

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

ELINNE NASTASHA CARVALHO SOUSA VAL

**A INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL
SOBRE A PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL: UMA ANÁLISE
DO PERÍODO DE 2015 A 2019**

Varginha/MG

2021

ELINNE NASTASHA CARVALHO SOUSA VAL

**A INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL
SOBRE A PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL: UMA ANÁLISE
DO PERÍODO DE 2015 A 2019**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Economia e Desenvolvimento.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Alinne Alvim Franchini
Coorientador: Prof. Dr. Manoel Vitor de Souza
Veloso

Varginha/MG

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca *campus* Varginha

Val, Elinne Nastasha Carvalho Sousa.
V135i A influência do gasto público e do comércio internacional sobre a
produtividade da agropecuária no Brasil : uma análise do período de 2015 a
2019 / Elinne Nastasha Carvalho Sousa Val. - Varginha, MG, 2021.
107 f. : il. -

Orientadora: Alinne Alvim Franchini.
Dissertação (mestrado em Economia) - Universidade Federal de Alfenas,
campus Varginha, 2021.
Bibliografia.

1. Comércio internacional. 2. Economia. 3. Agropecuária - Comércio
internacional. I. Franchini, Alinne Alvim. II. Título.

CDD – 337

**OS EFEITOS DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE A
PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DO PERÍODO DE 2015 A
2019**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Economia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Economia e Desenvolvimento.

Aprovada em: 17 de agosto de 2021

Profa. Dra. Alinne Alvim Franchini
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Manoel Vitor de Souza Veloso
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Alain Hernández Santoyo
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Profa. Dra. Elaine Aparecida Fernandes
Instituição: Universidade Federal de Viçosa



Documento assinado eletronicamente por **Alinne Alvim Franchini, Professor do Magistério Superior**, em 18/08/2021, às 20:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Manoel Vitor de Souza Veloso, Professor do Magistério Superior**, em 19/08/2021, às 08:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alain Hernandez Santoyo, Professor do Magistério Superior**, em 19/08/2021, às 09:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ELAINE APARECIDA FERNANDES, Usuário Externo**, em 19/08/2021, às 16:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0575462** e o código CRC **4B7FB492**.

Esta dissertação é dedicada à minha família,
que não hesitou em me ajudar todas as vezes
que precisei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me permitiu chegar até aqui através dos caminhos da sabedoria, da fé e da esperança. Ao meu marido, Phillipe, por sua inteira disposição, amor, dedicação, compreensão, paciência e companheirismo. Aos meus pais, Terezinha e Edimar, que são meus exemplos de fortaleza, coragem, confiança e cumplicidade, por sempre acreditarem nos meus caminhos e por me proporcionarem educação de qualidade. Ao meu irmão e a minha cunhada, Thiago e Lívia, por toda a força, a torcida, o suporte, o carinho e a amizade desde sempre.

E por fim, dedico a todos aqueles que fizeram parte da construção deste trabalho, como os meus amigos, Rebeca, Bruna e Otávio, aos professores Alain e Manoel e, especialmente, a minha orientadora, professora doutora Alinne Franchini, por todo o suporte durante a produção desta dissertação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, número do processo 88887.485792/2020-00.

RESUMO

O presente trabalho analisou a influência dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a Produtividade Total dos Fatores (PTF) da agropecuária nas unidades da federação do Brasil, de 2015 a 2019, utilizando as políticas públicas para o setor como fio de condução, devido a sua essencialidade ao crescimento econômico de longo prazo. Como ferramentas, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular a Produtividade Total dos Fatores e o modelo de Dados em Painel via estimação por Mínimos Quadrados Ordinários, com o intuito de verificar a influência dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a produtividade da agropecuária. Os resultados mostraram que a PTF cresceu 14,7% em média no período, impulsionada pelas alterações na fronteira tecnológica e que há influência dos gastos públicos e comércio exterior sobre a produtividade da agropecuária brasileira – objetivo central desta dissertação. Os efeitos marginais sobre a PTF do setor mostraram que o aumento nos gastos públicos a reduziria e um aumento da corrente de comércio internacional da agropecuária aumentaria a produtividade, tudo mais constante. Além disso, ao decompor o comércio internacional em exportação e importação, verificou-se que somente a importação foi significativa. Com isso, a dissertação contribui para a formulação de novos instrumentos em prol do desenvolvimento econômico e social e oferece subsídios ao governo para o planejamento estratégico nacional e colabora para a adoção de políticas mais adequadas às necessidades do setor.

Palavras-chaves: agropecuária; Produtividade Total dos Fatores; gastos públicos; comércio internacional; investimento.

ABSTRACT

The present work analyzed the influence of public spending and international trade on the Total Factor Productivity (TFP) of agriculture and livestock in the Brazilian federation units, from 2015 to 2019, using public policies for the sector as a guideline, due its essentiality to the long-term economic growth. As tools, Data Envelopment Analysis (DEA) was used to calculate the Total Productivity of Factors and the Panel Data model via estimation by Ordinary Least Squares, to verify the influence of public spending and international trade on agricultural productivity. The results showed that TFP grew 14.7% on average in the period, driven by changes in the technological frontier and that there is an influence of public spending and foreign trade on the productivity of Brazilian agriculture – the main objective of this dissertation. The marginal effects on the sector's TFP showed that the increase in public spending would reduce it and an increase in the international agricultural trade flow would increase productivity, everything else constant. Furthermore, when decomposing international trade into exports and imports, it was found that only imports were significant. Thereby, the dissertation contributes to the formulation of new instruments for economic and social development and offers subsidies to the government for national strategic planning and helps to adopt policies that are more adequate to the sector's needs.

Keywords: agriculture and livestock; productivity; Public spending; international trade; investment.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Média do IM de Produtividade Total dos Fatores por região, 2015-2019..... 77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação real do Produto Interno Bruto total e por atividade econômica, Brasil, anual, 2015-2019	59
Gráfico 2 - Comparação do crescimento do PIB total e agropecuário per capita e do Índice de Preços ao Consumidor Amplo para produtos agropecuários, Brasil, 2015-2019	60
Gráfico 3 - Distribuição do consumo de fertilizante em toneladas métricas por UF, 2019.....	62
Gráfico 4 - Participação da população ocupada da agropecuária por região brasileira, 2015-2019	64
Gráfico 5 - Taxa de crescimento dos gastos públicos para o setor da União e das UFs e do valor contratado de crédito rural total, ambos em média, 2015-2019	67
Gráfico 6 - Média do crescimento dos gastos públicos do setor e do valor contratado de crédito rural por UFs, 2015-2019	68
Gráfico 7 - Estimativa de suporte público agropecuário em percentual do PIB, comparação internacional, 2019	69
Gráfico 8 - Variação anual da Exportação total e da Exportação da Agropecuária, valores correntes US\$ FOB, Brasil, 2015-2019	70
Gráfico 9 - Variação anual da Importação total e da Importação da Agropecuária, valores correntes US\$ FOB, Brasil, 2015-2019	71
Gráfico 10 - Valores exportados e importados pela agropecuária, divisão por atividade econômica, US\$ Bilhões, FOB, Brasil, 2015-2019	72
Gráfico 11 - Decomposição da contribuição fatorial ao crescimento econômico da agropecuária, Brasil, 2015-2019	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das variáveis, fonte dos dados e a utilização de cada variável	49
Quadro 2 - Descrição das variáveis utilizadas, uso em trabalhos anteriores e modelos em que foram incluídas	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eficiência das DMUs e médias, por UF, de 2014 a 2019	74
Tabela 2 - AE, AT e Índice de Malmquist, em média, por UF.....	76
Tabela 3 - Índice de Malmquist, em médias geométricas anuais, de 2015 a 2019.....	78
Tabela 4 - Descrição da variável dependente	79
Tabela 5 - VIF para os modelos com 2 ou mais variáveis.....	80
Tabela 6 - Estimção dos efeitos marginais de GPit e CEit sobre a PTFit (modelo A ₁)	80
Tabela 7 - Estimção dos efeitos marginais de GPit e CEit e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTFit (modelo A ₂).....	81
Tabela 8 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo A ₂	82
Tabela 9 - Estimção do efeito marginal de IMPit sobre a PTFit (modelo D ₁).....	83
Tabela 10 - Estimção do efeito marginal de IMPit e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTFit (modelo D ₂)	83
Tabela 11 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo D ₂	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Alterações de Eficiência
AIC	Crítério de Akaike
AT	Alterações de Tecnologia
BCB	Banco Central do Brasil
BCC	Banker, Charnes & Cooper
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAI	Complexo Agroindustrial
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCR	Charnes, Cooper & Rhodes
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CPR	Cédula de Produto Rural
CRS	<i>Constant Return to Scale</i>
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DEA	Análise Envoltória de Dados (<i>Data Envelopment Analysis</i>)
DEAP	<i>Data Envelopment Analysis Program</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i>
DP	Desvio-Padrão
DR	Duplicata Rural
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMEPA	Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.
Epamig	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
ESALQ	Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FOB	<i>Free on Board</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de <i>Commodities</i>
IDE	Investimento Direto Estrangeiro
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IM	Índice de Malmquist
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

Inovagro	Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LCA	Letra de Crédito do Agronegócio
LPAB	Lei Plurianual da Produção Agrícola Brasileira
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário
MEPF	Ministério Extraordinário da Política Fundiária
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
NPR	Nota Promissória Rural
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OEPAs	Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária
OMC	Organização Mundial do Comércio
PAP	Plano Agrícola e Pecuário
PCA	Programa para a ampliação e Construção de Armazéns
PDRI	Projetos de Desenvolvimento Rural Integrado
PEP	Prêmio para Escoamento de Produto
Pesagro-RJ	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro
PGPM	Política de Garantia de Preços Mínimos
PIB	Produto Interno Bruto
Planaf	Plano Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PNDA	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PPI	Programa de Parcerias de Investimentos
PSA	Plano Safra
Pró-Orgânico	Programa de Desenvolvimento da Agricultura Orgânica
Prolapec	Programa de Integração Lavoura-Pecuária
Pronaf	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
Proger Rural	Programa de Geração de Emprego e Renda Rural
Programa ABC	Programa Agricultura de Baixo Carbono
Provap	Programa de Valorização da Pequena Produção Rural
PTF	Produtividade Total dos Fatores
PTSR	Plano Trienal do Seguro Rural
RREO	Relatório Resumido de Execução Orçamentária

SAP	Secretaria de Aquicultura e Pesca
SDR	Secretaria de Desenvolvimento Rural
SEAD	Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SNPA	Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária
SNPC	Serviço Nacional de Proteção de Cultivares
STN	Secretaria do Tesouro Nacional
TJLP	Taxa de Juros de Longo Prazo
UF	Unidade da Federação
Unifal-MG	Universidade Federal de Alfenas – Minas Gerais
VAB	Valor Agregado Bruto
VIF	<i>Variance Inflation Factors</i>
VRS	<i>Variable Return to Scale</i>
ZARC	Zoneamento Agrícola de Risco Climático

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	OBJETIVOS	20
1.1.1	Objetivo geral.....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	21
1.2	JUSTIFICATIVA	21
1.3	ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	21
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE A PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA	23
2.1	RELAÇÃO ENTRE COMÉRCIO INTERNACIONAL E A PRODUTIVIDADE	23
2.2	RESGATE HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO PROCESSO DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO AGROPECUÁRIO BRASILEIRO	27
2.2.1	Surgimento do Estatuto da Terra, do Sistema Nacional de Crédito Rural e da Política de Garantia de Preços Mínimos (1960 – 1969)	28
2.2.2	Incentivo à pesquisa agropecuária (1970 – 1979)	29
2.2.3	Redução do crédito e eliminação das taxas de juros subsidiadas (1980 – 1989) ..	31
2.2.4	Reformulação das Políticas Públicas para Agropecuária e o novo conceito de “rural” (1990 – 1999)	32
2.2.5	Definição de novos pilares e os Planos Agrícola e Pecuário (2000 – 2010)	36
2.2.6	Política agropecuária limitada pela situação fiscal brasileira (2010 – 2019)	41
3	METODOLOGIA.....	48
3.1	OBJETO DE ESTUDO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	48
3.2	DADOS E FONTES.....	48
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE	50
3.3.1	Análise Envoltória de Dados (DEA).....	50
3.3.2	Dados em Painel.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.1	ANÁLISE DESCRITIVA DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO COM ÊNFASE PERÍODO DE 2015 A 2019	59
4.1.1	Produto Interno Bruto	59
4.1.2	Insumos	60

4.1.3	Análise das fontes de recursos do setor agropecuário	65
4.1.4	Comércio Internacional	69
4.1.5	Decomposição fatorial do crescimento econômico do setor agropecuário	72
4.2	ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES AGROPECUÁRIOS NAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO DE 2015 A 2019	74
4.3	ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE A PRODUTIVIDADE DO SETOR AGROPECUÁRIO DE 2015 A 2019 NAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO.....	79
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A – Estimação da PTF para os Modelos B e C	102

1 INTRODUÇÃO

É frequente encontrar na literatura econômica posicionamentos sobre a agropecuária como uma área de suporte para os demais ramos da atividade. De acordo com Kuznets (1966), o setor teve sua importância reduzida com o avanço do desenvolvimento econômico e a sua função foi direcionada para atender principalmente às demandas do processo de industrialização. Segundo este autor, até o início da década de 1960, era defendida a ideia da transferência de recursos da atividade rural para a indústria, sobre a qual se supunha maior eficiência na alocação de recursos (KUZNETS, 1966). Como exemplo, ressalta-se a ideia de Kaldor¹ que afirmou que “quanto maior for a taxa de crescimento do produto industrial, maior será a taxa de transferência de trabalhadores dos setores agrários para os setores da indústria”, baseado no diferencial de produtividade entre os segmentos da economia (RIBEIRO, 2012).

As peculiaridades de cada região (área de terras disponíveis, composição demográfica, circulação de pessoas e etc.) promoveram distintas dotações desse fator entre as nações. Isto culminou na diferenciação do entendimento da importância da agropecuária entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, sobretudo, quando são observadas as políticas econômicas adotadas para o setor. Se por um lado havia uma tendência em tributar a agropecuária nos países em desenvolvimento, por outro, o setor era subsidiado nos países mais avançados (BANCO MUNDIAL, 1986; MARTIN, 2018; MOSK, 1977).

No Brasil, este pensamento marcou o processo de industrialização, o qual se constituiu como a força motriz da modernização da agropecuária. Naquele momento, as funções para o desenvolvimento econômico teriam sido a de transferir excedentes de mão-de-obra do primeiro para o segundo setor da economia, prover alimentos e matérias-primas e gerar excedentes de moeda estrangeira para arcar com a importação de bens de capital e insumos industriais. Além disso, a tributação da poupança do setor primário também contribuiu para sustentar o processo de investimento no setor industrial e para o desenvolvimento de infraestrutura pública (JOHNSON; MELLOR, 1961; LEWIS, 1954).

Foi após a Segunda Guerra Mundial que emergiu o interesse em diversificar a economia, incentivando os avanços na agropecuária com vistas a impulsionar a indústria, pois acreditava-se que mercados mais heterogêneos tinham mais capacidade de gerar empregos, necessários em tempos de aceleração da natalidade e de intenso êxodo rural, tal como o Brasil vivenciava (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008). No País, entre as décadas de 1960 e 1980, a

¹ Faz referência à terceira lei de crescimento econômico de Kaldor, publicada em 1966.

agropecuária passou por uma grande transformação pautada na intensificação do processo de modernização, o qual ficou conhecido como “Revolução Verde” (CARVALHO, 2017).

Esta modernização se fortaleceu baseada na transformação global da economia e da sociedade (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008). A abundância de recursos naturais, o enorme mercado interno e a presença de universidades de destaque na América Latina fazem com que o País seja, frequentemente, caracterizado como uma promessa de progresso com potencial para executar importantes taxas de crescimento econômico.

Neste contexto, foi crescente a interação entre as esferas pública e privada, sobre a qual foram destaques as políticas públicas voltadas para crédito subsidiado, extensão rural e pesquisa agropecuária (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008). Estas políticas foram essenciais para promover o crescimento da produtividade da agropecuária, atraindo pesquisadores em dezenas de países para estudar o tema. Vale destacar que a produtividade é uma medida de eficiência que corresponde à relação entre o que é produzido de bens e/ou serviços e os insumos que são utilizados para produzi-los (REIS; SILVA, 2018).

A produtividade laboral é, possivelmente, a variável mais importante para explicar a transição para uma economia urbana e industrial (ALLEN, 2000). O crescimento da produtividade da terra também teve uma importante contribuição no caso brasileiro (CONCEIÇÃO; GASQUES, 1997), sobre o qual Carvalho (2017) acreditava que quanto mais automatizada fosse a produção, maior seria o índice de produtividade no meio rural.

Os avanços tecnológicos do século XX permitiram que a produção agropecuária crescesse mais rápido do que a demanda (ANTLE, 1999). E, com o apoio da ciência, da disponibilidade de insumos modernos, de maquinaria e de instrumentos de políticas públicas, este segmento da economia progrediu e aumentou significativamente a produtividade da terra, do trabalho e do capital. Este progresso foi motivado pela demanda de produtos primários para o mercado interno e externo e pela forte migração rural-urbana. Aprimorou-se também a prática da pecuária através dos estudos sobre genética animal, da cultivação de pastos e das técnicas de nutrição. Além disso, a intensificação da agropecuária demandou a aplicação de quantidades consideráveis de insumos modernos, como fertilizantes, sendo o seu consumo um dos indicadores do processo de modernização (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008).

A evolução da produtividade da terra também é um sinal para o processo de modernização do setor, dado que ela mede, em parcela considerável, a incorporação de tecnologia ao processo produtivo. E com o aumento substancial da eficiência produtiva, esse crescimento gerou excedente para o mercado internacional, o qual foi utilizado para equilibrar a situação das contas externas (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008). Segundo Conceição

(2014), na década de 1990, coube à agropecuária a tarefa de gerar superávit comercial para compensar o balanço de pagamentos, impactado pela crise da dívida externa e pelos malsucedidos planos de combate à inflação na década de 1980.

Além do enfrentamento de problemas como a inflação, de acordo com Dias Ávila, Romano e Garagorry (2010), muitos ajustes estruturais foram impulsionados também para combater o subemprego, a pobreza e os déficits fiscais, os quais podem ser exemplificados nas desregulamentações de mercado, abertura econômica e redução do Estado. Estas medidas potencializaram as transformações institucionais e favoreceram a produtividade da economia.

Outro ponto de vista é abordado pelos autores Rocha, Khan e Lima (2014), os quais defenderam o efeito dos investimentos em infraestrutura para o crescimento da produtividade da agropecuária brasileira, arguindo que isto dependeria do grau de proximidade com a fronteira tecnológica. Assim, seria necessária uma política bem coordenada para distribuir os investimentos de forma diferenciada, conforme o estágio de desenvolvimento de cada economia.

Nas economias mais atrasadas, as barreiras ao desenvolvimento estão presentes tanto nos recursos para a pesquisa quanto na defasagem de aprendizado e de competências tecnológicas. Desse modo, os haveres estratégicos destinados à formação dessas competências precisam ser complementados com capital em infraestrutura (básica, científica e tecnológica), especialmente para as economias nos estágios iniciais do desenvolvimento (KHAN; LIMA; ROCHA, 2014), como é o caso de algumas regiões do Brasil. Sobre este propósito, o governo desempenhou papel essencial sobre o dinamismo do setor, sendo a principal fonte de recursos da atividade, principalmente, no que diz respeito à articulação de investimentos entre Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) e infraestrutura (VIEIRA FILHO, 2012).

O crescimento da produção e da renda do setor agropecuário está relacionado fundamentalmente aos proveitos originários do aumento da produtividade, às condições favoráveis de mercado e às políticas públicas, incluindo o apoio à comercialização e ao crédito rural (BRASIL, 2014). No mesmo sentido argumentaram Gasques *et al.* (2010), ao afirmarem que o aumento da produtividade foi preponderante ao crescimento da agropecuária brasileira.

O comércio internacional também influencia a produtividade econômica à medida que pode impactar o crescimento econômico, facilitando a acumulação de capital, o progresso tecnológico e o avanço institucional, e conduz a uma concorrência mais intensa e à melhoria da produtividade (LEE, 1995; HESHMATI; SUN, 2010; WAGNER, 2007).

Neste trabalho, considerou-se a ideia de que a expansão do comércio e da liberalização gera benefícios importantes, como a melhor alocação de recursos internos, corrigindo as

deformações causadas pelas práticas protecionistas e concedendo importantes vantagens para a sociedade. Estes benefícios seriam frutos da maior oferta e da diversificação de produtos aos consumidores (GALVÃO, 2007), reiterando que os países com aumento da participação nas correntes do comércio internacional são aqueles que mais cresceram nas últimas décadas.

Porém, nos anos mais recentes, estes avanços ficaram comprometidos em decorrência da realocação de recursos para o suporte de setores de serviços básicos (saúde, segurança, educação etc.), reduzindo o apoio à atividade agropecuária no Brasil, sobretudo, nas áreas de ciência e tecnologia, irrigação, suporte ao preço e subsídios (DIAS ÁVILA; GARAGORRY; ROMANO, 2010).

Pelo exposto, esta dissertação analisou a produtividade do setor agropecuário dos entes federados do Brasil, haja vista a sua essencialidade ao crescimento de longo prazo (GASQUES *et al.*, 2010). Analisou-se a influência dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a produtividade do setor no País, para o período de 2015 a 2019, por unidade da federação (UF). Assim, destaca-se o problema de pesquisa a partir do questionamento se “O aumento dos gastos públicos e da corrente de comércio internacional melhorariam o índice de produtividade da agropecuária no Brasil?”, baseado nas hipóteses de que o aumento de gastos públicos para o setor contribui para o aumento da produtividade e o aumento do comércio internacional favorece o crescimento da PTF da agropecuária.

Com isso, a dissertação inovou ao abordar a influência concomitante dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a PTF da agropecuária brasileira, considerado inédito após a revisão de literatura realizada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral é analisar a produtividade da agropecuária para verificar se há influência dos gastos públicos e do comércio internacional, no período de 2015 a 2019, por unidade da federação, utilizando as políticas públicas como fio de condução histórico para entender melhor o seu comportamento.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) calcular a Produtividade Total dos Fatores da agropecuária nos estados e no Distrito Federal;
- b) verificar a contribuição dos fatores de produção no produto agropecuário;
- c) analisar a PTF da agropecuária nas unidades da federação nos anos de 2015 a 2019;
- d) medir os efeitos marginais das despesas públicas e do comércio internacional em relação à produtividade da agropecuária brasileira desde os anos 2015 a 2019, por unidade da federação.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em que pese a necessidade por mais estudos que liguem políticas públicas ao comportamento da produtividade (FERREIRA; ROSSI, 2003), a relevância de analisar a produtividade da agropecuária se justifica em razão das demandas geradas para a indústria e os serviços e de seu papel na oferta de alimentos a preços adequados ao perfil de renda da população (BUAINAIN; DEDECCA, 2010). Além disso, a atividade é responsável por quantidade significativa de divisas externas para o País devido ao seu superávit comercial persistente (BRAGAGNOLO, 2012).

Espera-se, a partir dos resultados, contribuir para a formulação de novos instrumentos em prol do desenvolvimento econômico e social e ofertar subsídios ao governo para o planejamento estratégico nacional e colaborar para a adoção de políticas mais adequadas às necessidades do setor.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A dissertação apresentou na seção de introdução o contexto, o problema a ser estudado e as hipóteses, ressaltando os objetivos e a justificativa da escolha do tema, assim como, do horizonte temporal recortado. A próxima seção está dividida em uma subseção que discute as possíveis influências do comércio internacional sobre o crescimento da produção e produtividade, e outra focada na revisão histórica das políticas públicas do setor adotadas desde 1960, as quais exibem o direcionamento do governo relativo à promoção do crescimento e do desenvolvimento econômico para a agropecuária.

Em seguida, o trabalho apresenta a metodologia de estudo e a base de dados que foram utilizadas. Os resultados e discussão vêm na sequência, separados em análise descritiva do setor nos anos 2015 a 2019, ressaltando os insumos-bases para a pesquisa (PIB, área, fertilizantes, máquinas agrícolas e população ocupada), os determinantes da produtividade (comércio internacional e gastos públicos) e a relação entre produtividade da agropecuária, gastos públicos e comércio internacional. As considerações finais são apresentadas na quinta parte desta dissertação e a sexta seção se dedica ao referencial bibliográfico utilizado. Por fim, a dissertação se encerra com a apresentação do apêndice.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE A PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA

2.1 A RELAÇÃO ENTRE COMÉRCIO INTERNACIONAL E A PRODUTIVIDADE

O comércio internacional pode ser considerado uma *proxy* para muitas formas pelas quais as relações entre países aumentam o produto, seja por meio da especialização, do compartilhamento ou da absorção de informações (FRANKEL; ROMER, 1999). As teorias clássicas e neoclássicas sobre o comércio internacional, conhecidas como "teorias tradicionais do comércio", sugerem que as relações de troca seriam determinadas pelas diferenças dos países em recursos naturais, níveis de tecnologia e dotações de fatores de produção (BLANCHARD; FISHER, 1989).

Nelas, predominam modelos de equilíbrio geral, baseados na distribuição eficiente da produção, segundo os ganhos de troca e da maximização do bem-estar entre as economias, originários das hipóteses de concorrência perfeita e de produção com rendimentos constantes de escala. Estas teorias preveem uma relação positiva entre a abertura comercial e o aumento da atividade econômica, guardando uma associação causal da primeira para com a segunda (SARQUIS, 2011).

Os principais expoentes dessa teoria, como Adam Smith e David Ricardo, consideraram em suas análises a importância – entre outros fatores – da produtividade e do desenvolvimento do capital humano para o crescimento de longo prazo (SMITH, 1776) e das vantagens comparativas setoriais (RICARDO, 1817). O objetivo deles era demonstrar que estas eram fruto de um único fator, derivadas das diferenças relativas à produtividade do trabalho. Sendo assim, segundo os teóricos, os ganhos do comércio seriam resultado tanto da troca de bens a custos menores quanto do uso eficiente das capacidades produtivas disponíveis.

Apesar da ideia ter dominado a academia, no que tange às questões de comércio por longos anos, novos estudos emergiram com reflexões contundentes, tal como as teorias propostas por Heckscher (1919) e Ohlin (1924). Elas criticaram a utilização de um fator de produção isolado como determinante do comércio internacional, a partir da concepção que o intercâmbio entre economias seria oriundo das diferentes dotações de fatores de produção (SARQUIS, 2011). Do modelo de Heckscher-Ohlin, depreende-se que a abundância relativa dos fatores de uma localidade influencia os produtos com vantagem comparativa no comércio internacional, ou seja, é determinada pelo uso adequado das diferenças nas dotações de fatores. Dessa forma, enfatiza-se o aspecto composicional dos fatores internos de cada economia e dos

padrões de troca como efeito do livre comércio (HECKSCHER, 1919; OHLIN, 1924).

Os diferenciais de renda capturados pelos países por meio do comércio internacional foram inseridos pelo teorema de Stolper-Samuelson², que pressupõe a intensificação das relações de troca pela abertura comercial, a partir da hipótese da livre movimentação de bens (mas não dos fatores) impactando nos preços relativos. Pode-se afirmar que, para as teorias clássicas, as vantagens se originam das diferenças tecnológicas, ou seja, da produtividade do trabalho. Enquanto as neoclássicas defendem que as vantagens resultam das diferenças de dotação ou de abundância relativa dos fatores, a qual impõe diferenças intersetoriais de alocação e de distribuição de renda nos países (SARQUIS, 2011).

Outra visão advém do modelo de crescimento liderado pelas exportações, o qual considera a existência de um padrão de crescimento econômico “circular e cumulativo”, fundamentado na evolução tecnológica e nos retornos crescentes de escala, estimulado pela demanda externa. Segundo a teoria kaldoriana, esta demanda é a responsável pelo aumento das exportações e da renda doméstica, induzindo o progresso técnico e a competitividade das exportações (RIBEIRO, 2012).

De acordo com Sarquis (2011), as análises conjuntas do comércio e do crescimento provêm insumos à elaboração de estratégias de desenvolvimento por meio da inserção internacional. Segundo este autor, em meados do século XX, deu-se a liberalização comercial gradual, a partir da qual se nota a correlação entre nível de desenvolvimento econômico e grau de abertura econômica. E mais, ele afirma que os proveitos recíprocos do comércio e do crescimento são obtidos de maneira desequilibrada entre as economias, vinculados a especificidades locais (geografia, recursos naturais, desenvolvimento econômico e social, estrutura institucional, dinamismo produtivo, recursos humanos e de geração de tecnologia).

Rodríguez-Clare (1996) também destaca o efeito da concentração geográfica para a produção, o qual estimula o mercado local a se dedicar a determinados insumos de suporte aos empreendimentos próximos e proporciona aos grandes produtores a opção de depender desses insumos e se especializar ainda mais em seu negócio principal.

Vale mencionar que a abertura ao mercado global oferece uma oportunidade dos países se beneficiarem das diferenças nos termos de troca e do ganho com a especialização, permitindo que os produtores se qualifiquem e desfrutem das diferenças nas dotações de recursos e nas habilidades, e que os consumidores se beneficiem tendo acesso a uma oferta maior de produtos

² STOLPER, W.; SAMUELSON, P. Protection and real wages. *Review of Economic Studies*, v. 9, p. 58–73, 1941.

(HESHMATI; SUN, 2010; MARTIN, 2018). De igual maneira, esta aproximação com outros países, principalmente com os desenvolvidos, favorece a imitação de processos e de produtos, a qual é menos custosa do que evoluir tecnologicamente por conta própria, sem exigir altos gastos com pesquisa e desenvolvimento e/ou melhor qualidade de capital humano (CALCINA; TEJERINA, 2017).

Embora Grossman e Helpman (1993) concentrem suas análises para o setor industrial, é possível extrapolar alguns de seus argumentos para os demais ramos da economia. Segundo eles, as trocas internacionais oferecem oportunidades para melhorar a produtividade. Do lado das importações, segundo eles, atraem mercadorias não produzidas no mercado interno e informações necessárias para produzi-las. No caso da agropecuária brasileira, é possível exemplificar por meio da importação de maquinário e fertilizantes ou de conhecimentos sobre os processos produtivos. Do lado das exportações, os autores afirmam que podem capturar a experiência de compradores estrangeiros para atingir nível de competitividade internacional, receber incentivo para aprender tecnologia mais avançada, desenvolver o capital humano local e aprimorar a gestão.

Ainda é possível destacar as consequências do comércio internacional em relação ao desempenho econômico a partir da abertura de um canal de troca de informações técnicas, do incentivo a novos processos e tecnologias (atenuando o esforço de pesquisa), cujo potencial de realização estaria vinculado ao tamanho do mercado de atuação (GROSSMAN; HELPMAN, 1993). Estes autores ressaltam ainda a questão da alocação de recursos, a qual se diferencia quanto à pesquisa e estoques de capital e quanto à composição das dotações de fatores, que implica no crescimento da produção e, possivelmente, também exerce impacto favorável sobre o nível de produtividade.

Coe *et al.* (1997), Edwards (1998) e Fleming (2008) encontram ligação positiva entre abertura comercial e produtividade. Segundo Fleming (2008), para o setor agropecuário em particular, esta relação entre abertura e produtividade pode ser ambígua em decorrência das dificuldades em mensurar os insumos e produtos de forma acurada. Mas, de acordo com este autor, três vantagens podem ser apontadas: acessibilidade, competitividade e *spillovers*. Elas se referem respectivamente à facilidade de obter insumos melhores e/ou mais baratos por meio da importação e novos mercados a partir da exportação; ao esforço que o produtor deve dedicar à obtenção de espaços nos mercados de exportação ou para evitar o prejuízo da concorrência das importações; e ao conhecimento, tecnologia e melhorias obtidos através da exposição ao mercado externo.

Sob o ponto de vista dos produtos e insumos, Farrokhi e Pellegrina (2020) defendem

que, do lado dos produtos, a globalização pode trazer benefícios à produtividade permitindo que os países se especializem em culturas as quais eles possuam vantagens comparativas. Do lado dos insumos, os autores também ressaltam a acessibilidade por meio da aquisição de maquinário, fertilizantes e pesticidas.

Matsuyama (1991) e Hassine e Kandil (2008) também encontraram implicações positivas do comércio internacional agropecuário sobre a produtividade do setor, o primeiro por meio de comparações regionais, e o segundo, analisando países do mediterrâneo, entre 1990 e 2005. Gong (2018) também encontrou, sobre o qual se destaca que, para incrementar a produtividade do primeiro setor na China, o país ingressou na OMC (Organização Mundial do Comércio) e diminuiu as políticas protecionistas, proporcionando um importante crescimento do comércio internacional de produtos agropecuários e redução da má alocação de recursos.

Adicionalmente, o argumento da pesquisa de comércio internacional para o segmento agropecuário considera os ganhos obtidos com as reformas no setor. As principais áreas em que isso foi importante incluem políticas domésticas de preços e suporte, estrutura de mercado, transmissão de preços, infraestrutura e redes de segurança social (MARTIN, 2018). Elas tiveram consequências na redução das desigualdades entre os agricultores e entre eles e os trabalhadores dos demais setores da economia e na melhoria da produtividade (CALCINA; TEJERINA, 2017).

Haja vista a necessidade por mais estudos que liguem reformas comerciais ao aumento da produtividade (FERREIRA; ROSSI, 2003), destaca-se que as implicações comerciais e de bem-estar esperadas de uma determinada política dependem de premissas implícitas, como concorrência imperfeita e economias de escala, as quais fornecem alguma justificativa para políticas intervencionistas (BERKUM; MEIJL, 2002).

Neste contexto, Galvão (2012) resalta a produtividade laboral, pois o crescimento econômico seria o produto das forças econômicas de mercado, o qual é alcançado por meio do aumento da produtividade marginal por trabalhador no longo prazo, sobretudo, através do progresso tecnológico, qualificação do capital humano e melhoria nos arranjos institucionais. Para isso, são necessárias decisões tomadas na esfera social, política e empresarial, no que concerne à formulação das políticas de desenvolvimento da economia.

Sarquis (2011) defende que os ganhos de crescimento não necessariamente seriam permanentes ou que alcançaria certa elevação do patamar de renda e bem-estar, mas a superação de ganhos temporários seria dependente de causas externas que provocassem aumento sustentado da produção, por meio do desenvolvimento tecnológico. Nessa mesma linha, Eaton e Kortum (1999) mostram que a variação da produtividade entre países se deve também ao

esforço de evolução da tecnologia realizado internamente pelo menos no mesmo nível alcançado no exterior.

Na literatura de desenvolvimento, considera-se as exportações como um “derivador” do crescimento devido aos efeitos positivos da repercussão da produtividade e à criação de investimentos mais competitivos (EDWARDS, 1993). De acordo com Gong (2018), as importações possibilitam aos produtores locais escolherem entre uma variedade maior de bens de capital com a finalidade de melhorar a produtividade e a eficiência.

Apesar dos argumentos acima, é importante frisar que não há consenso na literatura entre a relação crescimento e comércio internacional e é igualmente controversa a questão do impacto positivo das exportações e importações sobre a produtividade. Há quem classifique a resposta da produtividade à liberalização do comércio como ambíguo (KRISHNA; MITRA, 1998; WINTERS *et al.*, 2004). A exemplo, no lado da importação, embora as empresas possam melhorar sua produtividade total devido à competitividade internacional, os preços internacionais podem estimular a sua redução através da fuga de ativos (capital humano e financeiro) de negócios locais (PAVCNIK, 2002). No lado das exportações, embora haja maior exposição a novos mercados através do comércio, pesquisa e desenvolvimento, a produtividade pode ser menor quando compete com economias mais desenvolvidas, pois a concorrência externa desfruta do acesso a insumos mais aprimorados (FLEMING, 2008).

2.2 RESGATE HISTÓRICO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO PROCESSO DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

A partir da segunda metade do século XX, o setor agropecuário foi percebido como um dos elementos de sustentação da economia (OLIVEIRA *et al.*, 2003). Nesta época, adotou-se na zona rural técnicas de administração habituais nas indústrias, as quais ficaram conhecidas como “Revolução Verde”, resultante da demanda por aumento da produção de alimentos, sem necessariamente ampliar o uso das terras (TOLENTINO, 2016). A incorporação dos temas sociais – como a pobreza, a fome e a desigualdade de gênero – nas análises do setor agropecuário foi essencial para que os objetivos da transformação em andamento fossem levados a sério (MARTIN, 2018).

De fato, essas mudanças alteraram profundamente o perfil da agropecuária brasileira, constituindo-se como um marco ao intensificar os esforços na mudança tecnológica do setor através da transferência de conhecimento. Buscava-se, dessa maneira, aumentar a produção por

meio da seleção local, adaptação de novas sementes e incrementos marginais na produtividade com a implantação de novos métodos de produção. O processo de acumulação de conhecimento prévio foi resultado dos gastos em investimento para pesquisa e desenvolvimento (VIEIRA FILHO, 2010).

Com isso, o nível de eficiência tecnológica se diferenciava entre os produtores pela variabilidade da capacidade de absorção de conhecimento externo e pela diversidade climática e geográfica da agropecuária. Além disso, uma mesma tecnologia pressupõe um retorno produtivo diferenciado em função das especificidades locais e dos recursos produtivos (financeiros, gerenciais e/ou naturais) distribuídos de forma desigual no espaço (VIEIRA FILHO, 2010).

A organização da atividade primária envolveu uma série de setores acessórios, como a indústria fornecedora de insumos, logística e de distribuição, assim como, um robusto sistema de pesquisa, ciência e tecnologia, fomentado por meio das políticas públicas. Estas cumpriam a função de encontrar soluções para o desenvolvimento sustentável do setor produtivo. E mais, ressalta-se que a tecnologia agropecuária era considerada um bem público e, portanto, o seu desenvolvimento seria majoritariamente promovido por instituições públicas (VIEIRA FILHO, 2010).

Para auxiliar no entendimento cronológico das políticas públicas, foram inseridos subitens destacando as principais ações a partir da década de 1960 até 2019.

2.2.1 Surgimento do Estatuto da Terra, do Sistema Nacional de Crédito Rural e da Política de Garantia de Preços Mínimos (1960 – 1969)

Nos anos 1960, o setor agropecuário passou por uma reestruturação no que concerne às propriedades e à composição do produto com redução da participação do café e incremento das lavouras temporárias, como as pastagens, milho e arroz, que comprimiram a oferta de trabalho (BURKE, 2015). A criação do Estatuto da Terra, instituído pela lei nº 4.504 em 30 de novembro de 1964, foi um importante instrumento para definir o uso, a ocupação e as relações fundiárias.

Nesta época, o setor sofria com elevadas taxações e com o custo-país, por meio das altas taxas de juros e infraestrutura precária. A este respeito, Schiff e Valdés (1995, p. 15) argumentam que, “se um país deseja prosperar, ele não deve taxar a agropecuária relativamente às demais atividades da economia”. Estes autores enumeraram várias recomendações para o setor, entre as quais são destaques que os países devem eliminar a sobrevalorização da taxa de câmbio, assim como, encerrar as intervenções nos preços dos produtos agropecuários. Caso a

arrecadação pública seja relevante no setor, também são propostas ideias para reformar a tributação nacional. E, para promover ganhos de renda, eles sugerem eliminar as taxações sobre exportação e interromper a proteção relacionada às importações do setor.

Entre os esforços de modernização, em 1965, registrou-se a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR)³ e a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), por intermédio do Decreto-Lei nº 79, de 19 de dezembro de 1966. A lei garantia preços mínimos aos produtores rurais e definia a metodologia de cálculo dos mesmos, os quais representaram subsídio à expansão da fronteira agropecuária e ao crescimento da produção de grãos no País (BRAGAGNOLO, 2012).

2.2.2 Incentivo à pesquisa agropecuária (1970 – 1979)

A partir da década de 1970, também se documentou a criação de instituições voltadas para a pesquisa setorial como mecanismo de apoio à expansão da produção. Dentre elas, destacam-se a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) instituída em 1973, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em 1974, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) em 1976 e a Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA) em 1978. Nesta época, houve implantação de novos cursos de graduação na área e dos primeiros mestrados e doutorados nas universidades do Brasil (MOREIRA; TEIXEIRA, 2014). Estas instituições foram determinantes para o desenvolvimento da agropecuária nacional, contribuindo para a diversificação e inovação de sistemas agropecuários e florestais em todo o País. Elas promoveram a disponibilização de produtos tecnológicos, informações e serviços que melhoraram as condições de produção e colaboraram para a especialização, diferenciação e agregação de valor aos produtos nacionais (BRASIL, 2012).

Em meados da década de 1970, a atividade recebeu suporte por meio do investimento em tecnologia e da qualificação de capital humano nas áreas rurais, cuja participação do Estado foi essencial para o processo de modernização da agropecuária (DÍAZ-BONILLA; TIN, 2002). E, juntamente com o comércio internacional, ambos são entendidos como possíveis impulsionadores da produtividade, pois promovem o progresso tecnológico e reduzem a

³ O apoio creditício aos investimentos agropecuários está, em sua maior parte, pautado nos programas de investimento administrados pelo MAPA e implementados com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da fonte poupança rural do Banco do Brasil e dos Bancos Cooperativos (BRASIL, 2017).

alocação incorreta de recursos (ALLEN, 2000; KHANDELWAL; TOPALOVA, 2011).

O recrudescimento da produção agropecuária a partir de 1977 permitiu que houvesse aumento da disponibilidade de produtos das lavouras, evidenciando a resposta da produção diante do aumento da população, sobretudo, da área urbana. Além do acréscimo da produção, a pesquisa possibilitou a criação de sistemas de correção do solo adaptados para regiões consideradas desafiantes, como o Cerrado, e tornou propícia enormes quantidades de terras mecanizáveis. Com isso, o Brasil se tornou exemplo internacional de transformação de recursos naturais ineficazes em produtivos (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008).

Destaca-se o fato de o governo haver priorizado o apoio à modernização dos latifúndios (TOLENTINO, 2016), inclusive com taxações ao pequeno produtor superiores às do grande produtor, conforme evidenciado em exercício realizado por Pires, Kam-Chings e Teixeira (1995), para a cultura do milho durante o período de 1970 a 1990. Também houve estímulo à aproximação entre as atividades do primeiro e do segundo setor. A partir do uso de fertilizantes e da mecanização, a agropecuária adquiria maquinário, implementos e insumos das indústrias e, paralelamente, fornecia matérias-primas, fazendo emergir o que ficou conhecido como Complexo Agroindustrial (CAI) brasileiro (TOLENTINO, 2016).

Nos anos de 1970, foram criados os Projetos de Desenvolvimento Rural Integrado (PDRI) regionais, no âmbito das Superintendências de Desenvolvimento, para promover a reorganização agrária, construção de estradas, armazéns e expansão da rede elétrica, pesquisa, assistência técnica, crédito e comercialização. Contudo, essas medidas esbarraram na crise fiscal do Estado no final da década, que suspendeu esse padrão de financiamento da agropecuária (TOLENTINO, 2016).

Para Alves e Pastore (1980), a política setorial formulada até então tinha como foco a produção com expansão de área e busca por aumento de produtividade via preços mínimos, crédito, pesquisa e extensão. Segundo eles, os estímulos para o setor eram uma compensação à política macroeconômica que, por meio de câmbio sobrevalorizado e outros instrumentos de controle, favoreciam a industrialização em detrimento da atividade agropecuária. De acordo com Lopes (1993), as políticas públicas da época seguiram critérios arbitrários quanto a setores e grupos sociais a serem atendidos. Além disso, a intervenção nos preços dos produtos agropecuários propiciou uma importante transferência de renda da agropecuária para outros segmentos da atividade. Para exemplificar, de acordo com este autor, durante uma análise do período de 1970 a 1992, foram implementadas ações intervencionistas nos mercados de produtos para exportação por meio de uma forte regulamentação protecionista e controle dos preços dos alimentos internamente.

Segundo Barros (1979), a década de 1970 pode ser caracterizada por uma modernização parcial do setor concentrada em poucos produtos e regiões, segmentação da produção em doméstico e exportável, maior abertura ao exterior decorrente do aumento das exportações e condições favoráveis do mercado internacional. Por outro lado, também se percebia a pressão sobre a produção de alimentos e o esgotamento da política de crédito em nível de eficiência, equidade e estabilidade monetária.

2.2.3 Redução do crédito e eliminação das taxas de juros subsidiadas (1980 – 1989)

Se, por um lado, realizou-se o aumento dos gastos em pesquisa e o setor crescia significativamente (5% em média ao ano de 1965 a 1980), por outro, acumulavam-se críticas por entender que o governo distorcia a alocação de recursos ao fornecer subsídio de preço e de crédito, afastando as decisões dos produtores das condições ótimas de Pareto (BINSWANGER; RUTTAN, 1979). Ciente de que o crédito rural é visto como um dos instrumentos para a modernização da agropecuária no Brasil, destaca-se que ele é resultante do efeito provocado pela combinação de impostos e subsídios. Lopes (1993) explica que, enquanto o governo implementava medidas de controle de exportação e dos preços nacionais, a economia respondia com os ajustes alocativos reduzindo a oferta. Esta combinação culminaria em crise de escassez e diminuição das exportações. Em resposta, o governo concedia crédito a fim de compensar as distorções macroeconômicas (fiscais e cambiais). Porém, enquanto a arrecadação de impostos era aplicada para todos os produtores, pouco retornava via crédito subsidiado. Com isso, cerca de 40 a 50% da renda agropecuária estava sendo transferida para o Estado via ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e para os importadores que se beneficiavam do câmbio desajustado. Além disso, as políticas públicas deliberadas favoreciam a industrialização por meio de confiscos cambiais e reservas de mercado de insumos agropecuários para a indústria, fazendo com que o crédito para o setor não fosse suficiente para compensar os produtores (LOPES, 1993).

A forte ingerência do Estado se baseou em conceitos de vantagens comparativas, as quais poderiam ser de acordo com a dotação natural de recursos e/ou decorrentes de investimentos públicos em infraestrutura, tecnologia, educação etc., e da criação de instituições que definem propriedade e posse de terra. Convém ressaltar, portanto, que elas podem ser criadas por meio de investimentos que elevem a produtividade dos fatores de produção, como infraestrutura, capital humano, ciência e tecnologia (BARROS, 2010).

No que diz respeito aos grupos de interesse, evidencia-se a existência de um esforço

para conseguir benefícios via gastos públicos, prejudicando o funcionamento geral da economia de mercado, impedindo o investimento privado e induzindo ao “subinvestimento” em projetos públicos, especialmente nas áreas mais pobres. Dessa forma, os gastos públicos também podem servir como uma barreira ao crescimento (GONG, 2018).

Todavia, de acordo com Hansson e Henrekson (1994), é positiva a influência dos gastos públicos sobre a agropecuária do ponto de vista da correção dos impactos das externalidades e dos monopólios naturais que podem comprometer o crescimento da produtividade. Segundo Dong (1996) e Nee e Sijin (1990), a despesa do governo pode reduzir parcialmente a desigualdade social, promover o crescimento econômico, facilitar o acesso à crédito pelos produtores, atingir economias de escala, dispersar riscos, obter fertilizantes e insumos modernos e organizar atividades de construção de infraestruturas. E mais, para Gong (2018), a expansão da despesa pública também resulta em uma taxa de consumo mais alta, repercutindo positivamente na produtividade, em concordância com a Lei de Verdoorn⁴.

Apesar do importante grau de industrialização no campo e dos possíveis efeitos positivos das despesas públicas listados acima, na década de 1980, não houve destaque para novos instrumentos de política pública agropecuária. Foi neste período, com o fim do “milagre econômico” e o desequilíbrio fiscal do setor público tendo chegado a um ponto crítico, que se iniciou um período de baixo crescimento e de dificuldades para a União em relação a capacidade de investir ou de induzir o investimento (BARROS, 2010). Este cenário implicou numa drástica redução na concessão do crédito agropecuário e na eliminação das taxas de juros subsidiadas. E para completar, externamente vivia-se um contexto de recessão, queda nos preços de *commodities* agrícolas e pecuárias e baixo crescimento da demanda (LOPES, 1993).

Isto conduziu a uma redução importante dos investimentos em infraestrutura. Como consequência, os lucros e a competitividade dos negócios também foram comprometidos, provocando uma redução dos investimentos privados e do PIB, enfraquecimento na competitividade externa e nas perspectivas de crescimento sustentável de longo prazo (MENDES; SALVATO; TEIXEIRA, 2009).

2.2.4 Reformulação das Políticas Públicas para Agropecuária e o novo conceito de “rural” (1990 – 1999)

⁴ Relação causal positiva entre a taxa de crescimento da produtividade e a taxa de crescimento da produção via crescimento da demanda agregada (REIS; SILVA, 2018).

Com o processo de abertura da economia a partir de 1989, a agropecuária brasileira enfrentou percalços decorrentes da volatilidade da taxa de câmbio, devido à falta de competitividade externa do setor na época (CARVALHO, 2017). Apesar disso, Gasques *et al.* (2004) defendiam que o câmbio seria o responsável por fornecer as condições necessárias para a inserção internacional dos produtos agropecuários brasileiros e a ampliação do mercado.

Com o crescimento mais acelerado do comércio e da produção de países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos, aqueles passaram a adotar uma proteção substancial. Somado a isto, houve maior participação no mercado (MARTIN, 2018), resultando no incremento do comércio entre países em desenvolvimento de 23% para 36% no que se refere a produtos agropecuários no período de 1965 a 1995 (BERKUM; MEJIL, 2002).

Nesta época, a política para agropecuária passou a classificar suas medidas em apoio à comercialização, ao seguro e ao crédito rural, como parte de um amplo programa de ajustamento para garantir níveis adequados de apoio ao produtor rural (BRASIL, 2012). Vale mencionar que, na comparação entre produtores familiares e a agropecuária de grande porte, ainda era possível identificar favorecimento relativo à oferta de recursos para o segundo grupo, tal como evidenciou-se para a década de 1970. Além disso, no Brasil, as taxas de juros praticadas estavam entre as mais elevadas do mundo. Portanto, na comparação internacional, a condição interna se apresentava desfavorável ao produtor brasileiro.

Neste contexto, novas formas de financiamento foram criadas, como a Cédula de Produto Rural (CPR), implementada em 1994, para a venda antecipada da produção, que permitia ao ruralista obter recursos adiantados visando custear o plantio de suas lavouras (BRASIL, 2000), e variadas formas de mercado a termo⁵ (BRAGAGNOLO, 2012), com o objetivo de padronizar, simplificar e reduzir os custos embutidos nessa modalidade de venda (BRASIL, 2000). Houve, neste momento, uma mudança importante na orientação das políticas, por meio de iniciativas com vistas à institucionalização de políticas de financiamento voltadas para os pequenos produtores, a partir da demanda por crédito diferenciado (BARROS, 2010; TOLENTINO, 2016).

Embora muitos autores defendessem o papel do gasto público no aumento da produção, na década de 1990, ainda se vivenciava um contexto macroeconômico difícil, com redução dos dispêndios na agropecuária em termos relativos aos gastos totais da União. Apesar disso, houve incremento da produção. Para Spolador (2006), este aumento não refletiu os períodos de

⁵ Segundo a Comissão de Valores Mobiliários (CVM, 2020), mercado a termo corresponde ao compromisso assumido por duas partes de compra e venda de quantidade e qualidade determinadas de um ativo (mercadoria).

escassez (ou de abundância) de crédito rural, mas foram resultantes da produtividade agropecuária e da demanda agregada crescente, com aumento superior da primeira em relação à segunda. Neste sentido, os gastos públicos não teriam impacto sobre a produtividade do setor.

Em 1992, o governo brasileiro instituiu o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), constituído pela Embrapa, Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (OEPAs), universidades e institutos de pesquisa de âmbito federal e estadual e outras organizações públicas e privadas, direta ou indiretamente vinculadas à atividade de pesquisa para o setor primário. O SNPA tinha como objetivo alinhar as diretrizes e estratégias da pesquisa agropecuária com as políticas de desenvolvimento, assegurar a organização e a coordenação da matriz institucional no setor e reduzir os esforços, as sobreposições e a ineficiência alocativa dos recursos que facilitassem a adoção e a difusão das melhores tecnologias e práticas entre os agentes produtivos (VIEIRA FILHO, 2010).

Em 1994, o governo brasileiro adotou o Plano Real⁶ como solução para a estabilização econômica, a qual permitiu a retomada da política para a agropecuária de longo prazo. Além de um mecanismo de desindexação original, ele usava duas âncoras de preços para amortecer a inflação diretamente (altas reais das taxas de juros e taxa de câmbio sobrevalorizada) e uma indireta (a chamada “âncora-verde”, via setor rural). Na época, a produção agropecuária brasileira crescia rapidamente acompanhando o movimento da demanda internacional, concomitante com o declínio dos preços reais. O seu papel era ajudar no controle inflacionário, sustentando os preços dos alimentos no mercado doméstico baixos (BRAGAGNOLO, 2012).

Entre as medidas voltadas ao agricultor familiar, o Governo Federal implementou no mesmo ano o Programa de Valorização da Pequena Produção Rural (Provap), o qual se configurou como uma linha de crédito baseada no tamanho das propriedades e no tipo de mão-de-obra que utilizavam. No ano seguinte, foi criado o Plano Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Planaf) que logo deu origem ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), institucionalizado em 1996.

É importante mencionar que algumas críticas se ergueram na época no sentido de questionar a visão restrita do programa, que focava exclusivamente em agricultores e pecuaristas integrais (TOLENTINO, 2016). Atenta a isto, no final da década de 1990, a política pública incluiu um novo conceito de “rural”, com vistas a promover o desenvolvimento

⁶ Consistiu no décimo terceiro plano macroeconômico de estabilização da moeda para conter o forte processo inflacionário que afligia o País a mais de uma década. O sucesso adveio da adoção de estratégia rigorosamente de mercado, evitando congelamentos de preços e salários, com um parâmetro para conversão dos preços chamado URV (BRESSER-PEREIRA, 1994).

socioeconômico sustentável em nível local e regional. Esta nova interpretação ressalta a desconcentração da base produtiva e da dinamização da vida econômica, social, política e cultural dos espaços rurais, por meio da redistribuição dos ativos terra e educação e no estímulo a múltiplas atividades geradoras de renda, não necessariamente agropecuárias (MEPF/INCRA/SDR, 1999 *apud* TOLENTINO, 2016).

Assim, se outrora as políticas econômicas relacionavam sinonimamente setor agropecuário e rural, a partir deste momento, realizava-se a separação. Passou-se a entender o rural como um espaço multifuncional, que engloba múltiplos ramos da atividade econômica, incluindo atividade produtora, de residência, serviços e patrimonial, com ênfase na geração de emprego (DÍAZ-BONILLA; TIN, 2002; TOLENTINO, 2016).

O Programa de Geração de Emprego e Renda Rural (Proger Rural), normatizado em 1995, foi importante para o aumento da produção agropecuária, para a melhoria da produtividade e para a maior absorção de mão-de-obra, mediante a concessão de financiamentos em prol do desenvolvimento de atividades dos micro e pequenos produtores rurais, associadas a programas de qualificação, assistência técnica e extensão rural (BRASIL, 2000).

Na época, a configuração do mercado de trabalho agropecuário desenhava, de um lado, a produção em larga escala, baseada na mecanização intensiva e no trabalho assalariado permanente e temporário, cuja participação do setor no total da ocupação tendia a cair; e de outro, posicionava os pequenos estabelecimentos com elevada concentração dos ocupados de membros não remunerados ou envolvidos em atividades de subsistência. Estes se caracterizavam por uma situação de baixa produtividade relacionada a um nível importante de subemprego, que, por sua vez, vinha ganhando expressão na estrutura ocupacional (BUAINAIN; DEDECCA, 2010). Em linha com esta percepção, foi criado o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) como um desmembramento do MAPA, em 1999, voltado para a pequena agropecuária e incorporando o programa de reforma agrária, institucionalizando na agropecuária nacional a dualidade entre agropecuária familiar e comercial (BARROS, 2010).

No que concerne aos riscos inerentes da atividade agrária, tanto em decorrência da instabilidade climática e das ameaças sanitárias quanto das oscilações de mercado, foi criado o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para a mitigação de prejuízos e promoção da estabilidade da renda e da permanência na atividade (BRASIL, 2019). O instrumento, iniciado em 1996, correspondeu a uma ferramenta de suporte à gestão elaborada pela Embrapa, baseada em informações climáticas e técnico-científicas, associadas às exigências das plantas e características dos solos (BRASIL, 2005).

O uso do seguro rural, além de funcionar como um instrumento de proteção ao produtor contra perdas decorrentes de fenômenos climáticos adversos, também servia como indutor indireto de tecnologia, pois dava ao produtor maior acesso a crédito e facilidade para a venda antecipada de sua produção, constituindo-se uma forma de alavancagem financeira (BRASIL, 2000).

2.2.5 Definição de novos pilares e os Planos Agrícola e Pecuário (2000 – 2010)

Além de seus produtos diretos, o setor agropecuário gera outras externalidades positivas, como segurança alimentar⁷, emprego e preservação das comunidades rurais (DÍAZ-BONILLA; TIN, 2002). Neste sentido, evidencia-se que o bom desempenho da agropecuária brasileira desde os anos 2000, tanto internamente quanto no exterior, deu-se em busca da sustentabilidade econômica e ambiental a partir da geração de energia limpa, da redução dos gases poluentes, da geração de emprego, renda e divisas (BRASIL, 2014).

Assim, transitou-se para o novo século uma estrutura no meio rural que articulava velhos e novos formatos de relações de trabalho e produção, cuja diferenciação se acentuou motivada pelas transformações na base técnica da agropecuária e institucionais e pela retomada do crescimento e dinamismo econômico, em particular no interior do País (BALSADI; SILVA, 2008).

Esta dinâmica estimulou a rápida ocupação de novas fronteiras agropecuárias e ampliou os mercados de insumos agroindustriais, promovendo o surgimento de cadeias produtivas, o desenvolvimento dos fluxos monetários de renda e crédito das regiões rurais brasileiras (GASQUES; NAVARRO; VIEIRA FILHO, 2010). Esta aceleração das economias locais criou alternativas de ocupação não agropecuária para as famílias rurais, sobretudo para aqueles com algum nível de escolaridade (BUAINAIN; DEDECCA, 2010).

A partir dos anos 2000, nota-se uma padronização do Plano Agrícola e Pecuário, os quais descreviam as medidas propostas para crédito rural, para o apoio à comercialização e para a gestão do risco rural. Para a safra 2000/2001, a publicação sobre os mecanismos de política pública para a agropecuária nacional previa a renovação do sistema de financiamento do setor por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). A finalidade

⁷ A definição dada por Amartya Sen diz que a “segurança alimentar, nos níveis individual, familiar, nacional, regional e global é alcançada quando todas as pessoas, a todo momento, têm acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos para atender às suas necessidades e preferências alimentares por um período vida ativa e saudável”, e tem quatro dimensões: disponibilidade, acesso, utilização e volatilidade (MARTIN, 2018).

era elevar os níveis de produtividade mediante melhoria da competitividade, intensificação do uso adequado de corretivo de solo e modernização das máquinas, dos equipamentos e das tecnologias de produção (BRASIL, 2000).

Além disso, o Governo Federal também indicou a ampliação do uso da CPR, estímulos ao seguro rural privado e à reformulação do Fundo de Estabilidade do Seguro Rural, para promover a geração de emprego e renda no meio rural e diversificar a pauta de exportações. Também foi lançado o Prêmio para Escoamento de Produto (PEP) que garantia um preço de referência (estabelecido pelo Governo Federal) ao produtor e às cooperativas para apoiar o abastecimento interno e evitar a estocagem onerosa nas zonas de produção (BRASIL, 2000).

Definiu-se, ainda, as atividades de defesa agropecuária. Elas tinham por base a aplicação de medidas sanitárias e fitossanitárias, inspeção vegetal e fiscalização de agrotóxicos para atender às necessidades das exportações de manutenção do padrão de qualidade e de segurança alimentar no âmbito das cadeias agroprodutoras. Vale mencionar que o comércio exterior era entendido como um instrumento para a promoção da produtividade (BRASIL, 2000).

Apesar da intensa mudança da dinâmica da economia agropecuária, o início dos anos 2000 foi marcado pelo baixo dispêndio público no setor. Gasques e Villa Verde (2003) afirmaram que a rubrica foi a menor em quinze anos, tendo sido as modificações nos instrumentos de política agropecuária a principal razão disto. Com isso, é possível atribuir o crescimento da produtividade ao atraso no aparecimento dos efeitos dos investimentos em ciência e tecnologia (BRAGAGNOLO, 2012).

A primeira década dos anos 2000 também foi marcada pelo fomento aos investimentos regionais e setoriais, com ênfase na melhoria da infraestrutura produtiva, no aumento da competitividade e da diversificação da pauta de exportações, e na modernização da agricultura e da pecuária brasileira. Outras ações incluíram reduzir custos financeiros da produção agrícola e pecuária, com destaque para a alocação de mais recursos no crédito rural à taxa de juros fixa (BRASIL, 2001).

Em 2002, quatro estratégias principais de políticas públicas foram destaques. A primeira foi o crédito rural de investimento que passou a incluir a possibilidade de revisão dos encargos financeiros durante a vigência da operação, aumentando o volume dos recursos aplicados. A segunda se deu com medidas de apoio à comercialização que consistiram na adição da Nota Promissória Rural (NPR) e da Duplicata Rural (DR). A terceira proposição foi estabelecer o Proger Rural Rotativo, que incluía o crédito rotativo de custeio para produtores. E, por fim, o quarto destaque foi voltado para os programas pró-café, resumidos no financiamento de despesas de colheita de café do período agrícola 2001/2002, da aquisição de CPR, da estocagem

de café das safras 2000/2001 e 2001/2002 e do alongamento de dívidas amparadas com recursos do fundo (BRASIL, 2002).

No planejamento estratégico de desenvolvimento nacional, a produção agropecuária relacionava três grandes temáticas: segurança alimentar, matriz energética e sustentabilidade ambiental (VIEIRA FILHO, 2010). Com isso, foram promovidas mudanças importantes no modelo de desenvolvimento, em 2003, para fortalecer as organizações representativas dos agricultores familiares. Foram novidades as linhas de crédito para atender sistemas agroflorestais, agroecologia e outros. O objetivo foi apoiar investimentos em produção agropecuária orgânica, tecnologias de energia renovável e ambientais, silvicultura, armazenamento hídrico, aproveitamento hidroenergético e adoção de práticas conservacionistas, corretivas e fertilizadoras do solo (TOLENTINO, 2016).

Apesar do ajuste fiscal do governo e, conseqüentemente, da restrição orçamentária do Ministério, o apoio à comercialização permitiu a recomposição parcial dos estoques públicos e garantiu renda ao produtor e preços acessíveis ao consumidor. No comércio exterior, a agropecuária atingiu recordes e o Brasil aumentou a participação no mercado mundial. Além disso, foi realizada a fusão dos dezoito programas do BNDES em oito, que tinham como objetivo melhorar a infraestrutura produtiva dos agricultores e suas cooperativas. Os resultados ajudaram o Brasil a ocupar o posto de segundo maior produtor mundial e o maior exportador de carne bovina, soja e carne de frango, e o quarto lugar na produção de carne suína (BRASIL, 2004).

Em 2005 foi diferente. O ano foi marcado pelos impactos negativos do clima das duas safras anteriores, quando vinte e sete milhões de toneladas de grãos foram perdidas. Em paralelo, registrou-se um cenário de custos e preços adversos para a atividade agropecuária e taxa de câmbio relativamente desvalorizada, somada a uma taxa de juros em patamar bastante elevado. Isto impôs à agropecuária brasileira rentabilidade bem menor do que a esperada, afetando a capacidade de investimento e a liquidez dos produtores rurais. Para completar, os produtores brasileiros haviam aumentado seus investimentos na ampliação da área e emprego de tecnologia mais aprimorada. Com o advento da seca, houve quebra significativa da produção. Tudo isso combinado levou à perda de renda (BRASIL, 2005).

Em resposta, o governo adotou uma série de medidas emergenciais de apoio ao setor para ampliar o volume total de recursos do crédito rural e de recursos com juros controlados, incentivar às iniciativas de preservação ambiental, aumentar o investimento para agregação de valor nas propriedades rurais e apoiar o cooperativismo e ações com foco nas regiões Norte e Nordeste. Adicionalmente, foram adotadas medidas para a atração de recursos dos mercados

financeiro e de capitais e de expansão do seguro rural (BRASIL, 2005).

Destaca-se, na sequência, a promoção da associação das atividades agrícola e pecuária em uma única área por meio do Programa de Integração Lavoura-Pecuária (Prolapec), que permitiu a intensificação do uso da terra e do capital, favorecendo a sustentabilidade econômica e ambiental da produção. O programa visava estimular a ocupação com lavouras de uma parcela da área preenchida com pastagens e o aproveitamento de parte da área de grãos para a produção pecuária, tanto para ampliar a produtividade quanto para reduzir a pressão pela incorporação de novas áreas (BRASIL, 2005).

Outra medida inovadora foi relativa à produção orgânica para a geração de emprego e renda e aumento das exportações. Ela se deu com a implantação do Programa de Desenvolvimento da Agricultura Orgânica (Pró-Orgânico) para apoiar e fortalecer os setores de produção, processamento e comercialização e assegurar o crescimento deste segmento do agropecuário brasileiro (BRASIL, 2005).

No ano seguinte, ainda se fazia muito relevante recuperar a capacidade de investimento do setor que sofria com os reflexos negativos da perda da safra, o qual é responsável para além da geração de empregos, por expressivos saldos na balança comercial e pela interiorização do desenvolvimento e da inclusão social. Além dos efeitos causados sobre a renda e a liquidez do produtor rural, novas adversidades surgiram, relativas à disseminação de pragas e doenças, elevação dos custos de produção e deficiências de infraestrutura, que afetaram diretamente o custo dos transportes. Mas, em compensação mesmo que insuficiente, somou-se a isso o processo de valorização da taxa de câmbio (BRASIL, 2006).

Com este cenário, o produtor enfrentou dificuldades para honrar seus compromissos com o sistema oficial de crédito rural, fornecedores de insumos, agroindústrias, exportadores e demais financiadores privados do processo produtivo. As consequências compreendiam a tendência de queda da área plantada, do padrão tecnológico e da produção agropecuária. Assim, a fim de contrabalançar o impacto da menor produção nas contas externas, nos preços dos alimentos e nos níveis de emprego e renda da sociedade, foi ampliada a oferta de recursos e reduzido o custo médio efetivo do crédito rural e do risco da atividade, mediante estímulos ao seguro rural (BRASIL, 2006).

O Ministério também buscou ampliar o acesso dos produtores a fontes privadas de recursos para o financiamento da atividade, concedendo isenção de imposto de renda para os títulos referentes à agropecuária sobre os rendimentos auferidos por pessoa física. Esta medida alinhou o setor ao mercado de capitais e abriu um importante canal de financiamento da produção e comercialização rural, que contribuiu para aumentar a liquidez do setor e o

financiamento agropecuário a juros de mercado (BRASIL, 2013). Além disso, o governo reformulou o seguro rural, com a criação do sistema de garantia e do projeto de lei de abertura do mercado de resseguros, e estendeu o regime de *drawback*⁸ para todos os produtos do setor agropecuário (BRASIL, 2006).

Os anos seguintes foram marcados pela expansão das exportações. Entre as medidas estão a defesa sanitária animal e vegetal, a realização de investimentos em infraestrutura e logística e as negociações internacionais (no âmbito da Organização Mundial do Comércio – OMC, com vistas à liberalização do comércio e eliminação das barreiras protecionistas). Também foram implementadas ações de renegociação de dívidas dos produtores agropecuários, a promoção da bioenergia, a redução da taxa de juros do crédito rural (como consequência da queda da taxa SELIC e da Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP) e a prática de preços mais competitivos dos insumos para o setor (BRASIL, 2007).

Neste período, as cotações das principais *commodities* subiram no mercado internacional, estimuladas pelo programa americano de produção de biocombustível e pela manutenção do crescimento da demanda nos países emergentes, com destaque para a China. Entretanto, simultaneamente, revelou-se uma crise de endividamento sem precedentes por parte dos empresários agropecuários brasileiros que dificultou a expansão das atividades produtivas (BRASIL, 2007).

O final da década foi marcado pela recuperação do setor, evidenciado por safras recordes e aumento das exportações, contribuindo para o crescimento da economia brasileira. Dentre as medidas que se destacaram, a renegociação da dívida dos produtores foi o diferencial, com o intuito de melhorar o desempenho do segmento, recuperar a capacidade de investimento e propiciar um ambiente favorável à tomada de decisões (BRASIL, 2008). Também se mostraram inovadores o estímulo ao uso do calcário agrícola para reduzir a dependência de importação de fertilizantes, o incentivo à produção extrativista e a sistemas de produção de culturas orgânicas e o fortalecimento da produção de biocombustíveis (BRASIL, 2009).

A safra subsequente marcou a entrada em uma fase muito positiva da agropecuária brasileira, alcançando novos resultados recordes de produção, num contexto de estabilidade econômica nacional e realizando o desenvolvimento sustentável para o setor rural (BRASIL, 2010).

⁸ Determina a isenção de impostos na importação de matérias-primas desde que o produto final seja exportado (BRASIL, 2006).

2.2.6 Política agropecuária limitada pela situação fiscal brasileira (2010 – 2019)

O aproveitamento das condições favoráveis apresentadas no final da década anterior esbarrou na precária infraestrutura de transporte e logística, necessária para garantir o escoamento das safras no mercado interno e para os principais portos exportadores, de forma competitiva e com lucratividade para o setor (BRASIL, 2008). Como medidas saneadoras, o Governo Federal investiu na construção de rodovias e ferrovias, criou condições para a implantação de hidrovias e modernizou e ampliou a capacidade operacional dos portos, de modo que os processos de exportação ocorressem com mais agilidade (BRASIL, 2010).

Além disso, a partir de 2010, temas vinculados ao meio ambiente ganharam notoriedade como a criação do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) para financiar a produção rural comprometida com a redução dos gases causadores do efeito estufa (BRASIL, 2010). Isto demonstra a preocupação com a qualidade dos alimentos e os impactos sociais e ambientais do sistema de produção tradicional (BRASIL, 2013). Também foi lançado o Programa de Financiamento à Estocagem de Etanol Combustível em resposta às graves variações sazonais do preço do produto (BRASIL, 2010).

Neste período, o Brasil se manteve entre os mais prósperos do mundo, posicionando-se como um dos principais fornecedores de proteínas no mercado internacional, destinando o excedente da sua produção a duzentos e quinze países. Isto foi possível, em parte, pela crescente incorporação de novas tecnologias pelos produtores e da elevação dos preços dos produtos agropecuários concomitante a uma redução nos custos de produção, comparativamente à safra anterior. Como resultado, percebeu-se um aumento no valor bruto da produção e da rentabilidade líquida do setor (BRASIL, 2011).

No ano de 2011, pela primeira vez, foram definidos recursos públicos para retenção e compra de matrizes e reprodutores, ampliando cada vez mais os ganhos de eficiência e sustentabilidade da produção agropecuária (BRASIL, 2011).

Novamente a questão logística se tornou destaque, diante da crescente escalada da atividade agropecuária no Brasil, exigindo investimentos em infraestrutura de transporte que possibilitassem um custo logístico mais competitivo. Neste cenário, ressalta-se que apenas 16% do total exportado era escoado pelos portos do Norte e Nordeste, enquanto 84% saíam do País pelos portos de Tubarão (ES), Santos (SP), Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (SC) e Rio Grande (RS), separados por grandes distâncias rodoviárias das principais áreas de produção do Centro-Norte (BRASIL, 2011).

Assim, a política se orientou estrategicamente para a regionalização das ações e para a

melhora das condições de financiamento no crédito rural, eminentemente dada pela redução da taxa de juros de 6,75% para 5,5% anual. Paralelamente, vivia-se os efeitos do colapso financeiro internacional de 2008. Como efeito da persistência de um cenário mundial economicamente difícil e baixas taxas de crescimento nas economias desenvolvidas, agravaram-se os choques sobre os mercados agropecuários, caracterizados pela elevação de preços e intensa volatilidade (BRASIL, 2012).

A subida dos preços contribuiu para a recuperação da defasagem dos termos de troca dos produtos do setor, colaborando para neutralizar parcialmente a desaceleração da demanda mundial e o aumento dos custos de produção causado pelo encarecimento dos insumos agropecuários. Este fato, aliado ao contínuo crescimento da produtividade agropecuária, permitiu que a produção e as exportações do setor mantivessem seu crescimento (BRASIL, 2012).

Com o arrefecimento da crise internacional, os efeitos da contração dos mercados da agropecuária foram neutralizados, ao menos em parte, pela demanda dos países emergentes. Em 2013, surgiram novos estímulos à competitividade do setor por meio do Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária (Inovagro). O programa tinha como objetivo facilitar a inserção tecnológica nas propriedades rurais, a automação e a adequação de instalações, máquinas e equipamentos para a pecuária e hortifrutigranjeiros, aumentando a área irrigada e a capacidade de armazenagem do País. A medida desoneraria os custos de produção com ganhos de eficiência e de competitividade do setor (BRASIL, 2013).

Até o período, registrou-se a expansão do mercado e a consolidação da integração econômica regional e das áreas de fronteira agrícola e pecuária, evidenciadas pelos resultados da produção de grãos, a qual mais que dobrou em duas décadas, principalmente em decorrência de ganhos de eficiência. Na pecuária bovina, o crescimento se deu principalmente pelo aumento da produtividade, decorrentes de avanços nas áreas de melhoramento genético, controle de doenças e pastagens melhoradas. O salto tecnológico e os ganhos de produtividade também foram importantes nas atividades de avicultura e suinocultura, contribuindo para o aumento de 46,3% na produção de carnes entre os anos de 2004 e 2013, atingindo 25,7 milhões de toneladas (BRASIL, 2014).

Apesar do bom cenário para a agropecuária, em termos de ações de política pública, em 2014, o único destaque foi a proposição da ampliação das margens de preferência do crédito rural relativamente à taxa SELIC, promovendo aumento da subvenção efetiva do crédito rural em todas as suas linhas de financiamento para aumentar a produção e a produtividade e para o controle inflacionário (BRASIL, 2014). Apesar da medida, o alcance dela era reduzido, pois

somente uma pequena parte dos produtores conseguiam acessar financiamento com recursos oficiais. Para ilustrar, em 2017, dos 5,07 milhões de estabelecimentos rurais, somente 15,4% realizaram financiamentos ou empréstimos, dos quais, 52% obtiveram recursos provenientes de programas governamentais de crédito (IBGE, 2020). Deve-se salientar que esta falta de propostas pode ter sido decorrente da grave situação fiscal que se desenhava na macroeconomia nacional, limitando o leque de intervenções para o setor.

A partir de 2014, o País entrou num momento complicado, resultante dos desajustes das contas públicas. A fragilidade fiscal provocou perda do grau de investimento pelas instituições avaliadores de risco de crédito, fuga de investidores, escalada da taxa de desemprego e desvalorização cambial. Neste cenário, os resultados do setor primário foram essenciais para o controle dos preços, tanto via superávit comercial (com a entrada de capitais por meio das exportações) como em decorrência do recorde de produção, a qual ajudou a manter controlada a inflação dos alimentos.

Sobre o contexto fiscal, há de se evidenciar a diminuição no ritmo de crescimento dos investimentos públicos (segundo a Secretaria do Tesouro Nacional, 2020, houve queda de 29,5% ao ano em 2015), majoritariamente provocado pela redução do nível da arrecadação tributária frente a um cenário de menor crescimento econômico e de regra fiscal rígida. Esta situação impactou na competitividade da economia, tanto internamente quanto externamente, aumentando a fragilidade do comércio internacional e prejudicando o crescimento econômico a longo prazo.

Para promover a competitividade do setor e a redução dos custos, em 2014, demandavam-se medidas específicas para infraestrutura de transporte e logística, principalmente, pelo fato de aproximadamente 60% da produção agropecuária brasileira ser transportada por caminhões. A estratégia incluiu construir corredores para a exportação de grãos, priorizando os terminais portuários das regiões Norte e Nordeste, para promover o encurtamento das distâncias em relação aos portos do Sul e Sudeste e a utilização de meios multimodais de transportes (BRASIL, 2014), retomando as ideias do plano para agricultura e pecuária de 2010.

Assim, no ano, registrou-se políticas focadas na redução das taxas de juros e ampliação do limite de financiamento de crédito, combinadas com investimentos em infraestrutura e logística e modernização, por meio da reativação do Moderfrota, que financiava máquinas e implementos rurais (BRASIL, 2014).

Com tamanha amplitude do setor agropecuário e agroindustrial na economia brasileira, a necessidade de preservar a sua competitividade se fazia mandatória, pois os resultados são

notáveis em termos de geração de emprego, renda, arrecadação e melhoria no IDH nas regiões que abrigam a economia primária de ponta. Na visão oficial, o mercado externo seria o caminho para a expansão do setor (BRASIL, 2014).

Portanto, o plano ressaltou a importância dos acordos comerciais e das negociações bilaterais com vistas à abertura de novos mercados para a exportação de produtos da agropecuária e reduzir barreiras onerosas ao comércio (BRASIL, 2014). Entretanto, segundo Martin (2018), destacam-se as dificuldades nas abordagens bilaterais, evidenciadas pelo enorme número de acordos em potencial e nos obstáculos para alcançar melhorias nos ganhos de acesso ao mercado. Para este estudioso, uma questão fundamental para as negociações internacionais está em solucionar os problemas associados às diretrizes de política comercial dos países, em virtude da volatilidade no direcionamento da economia política de cada país que influi diretamente em decisões mais ou menos protecionistas.

Dessa forma, destacaram-se os esforços para a manutenção dos mercados já abertos e para a promoção comercial através de melhorias nos bancos de dados. As medidas tinham como finalidade entregar informações sobre o comércio internacional de produtos agropecuários com maior acesso, agilidade, qualidade e divulgação mais ampla. Os esforços de cooperação técnica também foram muito importantes, cuja relevância da agropecuária brasileira a nível internacional trouxe consigo a responsabilidade e necessidade de maior interação a nível técnico e científico com seus pares (BRASIL, 2014).

Não obstante, a deterioração dos termos de troca e os desajustes da política econômica interna levaram a economia a um episódio de grave crise intensificados nos anos de 2015 e 2016, que se configurou na mais profunda e prolongada recessão da história contemporânea – até 2019. A situação atraiu a atenção internacional, inclusive dos principais países importadores agropecuários, e expôs a fragilidade econômica presente no País.

No período, as medidas se voltaram para a preservação da capacidade produtiva, da competitividade do setor e de suas funções econômicas, as quais incluíam o abastecimento interno, geração de divisas e energia e controle inflacionário. A inovação ficou por conta da criação de um grupo de estudos para formular a Lei Plurianual da Produção Agrícola Brasileira (LPAB), com o objetivo de modernizar a legislação, conferir previsibilidade ao produtor e assegurar a sustentabilidade do desenvolvimento da agropecuária e inserção no mercado internacional (BRASIL, 2015).

Como parte do esforço de recuperação da economia, as taxas de juros do crédito rural foram revistas relativamente à inflação. Para financiamentos de comercialização das empresas agroindustriais, os custos se tornaram mais elevados em relação ao que prevaleceu para os

produtores rurais e suas cooperativas (BRASIL, 2015). É válido mencionar que, na comparação entre as ofertas de crédito rural internacionais, evidencia-se os baixos os incentivos internos aos produtores rurais, os quais estão aquém dos países concorrentes. Na Índia, por exemplo, o crédito rural correspondeu a 13% do crédito total da economia em 2015, e, no México, a 3% (FAO, 2021). Segundo a instituição, o Brasil destinou apenas 1% do crédito total da economia para a agricultura, silvicultura e pesca.

Ainda enfrentando forte crise e com o rol de ações limitados pelo contexto fiscal, o ano de 2016 também foi marcado por um cenário econômico adverso, de desaceleração da produção e de redução dos fluxos de comércio. Parte dessa situação decorreu devido ao menor crescimento da demanda mundial por produtos agropecuários, sobretudo da China, o principal mercado de destino das exportações brasileiras. Internamente, registrou-se a ocorrência de severos reveses climáticos, como a seca na região Nordeste e o excesso de chuvas na região Sul, que provocou relevante quebra de safra, especialmente na produção de arroz e soja (BRASIL, 2016).

Este cenário provocou elevação nos preços dos grãos no primeiro semestre de 2016, com destaque para a soja e especialmente o milho, atingindo níveis máximos da ordem de 27% e 60%, respectivamente. Apesar da subida, os preços mundiais das *commodities* contabilizaram uma redução da ordem de 30% em relação aos picos observados em 2011/12, contudo, situavam-se acima do patamar do início dos anos 2000 (BRASIL, 2016). Contribuíram para a subida de preços a concentração mundial das empresas do setor, o forte protecionismo dos países mais ricos e a elevação da produtividade no período, em escala mundial (BARROS, 2010). Já os preços dos fertilizantes, principal insumo na produção agrícola, apresentaram redução no mercado internacional devido à existência de capacidade ociosa dessa indústria e menores preços de energia (BRASIL, 2016).

Em linha com a política do ano anterior, manteve-se o sentido de preservação do papel do setor, com ajustes no apoio ao crédito rural, comercialização e seguro. As limitações impostas pelos problemas das finanças públicas provocaram redução da disponibilidade de recursos para investimento em 11%, decorrente da expectativa de menor demanda, cujas contratações foram muito inferiores as da safra precedente. As taxas de juros do crédito rural foram ajustadas, levando em conta o aumento da taxa SELIC e a necessidade de compatibilizar os gastos da Secretaria do Tesouro Nacional com as metas de controle dos gastos públicos, equiparando seus níveis com a variação da taxa básica e dos índices de inflação observados no período para o restabelecimento do equilíbrio fiscal e monetário (BRASIL, 2016).

Em resposta à política econômica contracionista, foi demandada diversificação das

fontes de recursos do crédito rural e aumento da participação de recursos livres no financiamento da agropecuária. A política de direcionamento dos recursos captados através da emissão de Letra de Crédito do Agronegócio (LCA) para o crédito rural foi aprimorada (BRASIL, 2016) e, no ano, iniciou-se uma trajetória da redução da taxa de juros básica da economia, a qual estava em 14,25% ao ano em agosto de 2016 e encerrou 2019 em 6,5% ao ano (BCB, 2020).

Em 2016, foi instituído o Programa de Parcerias de Investimentos (PPI), destinado à ampliação e fortalecimento da interação entre o Estado e a iniciativa privada por meio da celebração de contratos de parceria para a execução de empreendimentos públicos de infraestrutura e de outras medidas de desestatização. O programa teve como objetivo alavancar recursos para a execução de empreendimentos públicos de infraestrutura, nos quais se enquadram terminais portuários, aeroviários, rodovias, ferrovias e geração de energia para impulsionar o desenvolvimento da infraestrutura de transporte no País (BRASIL, 2017).

O MAPA adotou uma série de iniciativas no sentido de promover melhorias no acesso ao benefício da subvenção e às ferramentas de suporte à gestão de risco rural pelos produtores rurais, com foco no aumento da produtividade, manutenção da renda do produtor rural e garantir a distribuição da produção. Entre as prioridades, destacaram-se os financiamentos de custeio e o incentivo à retomada dos investimentos, especialmente, na aquisição de máquinas e implementos agropecuários, na ampliação da capacidade de armazenagem e na inovação tecnológica nas propriedades rurais no âmbito dos programas Moderfrota, PCA e Inovagro (BRASIL, 2017).

No que se refere às condições de financiamento, houve redução das taxas de juros a partir de um ponto percentual, as quais, ainda assim, encontravam-se muito elevadas na comparação internacional. As medidas estiveram limitadas diante do quadro de contenção dos gastos públicos e da restrição quanto à magnitude dos recursos sujeitos ao ajuste da taxa de juros pelo Tesouro Nacional. Adicionalmente, houve redução de prazos de reembolso dos financiamentos de custeio e de investimento e foi estabelecido valor máximo de financiamento às cooperativas e às empresas integradoras que atuam nos segmentos de avicultura e suinocultura (BRASIL, 2017).

No ano também se evidenciou a reversão na trajetória dos preços, com declínio para as *commodities* e elevação no preço dos insumos agropecuários. Somado a isto, a comercialização também estava afetada pela condição de transporte e logística insatisfatória. Apesar disso, o segmento continuou sendo destaque internacional, respondendo por 5,1% das exportações totais do comércio agropecuário, atrás somente da União Europeia e dos Estados Unidos

(BRASIL, 2017).

Em 2018, o contexto econômico e social ainda era desafiador, com uma lenta recuperação da produção, com protagonismo da agropecuária para a saída da recessão. Quanto às melhorias implementadas, houve redução das taxas de juros para o crédito rural, criação de linha de crédito para capital de giro de setor específico e permissão do uso dos depósitos à vista para comprar bovinos e bubalinos. Já as políticas de apoio à comercialização se constituíram em mecanismos de garantia de preços mínimos e de financiamento da estocagem, o que reduz a incerteza de receita do produtor rural. No quesito gestão de risco, foram adotados o Plano Trienal do Seguro Rural (PTSR), o zoneamento por nível de risco para permitir a identificação de ameaças e ajustes na modelagem de riscos climáticos (BRASIL, 2018).

Vale mencionar o episódio da greve dos caminhoneiros, ocorrido em maio de 2018, que travou a logística terrestre brasileira por duas semanas, prejudicando a distribuição da produção e represando os produtos agropecuários nas propriedades rurais, tendo sido suficiente para impactar fortemente nos resultados para a produção naquele ano.

Por fim, as políticas públicas para 2019 destacaram as mudanças institucionais. Com a incorporação das atribuições da extinta Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SEAD), da Secretaria Especial da Aquicultura e da Pesca (SAP) e do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) pelo MAPA, o novo Plano Safra (PSA) 2019/20 abrangeu, de forma integrada, todos os produtores rurais e suas cooperativas (BRASIL, 2019).

Além disso, ressaltou-se a preocupação em manter, consolidar e abrir novos mercados no âmbito internacional, em promover adequações relativas ao crédito rural e à gestão de risco e diversificar as fontes de recursos no sentido aumentar a participação de fundos livres. Houve especial foco no pequeno e médio produtor, via Pronaf e Pronamp (Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor), com taxas de juros entre 0,5% e 4,6% ao ano e entre 6% e 7%, respectivamente, para crédito de custeio, industrialização e investimentos (BRASIL, 2019).

Em termos de inovação, o Governo Federal facultou a emissão de Cédula de Produto Rural corrigida pela variação cambial, facilitando a captação de recursos estrangeiros através da venda de Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA) e Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA) (BRASIL, 2019).

3 METODOLOGIA

3.1 OBJETO DE ESTUDO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta dissertação se dedicou ao estudo da produtividade agropecuária nas vinte e sete unidades da federação do Brasil, de 2015 a 2019, e propôs identificar se o comércio internacional e/ou os gastos públicos exerceram influência sobre ela.

Quanto à abordagem, esta dissertação é uma pesquisa aplicada do tipo quantitativa e combinou elementos quantitativos para explicar a relação entre as variáveis estudadas e compreender os comportamentos com base no contexto econômico as quais estão inseridas. Sendo assim, ao avaliar os objetivos propostos, denota-se a característica explicativa do estudo, cujos procedimentos técnicos se basearam na pesquisa bibliográfica e no estudo de caso que visa aprofundar o entendimento sobre a produtividade agropecuária no Brasil. Para tanto, utilizou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular a Produtividade Total dos Fatores do setor e o modelo de Dados em Painel com estimação por Mínimos Quadrados Ordinários, com o intuito de verificar a influência dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a produtividade da agropecuária.

O período para análise foi escolhido tendo em vista a disponibilidade de informações a nível estadual sobre área colhida total da lavoura, consumo de fertilizantes, venda de maquinário agrícola, população ocupada na agropecuária e Produto Interno Bruto (PIB). Também foi relevante a existência do documento Plano Agrícola e Pecuário (PAP) elaborado pelo Governo Federal, com os objetivos e intenções para cada biênio, o qual foi utilizado para registrar as políticas públicas propostas.

3.2 DADOS E FONTES

Para a consecução deste estudo, implementou-se primeiramente a DEA, na qual foram utilizados dados relativos à produção agropecuária do Brasil em valores nominais e os seguintes insumos: área colhida em hectares, consumo de fertilizantes em quilograma por hectare, venda interna de tratores de roda e colheitadeiras e população ocupada no setor agropecuário, anual. Para estimar os valores não encontrados, calculou-se a taxa de crescimento média anual. Alguns deles também foram complementados usando consulta setorial.

No que diz respeito aos determinantes da produtividade agropecuária, foram utilizados os valores para gasto público do setor em cada estado e no Distrito Federal por meio do

Relatório Resumido de Execução Orçamentária (RREO) publicado regularmente pela Secretaria do Tesouro Nacional. As informações referentes ao comércio internacional, sobre importação e exportação do setor agropecuário das unidades da federação, anual, foram colhidas no site do Ministério da Economia/Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais (SECINT/ComexStat) em dólares.

Além disso, foi utilizada a taxa de depreciação de 7% para maquinário agrícola, conforme sugere a literatura em Gasques *et al.* (2010), para o exercício de decomposição do crescimento agropecuário. E, entre as ferramentas, a pesquisa fez uso do pacote estatístico DEAP (*Data Envelopment Analysis Program*) versão 2.1, Gret-1 (2019) e R *core team* (2015).

A coleta foi detalhada no Quadro 1:

Quadro 1 - Descrição das variáveis, fonte dos dados e a utilização de cada variável

(continua)

Variável	Fonte	Utilizada em
Produto Interno Bruto (PIB) total e agropecuário em valores nominais	Banco Central do Brasil/Sistema de Gerenciamento de Séries	Decomposição do crescimento agropecuário e DEA
Produto Interno Bruto (PIB) total e agropecuário em valores reais	Banco Central do Brasil/Sistema de Gerenciamento de Séries	Análise descritiva
Área colhida das lavouras em hectares	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)	Decomposição do crescimento agropecuário e DEA
Consumo aparente de fertilizante em 1000 toneladas métricas	Nutrição de Plantas Ciência e Tecnologia (NPCT)	Decomposição do crescimento agropecuário
Consumo de fertilizante em quilograma por hectare	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e Nutrição de Plantas Ciência e Tecnologia (NPCT)	DEA
Venda interna de tratores de roda e colheitadeiras	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA)	DEA

Quadro 1 - Descrição das variáveis, fonte dos dados e a utilização de cada variável

(conclusão)

Variável	Fonte	Utilizada em
Gasto Público liquidado para a agricultura e organização agrária	Relatório Resumido de Execução Fiscal/Secretaria do Tesouro Nacional	Dados em Painel
População ocupada no setor agropecuário	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Análise descritiva, decomposição do crescimento agropecuário e DEA
Valor exportado pela agropecuária em dólares	Ministério da Economia/ Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais /ComexStat	Dados em Painel
Valor importado pela agropecuária em dólares	Ministério da Economia/ Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais /ComexStat	Dados em Painel

Fonte: Elaboração própria.

Esta dissertação seguiu a literatura internacional para a seleção de entradas e saídas para a função de eficiência baseada em Gong (2018) e Mao e Koo (1997). É válido mencionar que a escolha do PIB nominal se deu considerando a bibliografia de referência, a disponibilidade dos dados a nível estadual e a intenção de capturar os efeitos da terra, do capital e do trabalho para calcular a Produtividade Total dos Fatores, levando em conta a cobertura de todos os recursos utilizados, em diferentes medidas de desempenho, sendo comuns a todas as unidades observadas.

3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISE

3.3.1 Análise Envoltória de Dados (DEA)

A Análise Envoltória de Dados, proposta por Charnes *et al.* (1978), foi amplamente utilizada em pesquisas sobre produtividade e eficiência para calcular a PTF, conforme enumera Gomes *et al.* (2003): Yuk-Shing (1998), Zofío e Lovel (2001), Pereira (1999) e Pereira e Silva (2001); e Bayarsihan e Coelli (2003) e Oliveira *et al.* (2003) que a utilizaram para analisar o setor agropecuário mongolês e brasileiro, respectivamente.

O método se configura como uma análise não paramétrica que utiliza programação matemática para construir fronteiras de produção das unidades tomadoras de decisão (denominadas DMU – *Decision Making Unit*). Ele considera a adoção de processos tecnológicos homogêneos para produzir e avalia comparativamente os desempenhos das DMUs, diferenciando-as pelo número de insumos e produtos resultantes (CASADO, 2007; FERREIRA FILHO, 2005). A DEA também busca a minimização dos custos ou a maximização dos resultados entre os fatores produtivos empregados (JUBRAN, A.; JUBRAN, L., 2010).

De acordo com Gong (2018), as funções de eficiência são monótonas e côncavas em relação aos insumos, isto é, as unidades sempre podem produzir mais com a adição de insumos (monotonicidade) e os produtos marginais são decrescentes quando o insumo cresce (concavidade). Porém, em uma simulação, Henderson e Parmeter (2009) descobriram que a estimativa não paramétrica pode evitar a monotonicidade e a concavidade e, assim, avaliar quando os fatores de produção não estão sendo eficientes.

A DEA é uma ferramenta destinada a fornecer a identificação das melhores práticas no uso de recursos, a fim de determinar a fronteira de eficiência de um grupo de unidades produtivas que possuam as mesmas características e sejam avaliadas pelo mesmo conjunto de *input* e *output*, elaborar comparações entre os recursos usados e os resultados obtidos por cada uma das unidades avaliadas e mensurar a eficiência alcançada pelas unidades não eficientes em relação à fronteira de eficiência das unidades produtivas eficientes (JUBRAN, A.; JUBRAN, L., 2010).

Existem basicamente dois modelos de aplicação da DEA: o primeiro classifica as unidades segundo o retorno de escala e o segundo se refere ao tipo de orientação desejada no modelo para alcançar o máximo movimento em direção à fronteira (*input* ou *output*) (FERREIRA FILHO, 2005). Entende-se por fronteira o melhor resultado de eficiência relativa entre um grupo de unidades que estão sendo comparadas.

Quanto à primeira classificação, o retorno de escala pode ser constante (chamado CRS – *constant return to scale* – ou CCR em referência aos propositores Charnes, Cooper & Rhodes, em 1978) ou variável (chamado VRS – *variable return to scale* – ou BCC de Banker, Charnes & Cooper, formulado em 1984). A segunda classificação pode ser a orientada a *input* (da pela redução de insumos, mantendo o produto constante) ou a orientada a *output* (por meio do acréscimo de produtos, mantendo constantes os insumos) (JUBRAN, A.; JUBRAN, L., 2010).

É importante frisar os conceitos de produtividade e eficiência dos processos produtivos no âmbito dos desenvolvimentos teóricos e metodológicos da DEA. A partir da observação da relação existente entre produto e insumo dentro de um determinado processo produtivo, uma

unidade de produção é considerada eficiente quando obtém o máximo resultado ao alcançar o melhor rendimento com mínimo de erros e/ou de dispêndio de recursos (JUBRAN, A.; JUBRAN, L., 2010). Além disso, ela pode ser diferenciada em eficiência técnica e eficiência alocativa. A primeira faz referência à aptidão da DMU em atingir o máximo nível de produção a partir de um conjunto específico de insumos. A alocação eficiente aponta para a capacidade de uma unidade produtora de obter a máxima produção com o menor custo (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Já a produtividade é entendida como a relação existente entre a quantidade ou valor produzido (*output*) e a quantidade ou valor dos insumos aplicados à produção (*input*) (JUBRAN, A.; JUBRAN, L., 2010). Assim, a PTF é interpretada como o aumento da quantidade de produto que não é explicado pelo aumento da quantidade dos insumos, mas pelos ganhos de produtividade (GASQUES *et al.*, 2010).

Quanto ao modelo, optou-se pelo CRS para estabelecer a fronteira ótima e orientação do tipo *output*, tendo em vista a opção em trabalhos anteriores, como Carero (2017), e a finalidade de utilizar o Índice de Malmquist (IM) para analisar o desempenho relativo das unidades da federação ao longo dos anos. Além disso, de acordo com Coelli *et al.* (2005), há dificuldade de mensurar a produtividade quando se aplica o modelo de retornos variáveis de escala.

Segundo Charnes *et al.* (1994) e Estellita Lins e Meza (2000 *apud* OLIVEIRA, 2003), o modelo pode ser expresso da seguinte forma:

$$\min_{\mathbf{u}, \mathbf{v}} = \frac{\mathbf{u}'\mathbf{x}_j}{\mathbf{v}'\mathbf{y}_j} \quad (1)$$

$$\text{Sujeito a } \frac{\mathbf{u}'\mathbf{x}_i}{\mathbf{v}'\mathbf{y}_i} \geq 1 \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

$$\mathbf{u}, \mathbf{v} \geq 0$$

sendo N o número de unidades de produção comparadas (unidades da federação); j corresponde ao número de fatores de produção; y é o vetor de produtos; e x é o vetor de insumos. A variável u corresponde ao vetor de pesos relativos dos produtos e v, ao vetor de pesos associados aos insumos, de maneira que o quociente da soma ponderada dos insumos e produtos da i-ésima DMU seja reduzido, em virtude da restrição de que a razão para todas as DMUs seja maior que um. Para a fronteira de eficiência, construída a partir dos melhores resultados apresentados pelo conjunto de DMUs, é atribuído o valor máximo de 1 (COOPER; SEIFORD; TONE, 2000). As

DMUs que não estão na fronteira apresentarão resultados para eficiência entre zero e menor que um.

Diante das inúmeras soluções no modelo (1), Charnes e Cooper (1962 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2003) propuseram uma alternativa:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{u}, \mathbf{v}} &= \mathbf{u}'\mathbf{x}_j & (2) \\ \text{Sujeito a } &\mathbf{v}'\mathbf{y}_j = 1, \\ &-\mathbf{u}'\mathbf{y}_i + \mathbf{v}'\mathbf{x}_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N. \\ &\mathbf{u}, \mathbf{v} \geq 0; \end{aligned}$$

que representa a formulação do modelo envoltório de dados, a fim de maximizar o nível de produção proporcionalmente, mantendo a quantidade de insumos fixa.

Neste trabalho, foram utilizadas como DMUs as vinte e sete unidades da federação. Cabe mencionar que o recorte de tempo para o cálculo da eficiência iniciou em 2014, pois o dado foi necessário para obter a variação da eficiência relativa de um ano para o outro, a qual compõe o cálculo do índice de produtividade que será explicado na sequência. Como *inputs*, foram escolhidos a área colhida das lavouras (como *proxy* para a utilização da terra), a quantidade de tratores de roda e colheitadeiras de grãos vendidos internamente (como *proxy* para máquinas agropecuárias), o total de fertilizante consumido em quilograma por hectare e a população ocupada no setor. Para o *output*, entendido como produto gerado, o qual pode ter uma ou mais saídas (COOPER; SEIFORD; TONE, 2000), considerou-se o PIB nominal do setor agropecuário em reais.

Ademais, foi utilizado o Índice PTF de Malmquist (IM) para encontrar a Produtividade Total dos Fatores, o qual foi definido por Cave, Christensen e Diewert em 1982, que mensura as mudanças de produtividade entre dois períodos, cuja interpretação indica que, se o resultado for maior que um, houve crescimento da produtividade; se menor que um, então, significa que houve retração da produtividade (BJUREK, 1996). Portanto, os resultados fazem referência ao crescimento da PTF nos seguintes biênios: 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019.

O IM exhibe o comportamento da produtividade de maneira absoluta (se melhorou ou piorou a relação entre *output* e *input*) e o decompõe em alterações de eficiência relativa (chamada de AE ou “efeitos de aparelhamento” ou *catch-up*) e em alterações tecnológicas (chamada de AT ou “efeitos do deslocamento na fronteira” ou *frontier-shift effect*). AE mede o

quanto a DMU ficou mais próxima ou mais longe da fronteira e AT apresenta o quanto da evolução se deu porque todas as DMUs melhoraram (MARIANO, 2008).

Matematicamente, o índice é expresso pelo produto do AE e AT, conforme Mariano (2008):

$$AE = \frac{\text{eficiência da DMU no período inicial em relação à fronteira no período final}}{\text{eficiência da DMU no período final em relação à fronteira no período inicial}} \quad (3)$$

$$AT = \sqrt{\phi_1 * \phi_2} \quad (4)$$

$$\phi_1 = \frac{\text{eficiência da DMU no período inicial em relação à fronteira no período inicial}}{\text{eficiência da DMU no período inicial em relação à fronteira no período final}} \quad (5)$$

$$\phi_2 = \frac{\text{eficiência da DMU no período final em relação à fronteira no período inicial}}{\text{eficiência da DMU no período final em relação à fronteira no período final}} \quad (6)$$

Logo,

$$IM = AE * AT \quad (7)$$

em que IM é o Índice de Malmquist para a variação da Produtividade Total dos Fatores; AE indica alterações de eficiência; e AT representa alterações de tecnologia.

3.3.2 Dados em Painel

A partir do cálculo da PTF da agropecuária, estimou-se os efeitos marginais dos gastos públicos e do comércio internacional sobre a produtividade nas UFs brasileiras (PTF_{it}), utilizando modelo de Dados em Painel via estimação de Mínimos Quadrados Ordinários para 135 observações, sendo i ($i = 1, 2, 3, \dots, 27$) a representação dos estados e do DF e t ($t = 1, 2, 3, 4$ e 5) o período observado. As variáveis são descritas no Quadro 2:

Quadro 2 - Descrição das variáveis utilizadas, uso em trabalhos anteriores e modelos em que foram incluídas.

Variável	Descrição	Autores que utilizaram parâmetros similares	Modelo
PTF_{it}	mudança na Produtividade Total dos Fatores Agropecuários por unidade da federação <i>i</i> relativa ao tempo <i>t</i>	BAYARSIHAN e COELLI (2003); OLIVEIRA <i>et al.</i> (2003)	Todos
GP_{it}	total gasto público dispendido no setor agrícola mais os gastos com organização agrária ⁹	GONG (2018); CARARO (2017)	A ₁ , A ₂
CE_{it}	soma das importações e exportações agropecuárias	GONG (2018); TOPALOVA e KHANDELWAL (2011)	A ₁ , A ₂
EXP_{it}	exportações agropecuárias	GONG (2018); TOPALOVA e KHANDELWAL (2011)	B ₁ , B ₂ , C ₁ e C ₂
IMP_{it}	importações agropecuárias	GONG (2018); TOPALOVA e KHANDELWAL (2011)	B ₁ , B ₂ , D ₁ e D ₂
ε	termo do erro		

Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, o modelo inicial estimou os efeitos marginais dos gastos públicos do setor e do comércio internacional em relação à Produtividade Total dos Fatores da agropecuária:

$$A_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(GP_{it}) + \beta_2 \log(CE_{it}) + \varepsilon \quad (8)$$

Cabe mencionar que, como os modelos A, B e C são lineares nos parâmetros, foi utilizada a transformação em logaritmo das variáveis para verificar a elasticidade da variável independente em relação à variável dependente. Já no que concerne à relação entre a variável explicada e as importações agropecuárias, o modelo D apresenta semielasticidade constante.

Também foi testado o modelo com *dummies* de tempo, considerando a possibilidade de haver efeito diferencial dos anos em relação à PTF_{it}.

$$A_2: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(GP_{it}) + \beta_2 \log(CE_{it}) + \alpha_2 D_{16} + \alpha_3 D_{17} + \alpha_4 D_{18} + \alpha_5 D_{19} + \varepsilon$$

⁹ Organização Agrária inclui as despesas da União com administração geral, ordenamento territorial, comunicação social, assistência comunitária, atenção básica, proteção e benefícios ao trabalhador, ensino profissional, direitos individuais e coletivos, extensão rural e reforma agrária.

(9)

Em modelos que consideram a produtividade como a variável explicada, é recorrente encontrar limitação relacionada às oscilações nos ciclos de negócios que impactam o comportamento do produto e dos fatores e, conseqüentemente, podem afetar a aferição da produtividade (FERREIRA e ROSSI, 2003). Por este motivo, estimou-se os efeitos marginais isolados da exportação (EXP_{it}) e importação (IMP_{it}) sobre a produtividade da agropecuária (PTF_{it}), conforme o modelo B, com e sem efeitos diferenciais de tempo.

$$B_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \beta_2(IMP_{it}) + \varepsilon \quad (10)$$

É válido mencionar que a variável referente às importações agropecuárias não foi logaritimizada por conter valores iguais a zero. Em B₂, foi testado o modelo incluindo *dummies* temporais, cujo D_{16} corresponde à *dummy* para o ano de 2016, D_{17} corresponde à *dummy* para o ano de 2017, D_{18} corresponde à *dummy* para o ano de 2018 e D_{19} corresponde à *dummy* para o ano de 2019. A *dummy* referente ao ano de 2015 foi omitida, pois é a categoria de controle.

$$B_2: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \beta_2(IMP_{it}) + \alpha_2 D_{16} + \alpha_3 D_{17} + \alpha_4 D_{18} + \alpha_5 D_{19} + \varepsilon \quad (11)$$

Ainda com objetivo de verificar a presença de influência isolada da exportação e importação agropecuária sobre a PTF do setor, realizou-se a estimação considerando somente uma variável independente em modelos separados, tal como descrito abaixo:

$$C_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \varepsilon \quad (12)$$

E foram incluídas *dummies* de tempo:

$$C_2: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \alpha_2 D_{16} + \alpha_3 D_{17} + \alpha_4 D_{18} + \alpha_5 D_{19} + \varepsilon \quad (13)$$

De maneira similar, realizou o exercício a seguir:

$$D_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 IMP_{it} + \varepsilon \quad (14)$$

E foram incluídas *dummies* de tempo tal como anteriormente:

$$D_2: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 IMP_{it} + \alpha_2 D_{16} + \alpha_3 D_{17} + \alpha_4 D_{18} + \alpha_5 D_{19} + \varepsilon \quad (15)$$

Para avaliar se faz sentido ou não incluir as *dummies* para tempo, realizou-se o Teste F de Restrições Lineares Múltiplas (GUJARATI, 2006) entre os modelos com e sem efeito do tempo, da seguinte maneira:

$$F_c = \frac{\frac{R^2_{ir} - R^2_r}{q}}{\frac{1 - R^2_{ir}}{n - k - q - 1}} \sim F_{q, n - k - q - 1}^\alpha \quad (16)$$

em que R^2 é o coeficiente de determinação, n é número de observações, k é a quantidade de variáveis independentes, q é a quantidade de restrições, ir corresponde ao modelo irrestrito (isto é, com as *dummies* temporais) e r corresponde ao modelo restrito. Considerou-se a hipótese nula (H_0) como $\alpha_t = 0$, sendo $t = 2, \dots, 5$, ou seja, o conjunto de *dummies* não tem efeito sobre a PTF_{it} , e a hipótese alternativa (H_1) como pelo menos um α_t diferente de zero. Utilizou-se o critério de Akaike (AIC) para selecionar o modelo mais adequado (CAMERON; TRIVEDI, 2017).

O último exame consistiu em analisar os resíduos (u_i), considerando os pressupostos básicos de normalidade, homocedasticidade e independência.

O teste de normalidade dos resíduos (Doornik-Hansen) verifica se eles seguem uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 , cuja hipótese nula considera que os resíduos possuem distribuição normal e a hipótese alternativa afirma que os resíduos não possuem distribuição normal. É válido dizer que esta premissa pode ser relaxada levando em conta o Teorema do Limite Central, o qual afirma que, se u_i for independente e identicamente distribuído com média zero e variância constante e se as variáveis explicativas forem constantes em amostras repetidas, então os coeficientes dos estimadores de MQO se distribuem assintoticamente de modo normal com médias iguais aos β correspondentes (GUJARATI, 2006).

Para verificar a homocedasticidade dos resíduos, isto é, se u_i possui variância constante, foi utilizado o teste geral de White, considerando a hipótese H_0 para indicar que os resíduos não têm heterocedasticidade (variância constante) e H_1 para indicar que os resíduos têm heterocedasticidade (variância não constante). Dessa maneira, se o valor resultante de p-valor

for maior que o nível de significância definido, então não há heterocedasticidade.

E, por fim, para checar a independência dos resíduos, ou seja, verificar se há alguma correlação entre os integrantes das séries de observações, levando em conta que o modelo clássico define que o termo de erro de uma observação não sofre influência do termo de erro de outra observação (GUJARATI, 2006), foi utilizado o teste Ljung-Box, considerando a hipótese nula que não há autocorrelação e a hipótese alternativa que há autocorrelação e, portanto, H_1 indica que os resíduos não são independentes.

Os resultados indicam para um p-valor maior que o nível de significância determinado não há autocorrelação, isto é, não se rejeita a hipótese nula. Caso contrário, para um p-valor inferior ao nível de significância de referência, rejeita-se a hipótese de que não há autocorrelação.

As análises foram realizadas pelos *softwares* Gret-1 (2019) e R *core team* (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

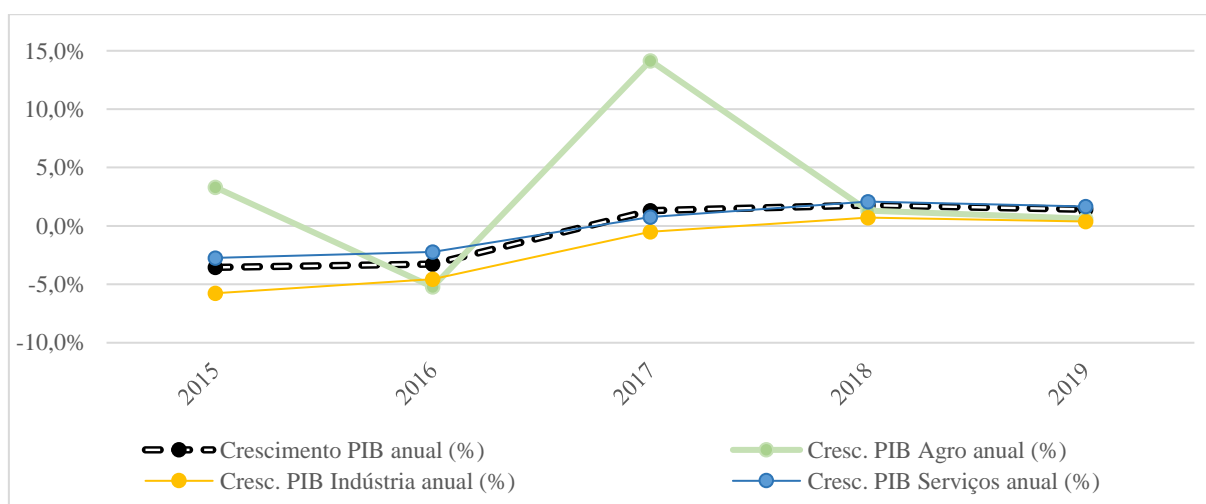
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO COM ÊNFASE NO PERÍODO DE 2015 A 2019

4.1.1 Produto Interno Bruto

Destacando o intervalo de 2015 a 2019 (GRÁFICO 1), o crescimento médio do PIB foi de 0,5% negativo ao ano (BCB, 2020). Com relação à produção agropecuária, observou-se um crescimento real de 2,8% em média ao ano, com ápice em 2017, quando exibiu um desempenho extraordinário de crescimento de 14,2% na produção em relação ao ano anterior, alcançando valor corrente de 302,97 bilhões de reais (IBGE, 2020).

O resultado foi decorrente de um cenário de oferta recorde de produtos agropecuários, apreciação do real ao longo do ano concomitante a uma redução de custos, favorecendo a economia à medida que contribuiu para o abastecimento, geração de divisas e controle inflacionário (CEPEA, 2020). Dessa maneira, observa-se que a taxa de crescimento anual do PIB agropecuário se manteve superior à do PIB total em 2015 e 2017.

Gráfico 1 - Variação real do Produto Interno Bruto total e por atividade econômica, Brasil, anual, 2015-2019

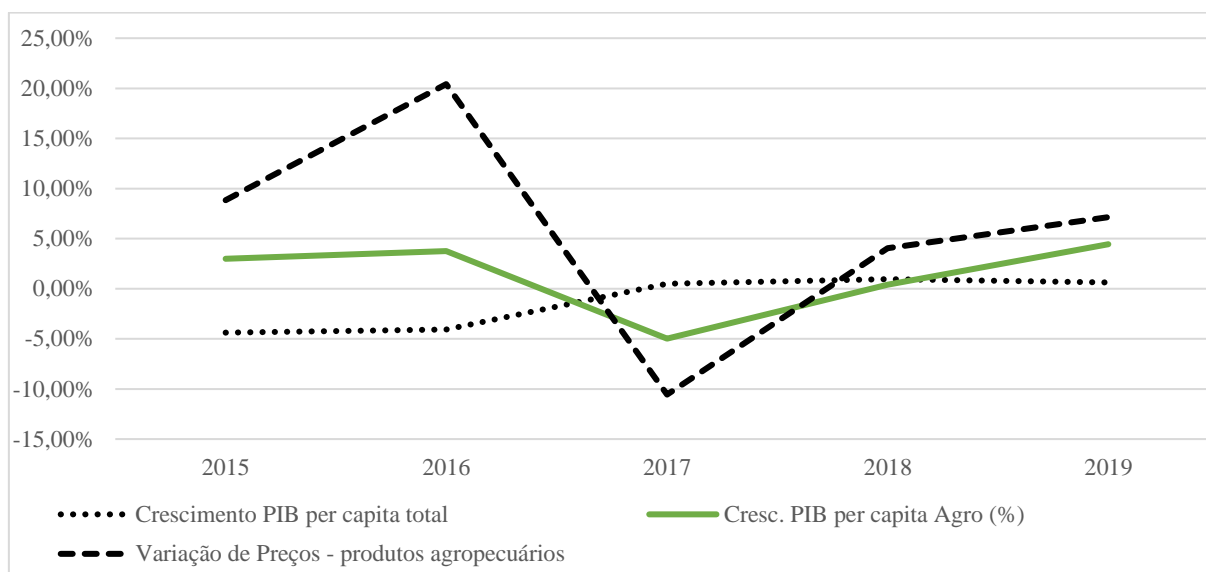


Fonte: Contas Nacionais Trimestrais, IBGE (2020).

Ao comparar o comportamento do PIB *per capita* total com o da agropecuária para o período (GRÁFICO 2), considerando os valores nominais e população estimada, registrou-se retração média de 1,27% entre 2015 e 2019 para a produção total da economia por habitante. O

resultado foi impactado pelo resultado negativo em 2015 e 2016 e suave crescimento nos anos mais recentes, enquanto o comportamento do indicador para a agropecuária sugeriu ritmo melhor, cujo crescimento médio foi de 1,3% para o PIB agropecuário por habitante, influenciado principalmente pelos preços das *commodities*.

Gráfico 2 - Comparação do crescimento do PIB total e agropecuário *per capita* e do Índice de Preços ao Consumidor Amplo para produtos agropecuários, Brasil, 2015-2019



Fonte: IBGE, CEPEA/ESALQ e IPEADATA (2020).

4.1.2 Insumos

Após o amplo processo de expansão e ocupação de novas áreas até 1980, o número de estabelecimentos voltados para a atividade agrária ficou relativamente estável (GASQUES *et al.*, 2010), situando-se em 5,1 milhões em 2006. Em 2017, registrou-se redução para 4,9 milhões entre terras próprias, concessões, arrendadas, parcerias, comodatas e ocupadas (IBGE, 2020). Apesar disso, a área total dos estabelecimentos cresceu 5,28% na comparação dos anos. Esta queda observada na quantidade de propriedades refletiu, por um lado, o aumento da área média e, por outro, o incremento da produtividade dos fatores de produção via investimentos em pesquisa, qualificação da mão-de-obra e de políticas públicas para agropecuária.

Com relação ao perfil de utilização das terras, segundo os resultados dos censos agropecuários do IBGE, considerando a variação entre 2006 e 2017, registrou-se contração de 33,6% no uso de terras em hectares para lavouras permanentes, aumento de 14% para lavouras temporárias, redução de 17,9% nas pastagens naturais e aumento de 9,5% para pastagens plantadas. A pesquisa também contabilizou o total utilizado para matas naturais (que teve

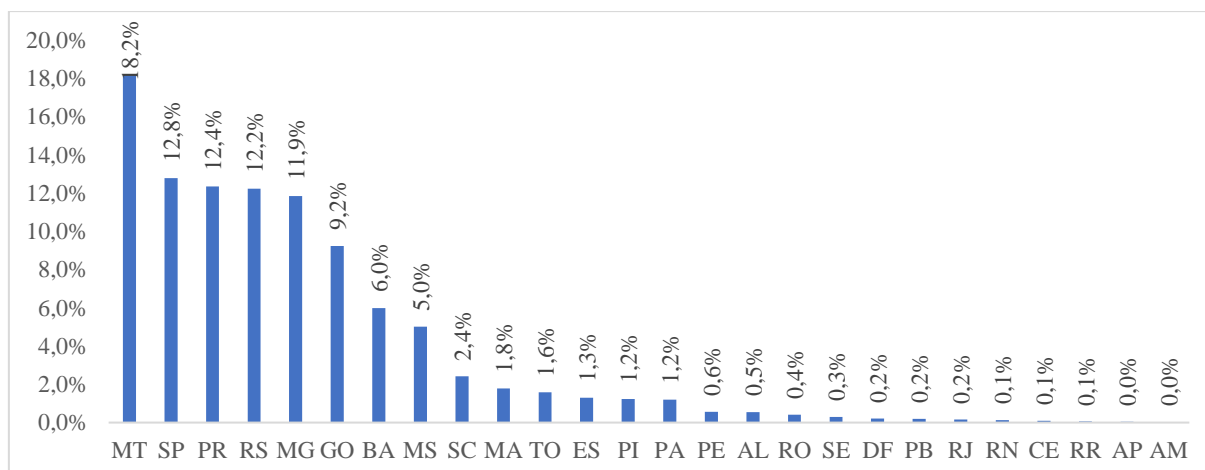
incremento de 11,8%) e matas plantadas (aumento de 82,9%) na comparação entre os períodos (IBGE, 2020).

Impactou nesta mudança a conversão de áreas de pastagens degradadas ao plantio temporário de soja, como uma maneira de renovar o solo – incentivada pelo Prolapec. Além disso, considerou-se também, como um importante fator para a transformação, a possível expansão do pequeno e médio produtor rural no País, em associação ao fortalecimento da agropecuária familiar, estimulado pelo Pronaf e Pronamp, e às melhores condições produtivas.

Com relação à pecuária, foram consideradas para análise as carnes bovina, suína e de aves. O crescimento da produção apresentou dinamismo sobrelevado nas últimas décadas, em virtude das vantagens competitivas desta *commodity* pela disponibilidade da matéria-prima barata (pastos para gado e milho e soja para a alimentação de suínos e aves) e resultado da melhor conjuntura macroeconômica do Brasil nos anos 1990 (controle de inflação em 1994, a correção da defasagem cambial em 1999 e a intensificação da demanda internacional nos anos 2000). Na comparação entre 2006 e 2017, houve redução de 1,95% no efetivo de bovinos, aumento de 26,2% em suínos e de 19,1% em aves (IBGE, 2020).

Quanto ao uso de químicos, de acordo com o Nutrição de Plantas Ciência e Tecnologia, o consumo nacional de fertilizantes cresceu no período 2,6% na média anual, com destaque para 2016, que aumentou 12,9% ao ano seguido da redução registrada no ano anterior de 6,2%, impulsionado pela intensificação nos estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul (GRÁFICO 3). Vale ressaltar que, de 2011 a 2019, o MT foi o estado que mais fez uso de químicos no País na média, possivelmente relacionado ao tamanho da área plantada e pela necessidade de corretivos para favorecer a fertilidade do solo na unidade federativa, seguido por SP, PR e RS (NPCT, 2020).

Gráfico 3 - Distribuição do consumo de fertilizante em toneladas métricas por UF, 2019



Fonte: NPCT (2020).

O uso de máquinas em várias etapas da produção (plantio, colheita, ordenha e abate) ajudou o País em sua produtividade no século passado. No período recente, a utilização de ferramentas dotadas de tecnologias mais complexas se destacou como importante instrumento no que diz respeito à eficiência da produção agropecuária, colocando o Brasil como um exemplo de excelência na produção de conhecimento aplicado à agropecuária (VIEIRA FILHO, 2010). Tal reconhecimento se deu, sobretudo, ao promover a análise de dados com a finalidade de impulsionar a produção sem expandir o uso de terras para cultivo e criação. Neste cenário, a tecnologia se tornou uma aliada no processo de melhoria da produtividade, sob a premissa de alcançar realizações com sustentabilidade.

Para a análise, utilizou-se como *proxy* a venda interna de tratores de rodas e colheitadeiras de grãos. Os resultados exibiram contração de 0,82% em média por ano no período em destaque com importante volatilidade. O ano de 2018 foi o único que apresentou crescimento (12,6% ao ano), concentrado nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo, os quais responderam por 12,8%, 15,3% e 18% das vendas entre 2015 e 2019 em média.

Também se avaliou o desempenho do fator trabalho como medida de referência da alocação de recursos entre setores produtivos. É possível notar que nas últimas décadas a economia brasileira direcionou mão-de-obra para o setor de serviços, com destaque para as migrações laborais do setor agropecuário, os quais perderam 9,1 pontos percentuais de participação na população ocupada entre 2000 e 2019 (CEPEA/ESALQ, 2020; IBGE, 2020). Isto impactou na contribuição deste componente ao crescimento econômico do setor cuja média quinquenal registra decréscimo.

Em paralelo, os sucessivos avanços tecnológicos na área de grãos e oleaginosas

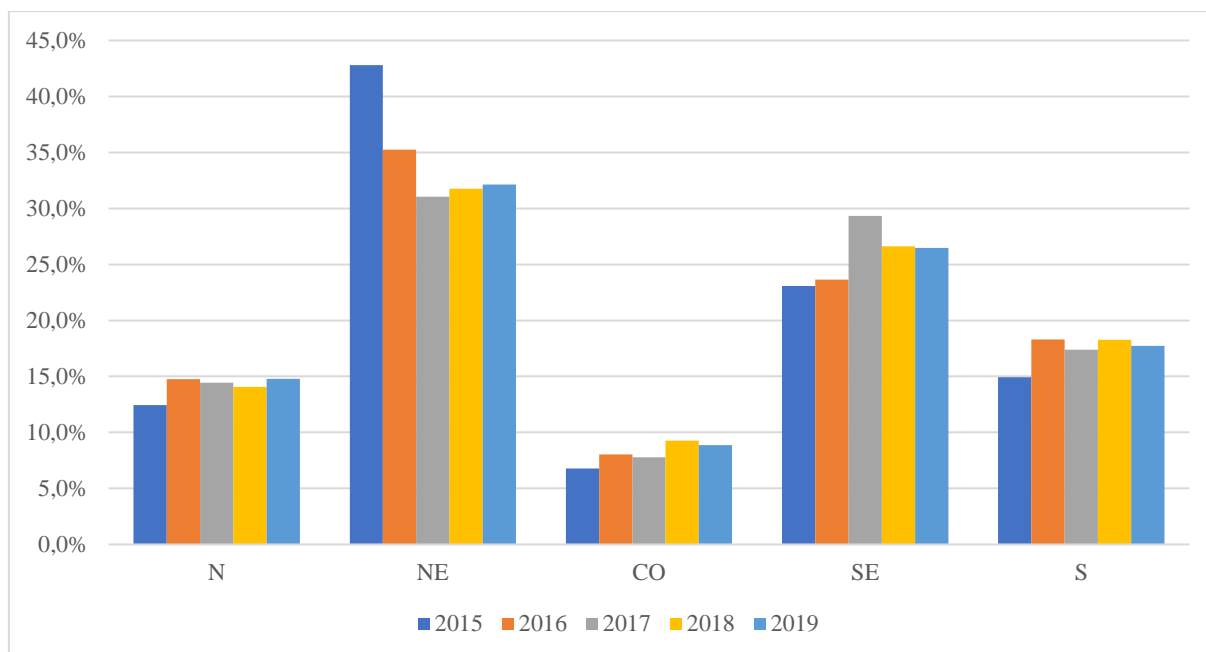
lograram aumentar a produção com poupança de mão-de-obra. Esta ideia foi compartilhada por Johnston e Mellor (1961), os quais argumentaram que as mudanças estruturais provocadas pela agropecuária estariam baseadas, entre outros fatores, na possibilidade de expansão da produção agropecuária com redução da mão-de-obra através do aumento de produtividade. Este avanço responderia tanto pela maior produção absoluta quanto pela redução de trabalhadores utilizados nos processos produtivos.

A agropecuária reuniu 8,7% do total de ocupados no País (CEPEA/ESALQ, 2020), sendo que na década de 1960, a participação dos trabalhadores do setor na economia brasileira chegava a 70% (BUAINAIN; DEDECCA, 2010). De acordo com Gasques e Conceição (2000), a participação decrescente do setor na economia é uma das principais características da transformação estrutural da agropecuária, assim como, a redução proporcional do emprego vinculado à atividade em relação ao emprego total.

Vale frisar que o número de pessoas ocupadas no segmento na agropecuária saiu de 15,7 milhões em 2009 para 8,3 milhões em 2019, sendo a maior parte composta por trabalhadores do sexo masculino (71%). Entre as regiões, o Nordeste absorveu o maior contingente, cuja parcela importante está envolvida em atividades de baixa produtividade, como a mão de obra não remunerada da família (IBGE, 2020).

Nos anos em destaque neste trabalho, somente em 2017 houve aumento da população ocupada na agropecuária em relação ao ano anterior de 1,7%. Em todos os outros períodos, registrou-se redução, sobre os quais ressalta-se que, em 2016, o número reduziu 32,3% em relação a 2015, liderado pelo estado de Minas Gerais, que diminuiu 44% dos trabalhadores do setor (IBGE, 2020). No Gráfico 4, é possível ver como se deu a distribuição laboral entre as regiões no período de 2015 a 2019 por região geográfica.

Gráfico 4 - Participação da população ocupada da agropecuária por região brasileira, 2015-2019



Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, IBGE (2020).

Em decorrência da forte presença da agropecuária familiar e extensiva, a região Nordeste é a que concentra a maior parte da mão-de-obra no País. As unidades agregadas registraram brusca variação na participação laboral que caiu de 45% em 2014 para 32,1% em 2019 (GRÁFICO 4). O peso deste movimento sobre o total foi bastante intenso e fez com que a trajetória para as demais regiões fosse ascendente, muito embora todas elas exibiram contração na quantidade absoluta de trabalhadores agropecuários. Vale mencionar que o território perdeu quase a metade dos recursos humanos em 2016, quando 44,2% deixaram de atuar no setor na região (IBGE, 2020).

A região Norte apresentou aumento na participação da população ocupada sobre o total ao longo do quinquênio, apesar da contração do número de trabalhadores de 4,7% em média, saindo de 12,4% em 2015 para 14,8% em 2019, devido à brusca redução ocorrida na região Nordeste (GRÁFICO 4) (IBGE, 2020).

A região Centro-Oeste congrega a menor parcela de trabalhadores agropecuários do país (GRÁFICO 4), fato este que pode ser justificado pelo nível de mecanização e qualidade intensiva da atividade no local. Tal como a região Norte, apesar da redução em números absolutos, a área também registrou incremento na participação laboral relativa de 6,8% em 2015 para 8,9% em 2019 (IBGE, 2020).

De acordo com o Gráfico 4, o Sudeste apresentou trajetória similar às outras regiões, com exceção do Nordeste. Embora a região tenha perdido colaboradores durante o período, a

sua participação cresceu 3,4% entre 2015 e 2019, saindo de 23,1% para 26,5% do total de trabalhadores da agropecuária brasileira. Cabe mencionar que a região se destaca pela mecanização das propriedades rurais (IBGE, 2020).

Com comportamento bastante parecido ao da região Centro-Oeste, o Sul também registrou queda no número de trabalhadores do setor, tendo sido de 5,6% negativo na taxa de crescimento médio anual, apesar do aumento na participação relativa de 14,9% em 2015 para 17,7% em 2019 (GRÁFICO 4) (IBGE, 2020).

Assim, o crescimento da produção agropecuária refletiu, em boa medida, o funcionamento dual do setor agropecuário, com um esquema comercial e outro familiar. O primeiro respondia, em 2017, por 23% do total de estabelecimentos, contava com um alto percentual de áreas disponíveis (76%), aplicava o maior gasto em alta tecnologias, era poupador de terra-trabalho e se apropriava de uma proporção dos ingressos gerados no setor. Já o segundo, a agropecuária familiar, no ano, concentrava a maior parte da força de trabalho do setor e contava com um baixo percentual dos gastos tecnológicos (IBGE, 2020).

Muito embora haja registro de melhoria no grau de educação formal do trabalhador rural (BALSADI, 2006; DEL GROSSI; GRAZIANO DA SILVA, 2006; NEGRI, 2006), ainda é relevante o percentual de pessoas ocupadas com baixa qualificação, mesmo entre os proprietários e as pessoas que dirigem os estabelecimentos agropecuários. Isto explica porque grande parte dos estabelecimentos não tenha acessado orientação técnica no decorrer do processo produtivo (VIEIRA FILHO, 2010), sendo, dessa maneira, uma das causas da redução da contribuição da mão-de-obra ao crescimento econômico da agropecuária. Para evidenciar isso, em 2017, o censo agropecuário registrou que 49,8% dos homens declararam ter completado até o primário, ginásio ou ensino fundamental, enquanto entre as mulheres, o percentual alcançou 45,9% (IBGE, 2020).

4.1.3 Análise das fontes de recursos do setor agropecuário

As informações dos RREO publicados entre 2015 e 2019 indicam que o governo brasileiro reduziu o gasto público paralelamente ao avanço da produção agropecuária. Em paralelo, foram adotadas medidas para possibilitar a expansão do crédito, o apoio à comercialização e ao seguro rural. Mas ainda era relevante o baixo nível de escolaridade dos trabalhadores (64% concluíram somente até o ensino fundamental), a escassa assistência técnica (80% não tiveram orientação) e o baixo acesso ao crédito rural – aproximadamente 19% dos estabelecimentos conseguiram captar recursos, com base nos dados do censo agropecuário

de 2017 (IBGE, 2020).

No que diz respeito à obtenção de crédito, a disponibilidade de recursos depende da oferta dos bancos públicos, privados, cooperativas, bancos de desenvolvimento e agências de fomento. Em virtude da difícil circunstância econômica, ela apresentou desaceleração nos últimos anos, com taxa de crescimento média de 2,99% ao ano (BCB, 2020).

Na comparação com o ano imediatamente anterior, o pico foi no ano de 2015, quando cresceu 33,4% em relação ao ano anterior, impulsionado pelas operações de crédito para comercialização. Em 2016, o crédito rural cresceu menos intensamente, em 3,3% em relação ao ano anterior, sobretudo, pela desaceleração nos empréstimos para apoio à comercialização. Em 2017, registrou-se aumento de 5,3% anual, novamente influenciado pelo acréscimo no crédito rural para custeio. Em 2018, houve aumento de 8,3% ao ano, motivado pelo crescimento em investimentos e, em 2019, contabilizou-se retração de 1,6% anual em decorrência da redução do crédito para investimentos (BCB, 2020).

Outra fonte de recursos para o setor são as despesas públicas da União e das unidades da federação, as quais também apontaram para uma tendência decrescente em termos de crescimento médio anual, cuja taxa foi de 4% ao ano negativa na comparação 2019 com 2015 (STN, 2020).

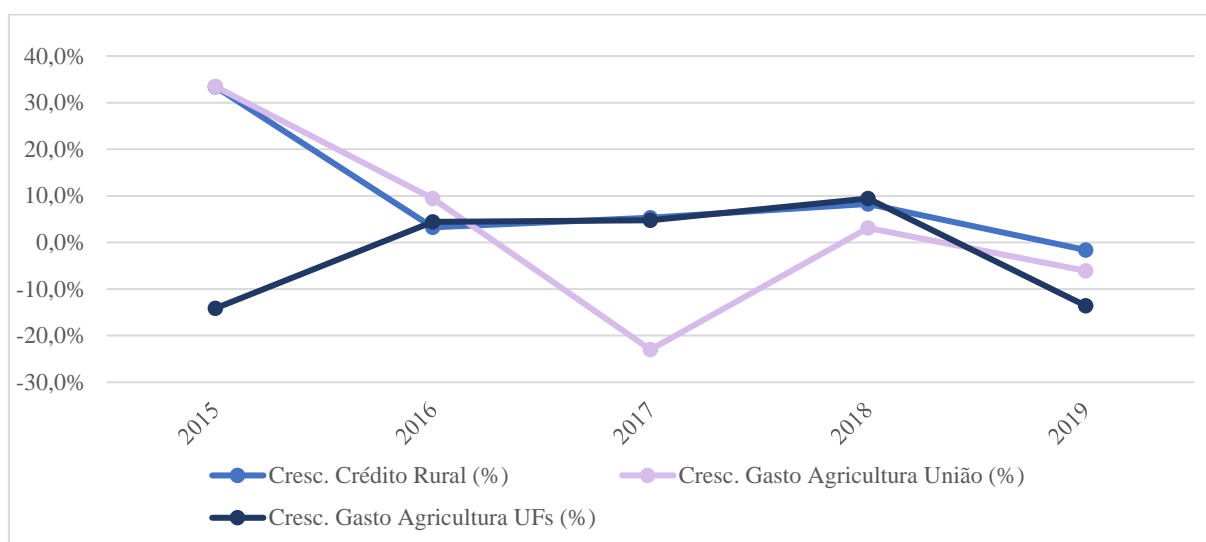
Cabe mencionar que, enquanto o crédito rural se dedica ao endividamento para custeio, investimento e comercialização, os gastos públicos servem para financiar a administração pública do setor, assim como, o abastecimento, extensão rural, irrigação, promoção da produção e defesa agropecuária.

Em termos de distribuição *per capita* dos recursos estaduais, a região Norte apresentou a maior média de gasto no período, de R\$ 74,97 por pessoa, seguida da região Sul (R\$ 58,58), região Centro-Oeste (R\$ 51,53), região Nordeste (R\$ 38,92) e região Sudeste com média de R\$ 27,87 por habitante. Quanto ao valor do crédito rural contratado médio, de 2015 a 2019, a região Centro-Oeste registrou R\$ 2.560,56 por habitante, acompanhado da região Sul com R\$ 1.867,91 por habitante, região Norte (R\$ 629,24 por habitante), região Sudeste (R\$ 481,36 por habitante) e região Nordeste (R\$ 219,11 por habitante) (STN, 2020).

Concernente aos gastos do Governo Federal (GRÁFICO 5), o ano de 2015 se destacou com crescimento de 33,5% em relação aos gastos liquidados do ano anterior, conforme registrado no RREO da Secretaria do Tesouro Nacional, o que contribuiu para recuperar a liquidez dos produtores rurais, afetados pela crise econômica instalada, superando a expansão dos financiamentos de custeio (BRASIL, 2017). Os anos seguintes apresentaram certa volatilidade. Em 2016, houve desaceleração do crescimento para 9,4% a.a., em virtude do

crescimento mais lento dos gastos com abastecimento, extensão rural, irrigação, promoção da produção agropecuária e outros. Em 2017, registrou-se contração de 23,0% a.a. com as quedas nos gastos totais com promoção da produção agropecuária e abastecimento. Em 2018, houve um aumento de 3,1% a.a. impulsionado pelos gastos com abastecimento. E, em 2019, houve novamente contração de 6,1% a.a. com nova queda nos gastos com abastecimento. Vale lembrar que o gasto público no período, de maneira geral, sofreu retração como uma consequência da situação econômica e das questões fiscais do setor público (STN, 2020).

Gráfico 5 - Taxa de crescimento dos gastos públicos para o setor da União e das UFs e do valor contratado de crédito rural total, ambos em média, 2015-2019



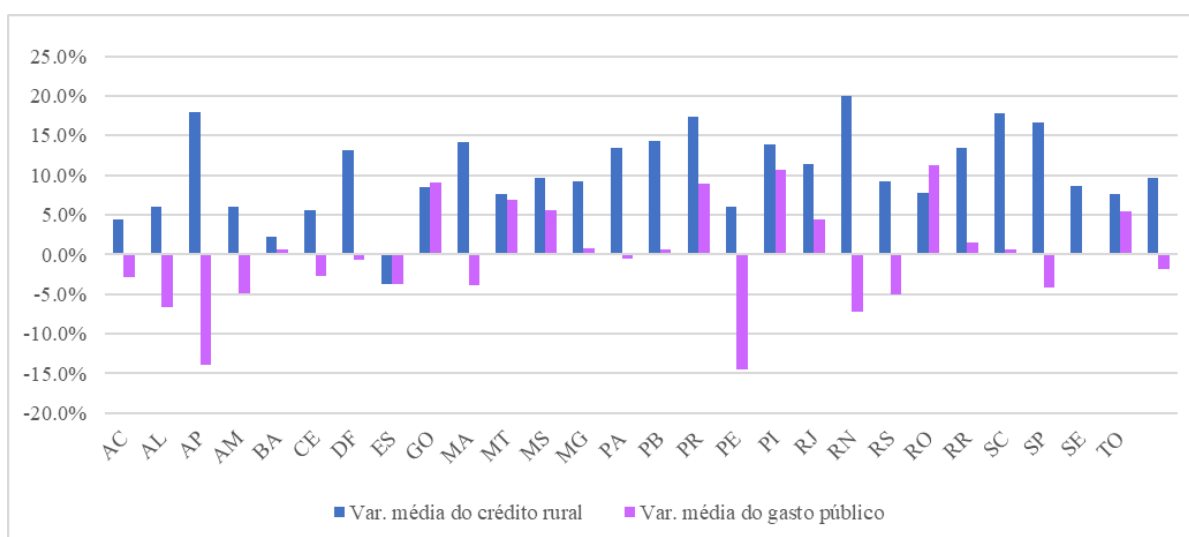
Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional e Banco Central do Brasil (2020).

O comportamento das despesas liquidadas no setor se diferenciou nos estados e no DF na comparação com o registrado para a União. Em 2015, houve contração importante na média para os estados de 14,1%. Em 2016, assim como, para a União, registrou-se incremento da despesa de 4,4% na comparação anual, tendo sido suavemente maior para as UFs, em média, do que para o governo central. Em 2017, apesar da queda registrada para a União, nos estados e no DF, os gastos se mantiveram praticamente em patamar similar de crescimento do anterior, exibindo suave aceleração de 0,3 ponto percentual. Em 2018, houve mais um aumento nas despesas nos estados, de 9,4% ao ano, mas a trajetória reverteu em 2019, quando as unidades federativas registraram contração de 13,6% no gasto do setor no ano, em média (STN, 2020).

Entre as entidades da federação, aquelas que registraram maior crescimento dos gastos públicos no setor, em média, foram RO (11,2%), PI (10,6%) e GO (9,0%). Por outro lado, as maiores retrações médias foram encontradas em PE (-14,5%) e no AP (-14%), em decorrência

das contrações nas despesas com abastecimento, extensão rural e outros (STN. 2020). E, para o crédito rural, destacaram-se RN (20,1%), AP (17,9%) e SC (17,8%) (BCB, 2020). Vale lembrar que o valor de crédito rural contratado pela União e pelos entes federativos no período correspondeu, em média, a 10,1% e 22,5%, respectivamente, do valor gasto total pelo setor público do setor. No gráfico 6, observa-se o crescimento médio no período dos gastos públicos no setor e do valor contratado de crédito rural por unidade da federação.

Gráfico 6 - Média do crescimento dos gastos públicos do setor e do valor contratado de crédito rural por UFs, 2015-2019



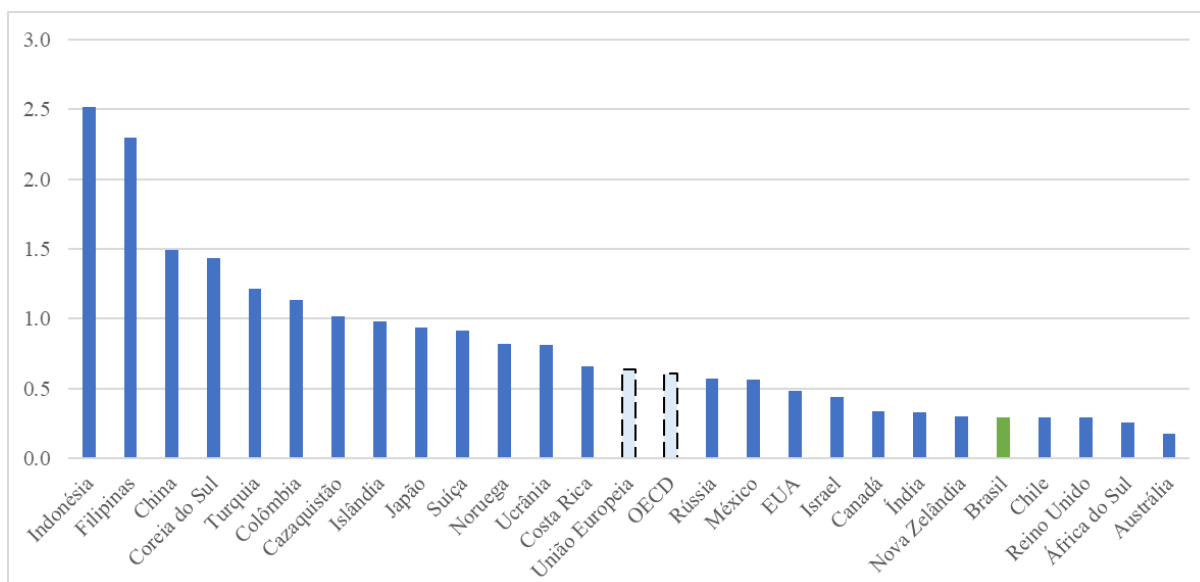
Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional e Banco Central do Brasil (2020).

No que diz respeito à captura de crédito, em 2015, houve aumento de 33,4% no ano, em média, impulsionada principalmente pelos estados do PR e SP, os quais intensificaram o valor contratado em 91,8% e 82,9% no ano, respectivamente, impulsionados pelo crédito para custeio. Em 2016, 2017 e 2018, o ritmo de contratação de crédito rural, em termos de montante total, comportou-se de maneira bastante similar aos gastos públicos médios das UFs, crescendo 3,3%, 5,3% e 8,3% ao ano, respectivamente. Ressalta-se o crescimento do crédito para custeio em 2016. No ano seguinte, os três tipos registraram incremento, com destaque para o salto do crédito para comercialização que cresceu 67,4% a.a., sobretudo, no estado do PA. Em 2018, houve crescimento nas três categorias de crédito, porém menos intensa, com aumento de 7,5% a.a. no crédito para custeio, 19% a.a. para investimentos e 11,6% a.a. para comercialização. Em 2019, registrou-se contração de 1,6% no ano, em decorrência da redução do crédito para investimentos que caiu 0,5% em relação ao ano anterior.

Quanto à natureza dos gastos, destaca-se que, de 2016 a 2019, 58,3% do dispêndio da União para o setor foi destinado a subvenções econômicas e concessões de empréstimos e financiamentos na média, segundo dados do Portal da Transparência em 2020. “Administração geral” também ocupou uma parcela relevante com cerca 30,5% dos gastos da pasta no período. Enquanto as categorias “desenvolvimento científico”, “desenvolvimento tecnológico e engenharias” e “difusão do conhecimento científico e tecnológico”, vinculadas aos setores de desenvolvimento e pesquisa, alcançaram a média de 1,1% do gasto da pasta no quadriênio em evidência. As informações de 2015 não estão disponíveis (BRASIL, 2020).

Vale frisar, adicionalmente, a comparação internacional no que concerne à estimativa de suporte ao setor, em valor monetário em relação ao PIB, sobre as transferências para a agropecuária decorrentes de políticas governamentais, conforme evidenciado no Gráfico 7. Em 2019, o Brasil se posicionou atrás de países como a China, Colômbia, México e Índia, registrando 0,29% após sucessivas quedas em 2017 (-0,12 p.p.), 2018 (-0,03 p.p.) e 2019 (-0,02 p.p.) na participação sobre o PIB (OECD, 2021).

Gráfico 7 - Estimativa de suporte público agropecuário em percentual do PIB, comparação internacional, 2019



Fonte: OECD (2021).

4.1.4 Comércio Internacional

Enquanto a exportação total registrou taxa de crescimento média anual de 3,37% e a importação de 0,68%, considerando os valores FOB em dólares, o desempenho da agropecuária

foi melhor, alcançando 4,05% e 3,32% ao ano, respectivamente. No que diz respeito à exportação, após dois anos de contração, 2017 registrou um salto importante de 17,55% no crescimento anual, impulsionando para cima o resultado médio. Este comportamento foi similar para a agropecuária que, no ano, cresceu de forma importante em 23,7% em relação ao ano de 2016. Do lado das importações, o ano de 2018 foi o destaque para o montante total, com incremento de 20,22% a.a., impactado, sobretudo, pela desvalorização do real (superior a 15% no ano em média). Quanto à agropecuária, houve decréscimo de 0,6% anual (COMEX STAT, 2020).

Além disso, registrou-se suave recrudescimento da participação da exportação da agropecuária no total enviado ao exterior de 0,6 p.p. entre 2015 e 2019 e de 0,3 p.p. no caso das importações. A este respeito, salienta-se que o desempenho dos segmentos da agropecuária brasileira depende crescentemente do cenário econômico externo, refletido na evolução do comércio mundial de mercadorias (BRASIL, 2014). Na comparação do comércio internacional na agropecuária e na economia agregada (GRÁFICO 8), as exportações do setor primário acompanharam o comportamento em relação à variação do total exportado pela economia, sendo que nos anos de crescimento, o seu aumento foi mais intenso do que a exportação agregada.

Gráfico 8 - Variação anual da Exportação total e da Exportação da Agropecuária, valores correntes US\$ FOB, Brasil, 2015-2019



Fonte: Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais/ComexStat (2020).

Ao analisar as importações (GRÁFICO 9), o comportamento do total da economia e da agropecuária exibiram direções opostas em todos os anos, exceto 2015. Isto é, quando houve

contração nas importações totais, o setor agrário manifestou expansão, em consonância com o comportamento dos investimentos. As importações agropecuárias tiveram uma contração relevante em 2015, aumento em 2016, redução novamente nos anos de 2017 e 2018 e suave crescimento em 2019, quando a recuperação econômica voltou a avançar, alinhado com a ideia presente em Gong (2018) de que o fluxo econômico internacional e o investimento doméstico promovem o crescimento econômico.

Gráfico 9 - Variação anual da Importação total e da Importação da Agropecuária, valores correntes US\$ FOB, Brasil, 2015-2019



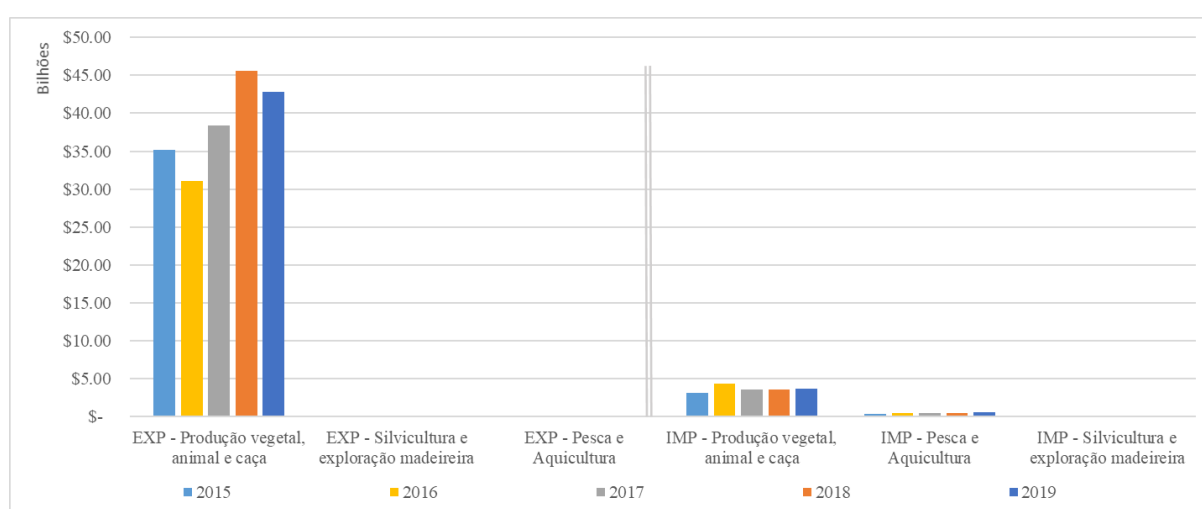
Fonte: Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais/ComexStat (2020).

Não obstante, também contribuíram para o crescimento econômico do período o preço das *commodities* no mercado mundial e a taxa de câmbio. Eles influenciaram conjuntamente o saldo da balança comercial que marcou registros positivos em todo o período observado, taxa de crescimento média anual de 19,7% e déficit da conta corrente total de -0,74% do PIB em dezembro de 2019 (BCB, 2020). Cabe mencionar que o déficit da conta corrente registrou forte redução, apresentando trinta meses consecutivos negativos, os quais refletem a vulnerabilidade e a exposição aos riscos externos com respeito a outras economias emergentes de similar tamanho.

Especificamente, observou-se o comportamento das exportações e importações agropecuárias em termos de divisão, tal como disponibilizado no ComexStat. No Gráfico 10, destaca-se o valor das exportações da produção vegetal, animal e caça, bastante superior às demais categorias evidenciadas. Ainda é válido mencionar a venda de sementes, frutos oleaginosos e grãos para o exterior, que alcançou a média de US\$ 25,1 bilhões, puxando o

resultado da categoria em destaque. Do lado das importações, também se destaca a mesma divisão mencionada, cujos bens intermediários são relevantes (correspondendo a cerca de 62% do total importado) e os cereais são os produtos de maior notoriedade. Estes apresentaram importação média de US\$ 1,7 bilhão no período, com destaque para “outros trigos (incluindo espelta) e centeio” (31,4% do total exportado na média para o período), destinado principalmente à indústria (COMEX STAT, 2020).

Gráfico 10 - Valores exportados e importados pela agropecuária, divisão por atividade econômica, US\$ Bilhões, FOB, Brasil, 2015-2019



Fonte: Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais/ComexStat (2020).

4.1.5 Decomposição fatorial do crescimento econômico do setor agropecuário

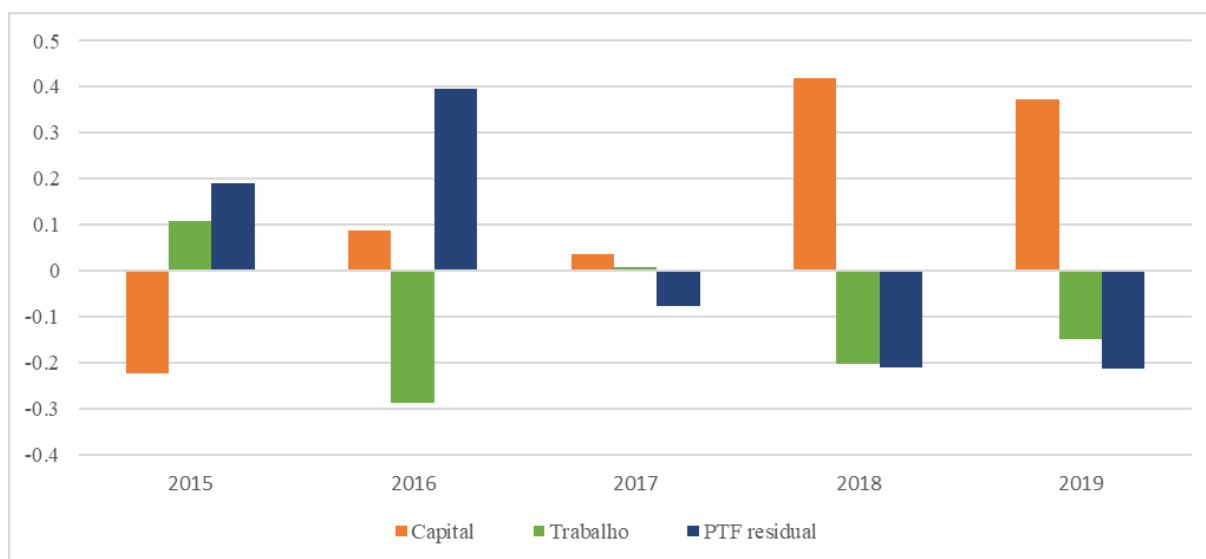
Adicionalmente, elaborou-se o exercício de decomposição do crescimento econômico para o PIB agropecuário brasileiro no intervalo de 2015 a 2019 para observar a média anual da contribuição dos fatores produtivos. Para tanto, foram utilizados três elementos principais: 1) trabalho, considerando o número de pessoas ocupadas no setor e o grau de escolarização; 2) capital físico (área colhida, a quantidade de máquinas agrícolas e uso de fertilizantes), e 3) a Produtividade Total dos Fatores residual que resume o saldo dos demais contribuintes ao crescimento.

Os fatores residuais têm sido o principal colaborador ao crescimento econômico da agropecuária brasileira de longo prazo. Em valores nominais, a economia primária apresentou um crescimento médio anual de 9,94% para o período, dos quais o fator trabalho aportou 2,40 pontos percentuais, o componente capital gerou 3,39 p.p. e os demais fatores da PTF exerceram contribuição de 4,15 p.p. Observou-se que a variável com maior volatilidade foi o capital,

seguido do trabalho e da PTF residual, os quais registraram desvio-padrão da amostra de 0,39, 0,24 e 0,21, respectivamente.

Calculou-se adicionalmente a contribuição fatorial dos três componentes, ou seja, quanto da diferença do produto de um ano para o outro se originou em cada componente (GRÁFICO 11). Em termos da diferença de um ano para o outro, em 2015, houve queda de 0,22 p.p. no fator capital e aumento de 0,11 p.p. e 0,19 p.p. nos fatores trabalho e residual. Em 2016, o sentido se inverteu para capital e trabalho, os quais exibiram contribuições de 0,09 p.p. e -0,29 p.p., respectivamente, ao passo que a parcela não explicada do produto foi quem impulsionou com 0,4 p.p. o aumento no ano. Em 2017, as mudanças foram pequenas para o capital, trabalho e residual de 0,04 p.p., 0,01 p.p. e -0,08 p.p., na devida ordem. Os anos de 2018 e 2019 exibiram trajetórias similares, cujos resultados foram 0,42 p.p., -0,2 p.p. e -0,21 p.p. e 0,37 p.p., -0,15 p.p. e -0,21 p.p., para os respectivos intervalos de tempo e fatores.

Gráfico 11 - Decomposição da contribuição fatorial ao crescimento econômico da agropecuária, Brasil, 2015-2019



Fonte: Resultados da pesquisa.

Quando se analisa o fator capital, nota-se tendência ascendente ao longo dos anos, com elevação na participação de 30,9% em 2015 para 34,1% em 2019, tendo sido preponderante ao crescimento do produto em 2018 e 2019. Apesar da queda na contribuição do fator trabalho, observa-se que o comportamento deste componente esteve alinhado à redução da população ocupada no setor no período. Foi por este motivo que a sua contribuição caiu de 26,7% em 2015 para 24,1% em 2019. Quanto aos fatores produtivos residuais, eles também registraram retração ao longo dos anos, porém um pouco mais modesta de 0,7 p.p., saindo de 42,4% em 2015 para

41,7% em 2019.

4.2 ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES AGROPECUÁRIOS NAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO DE 2015 A 2019

No modelo adotado, que corresponde ao CRS orientado ao *output*, busca-se responder a indagação “quanto produto é possível aumentar utilizando o mesmo insumo?”. Partindo disso, ao rodar o exercício no *software* DEAP versão 2.1, o qual descreve a maximização da razão entre a combinação linear de produtos e de insumos, o primeiro resultado gerado foi a eficiência para os estados e o Distrito Federal em cada um dos anos analisados, conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1 - Eficiência das DMUs e médias, por UF, de 2014 a 2019

(continua)

UF/Ano	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Média
Acre (AC)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Alagoas (AL)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amapá (AP)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Amazonas (AM)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bahia (BA)	1,00	1,00	1,00	0,87	1,00	1,00	0,98
Ceará (CE)	1,00	0,83	0,90	1,00	1,00	1,00	0,96
Distrito Federal (DF)	1,00	1,00	0,83	1,00	1,00	1,00	0,97
Espírito Santo (ES)	0,61	0,53	0,47	0,43	0,49	0,49	0,50
Goiás (GO)	0,86	0,87	0,90	0,89	0,87	0,85	0,87
Maranhão (MA)	0,76	0,67	0,45	0,55	0,59	0,59	0,60
Mato Grosso (MT)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mato Grosso do Sul (MS)	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00
Minas Gerais (MG)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pará (PA)	1,00	1,00	1,00	0,95	0,81	0,86	0,94
Paraíba (PB)	0,29	0,26	0,30	0,23	0,24	0,26	0,26
Paraná (PR)	0,93	0,88	0,89	0,91	0,97	0,92	0,92
Pernambuco (PE)	0,60	0,61	0,56	0,45	0,54	0,50	0,54
Piauí (PI)	0,72	0,82	0,35	0,82	0,84	0,64	0,70
Rio de Janeiro (RJ)	1,00	0,93	0,78	0,82	0,83	0,82	0,86
Rio Grande do Norte (RN)	0,23	0,23	0,34	0,32	0,35	0,36	0,30

Tabela 1 - Eficiência das DMUs e médias, por UF, de 2014 a 2019

	(conclusão)						
Rio Grande do Sul (RS)	0,81	0,83	0,82	0,80	0,87	0,86	0,83
Rondônia (RO)	0,29	0,24	0,19	0,22	0,21	0,22	0,23
Roraima (RR)	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97
Santa Catarina (SC)	0,93	0,88	0,81	0,73	0,72	0,71	0,80
São Paulo (SP)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sergipe (SE)	0,43	0,31	0,31	0,28	0,37	0,22	0,32
Tocantins (TO)	0,56	0,50	0,45	0,43	0,42	0,39	0,46
Média	0,81	0,79	0,75	0,77	0,78	0,77	0,78

Fonte: Resultados da pesquisa.

Torna-se importante mencionar a eficiência, pois ela é utilizada para calcular o índice Malmquist de Produtividade Total dos Fatores, elemento central deste trabalho, e mostra as unidades da federação que atingiram o máximo aumento de produto a partir da quantidade de insumos utilizados. Ademais, permite conhecer o conjunto de DMUs eficientes que formou a fronteira de produção em cada ano observado. Assim, destacam-se AC, AL, AP, AM, MT, MG e SP, os quais ocuparam a fronteira de eficiência em todo o período.

O cálculo das mudanças na variável multidimensional de produtividade para gerar o Índice de Malmquist é realizado entre dois períodos, por meio de uma análise dinâmica, e gera um resultado em médias geométricas. Por este motivo incluíram-se os dados para o ano de 2014 e, desta forma, documentou-se o resultado médio para a produtividade das unidades da federação para os anos de 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019.

Quanto aos componentes do índice Malmquist de produtividade (TABELA 2), observou-se incremento médio relativo às alterações de eficiência técnica (AE), considerando o retorno constante de escala da tecnologia, no AP, CE, GO, MS, PB, PE, PI, RN, RS e RR. O Amapá registrou o maior aumento, alcançando crescimento de 30% na eficiência técnica em média, isto é, a variação da produtividade se deu a partir de mudanças na aplicação de treinamento laboral, novos fertilizantes e maquinário, evidenciado pelos resultados de eficiência técnica por insumo. AC, AL, AM e MT não apresentaram variações e, entre as unidades que indicaram retração no indicador, SC se destaca negativamente com involução 13,8% em média. Ao ponderar todas as UFs, o indicador apontou declínio na média do componente em 1,4% para o período.

Tabela 2 - AE, AT e Índice de Malmquist, em média, por UF

UF/Ano	AE	AT	IM	UF/Ano	AE	AT	IM
AC	1,00	1,13	1,13	PB	1,01	1,11	1,11
AL	1,00	1,27	1,27	PR	0,98	1,13	1,10
AP	1,30	1,03	1,34	PE	1,01	1,14	1,15
AM	1,00	1,05	1,05	PI	1,03	1,20	1,24
BA	0,94	1,33	1,25	RJ	0,92	1,16	1,06
CE	1,16	1,08	1,25	RN	1,07	1,13	1,20
DF	0,91	1,18	1,08	RS	1,02	1,12	1,14
ES	0,94	1,20	1,12	RO	0,93	1,22	1,14
GO	1,01	1,14	1,15	RR	1,05	1,18	1,23
MA	0,95	1,27	1,21	SC	0,86	1,26	1,08
MT	1,00	1,14	1,14	SP	0,94	1,12	1,05
MS	1,03	1,12	1,16	SE	0,88	1,18	1,03
MG	0,91	1,28	1,16	TO	0,97	1,17	1,14
PA	0,90	1,16	1,04				
Média	0,99	1,16	1,15				

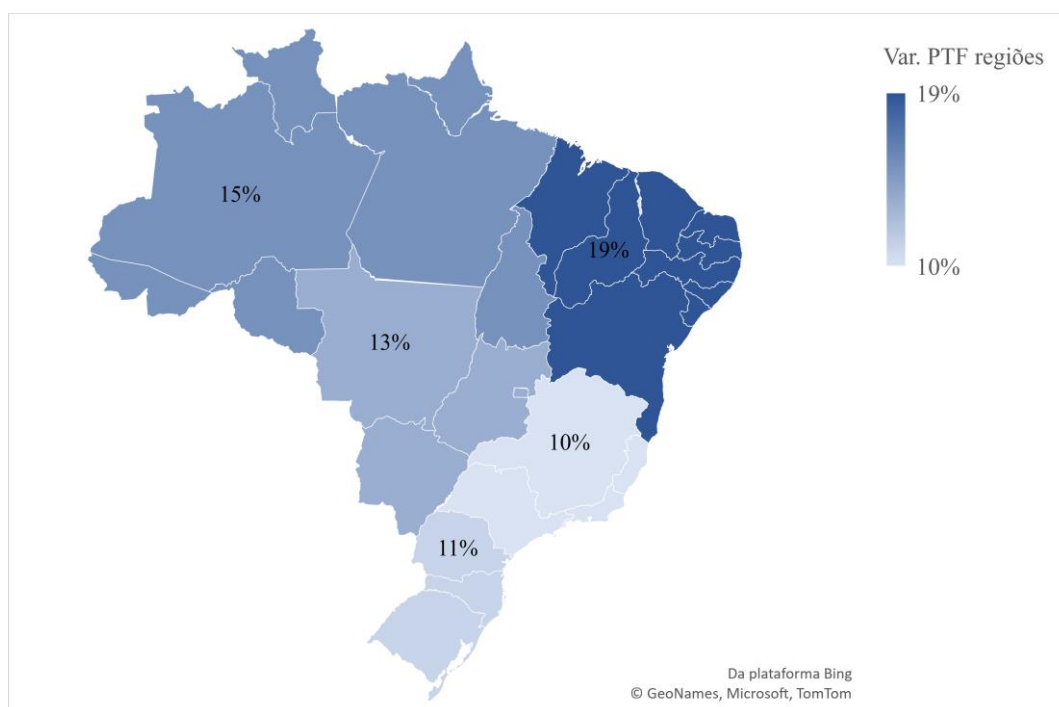
Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Tabela 2, apresenta-se ainda o componente do índice referente às alterações na fronteira tecnológica (AT), as quais foram determinantes para o desempenho da PTF. O melhor resultado médio foi registrado para BA, com crescimento de 32,7%. Não houve registro de contração, sugerindo que todas as UFs tiveram contribuição à produtividade via adoção de novas tecnologias. Para o total de unidades, o deslocamento da fronteira tecnológica apontou um incremento de 16,4% na produtividade.

A partir da interação de AT e AE, calculou-se o índice de Malmquist para a PTF, obtendo a relação entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir. Amapá foi o destaque com evolução média de 33,9% nos cinco intervalos avaliados, seguido por Alagoas (27,4%) e Ceará (25,3%). Na ponta inversa, apresentam-se Sergipe, com aumento de 3,2% na produtividade, Pará e Amazonas, com crescimento de 4,0% e 4,9% na média, respectivamente. No total, verifica-se evolução média na produtividade de 14,7% no período.

Vale ressaltar que, para o período selecionado (FIGURA 1), em relação à comparação regional, a média do índice da PTF da região Nordeste foi de aumento de 19,1%, seguido pela região Norte com 15,2% de incremento, 13,4% para o Centro-Oeste, 10,9% para a região Sul e 10,0% para o Sudeste.

Figura 1 - Média do IM de Produtividade Total dos Fatores por região, 2014-2019



Fonte: Resultados da pesquisa.

Na comparação anual, o índice de Malmquist relativo a 2015 exibiu incremento de produtividade para 23 entes federados (exceto AC, CE, DF e PA), impulsionados principalmente pelas alterações de tecnologia, com exceção dos estados do GO, MS, PR, RS, RR, SP e TO, que foram mais influenciados pelas mudanças de eficiência. Quanto às entidades que realizaram contração, identificou-se que AC, CE e PA foram motivados pelas alterações de eficiência e o DF, pela mudança na fronteira tecnológica. A média de crescimento do IM para a produtividade foi de 21,2% no intervalo.

Resumiu-se na Tabela 3, o desempenho do índice para cada intervalo de tempo analisado. O IM para 2016 apresentou aumento de produtividade em todas as unidades, exceto DF e PI, impulsionados principalmente pelas AT. As entidades que sofreram queda foram influenciadas pelas alterações de eficiência. Na média do período, o IM registrou incremento de 31,6%.

Tabela 3 - Índice de Malmquist, em médias geométricas anuais, de 2015 a 2019.

Período	AE	AT	Variação da PTF
2015	0,99	1,23	1,21
2016	0,92	1,43	1,32
2017	1,01	1,05	1,06
2018	1,03	1,07	1,10
2019	0,99	1,08	1,07
Média	0,99	1,16	1,15

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em 2017, houve aumento de produtividade em catorze unidades da federação (AL, AP, CE, DF, GO, MA, MT, PA, PR, PI, RJ, RN, RO e TO), entre as quais sete foram impulsionadas pelas AT e seis, pelas AE. Entre aqueles que registram queda de produtividade (AC, AM, BA, ES, MS, MG, PB, PE, RS, RR, SC, SP, SE), onze decorreram das alterações na eficiência técnica; o restante foi devido às mudanças na fronteira de tecnologia. Na média agregada, a produtividade registrou aumento de 6% no período.

Para o índice relativo a 2018, resultou incremento de produtividade em 21 estados, dos quais quinze foram impulsionados pelas variações de tecnologia e seis (AP, ES, PE, PI, RR e SE) foram mais influenciados pelas alterações de eficiência. Do lado das quedas, registrou-se seis estados, tendo sido cinco impactados pelas alterações de eficiência (CE, DF, PA, RO e SP) e um (AM) pelas mudanças na fronteira tecnológica. Destaca-se que o período foi marcado pelo crescimento de produtividade médio agregado de 9,6%.

No último intervalo avaliado para o Índice, registrou-se aumento de produtividade para dezenove unidades, as quais foram positivamente influenciadas pelas alterações de tecnologia, principalmente. Por outro lado, a queda dos demais estados (AM, CE, PE, PI, RJ, RN, RR e SE) foi resultante das alterações de eficiência para sete deles e somente o AM registrou contração na produtividade do período motivado por alterações de tecnologia. Cabe mencionar que o incremento na produtividade foi menos intenso do que no intervalo anterior, alcançando 7,1% na média para as unidades da federação.

Ressalta-se o IM de 2016, o qual apresentou um incremento de 31,6% na Produtividade Total dos Fatores, motivado pelos resultados da alteração de fronteira de tecnologia com crescimento de 43%, tendo sido bastante superior ao crescimento médio da PTF de 14,7%. Conforme defendeu Mariano (2008), o resultado apresentado não pode ser entendido como completamente gerencial, pois o comportamento da produtividade sofre influência de fatores

idiossincráticos, como ambientais, econômicos, tecnológicos, entre outros, sendo difícil dissociá-los. Mas, apesar da crise econômica e fiscal que o País atravessava no período, dos problemas enfrentados pelas safras, pela queda de curto prazo dos preços dos grãos e pela contração dos investimentos, observou-se aumento na produtividade média da agropecuária. Esta foi impulsionada pelas alterações na fronteira de tecnologia, as quais são atribuídas ao efeito da implementação dos programas setoriais, expansão do crédito rural e aumento da participação de recursos livres no financiamento da agropecuária.

Por outro lado, como restou evidenciada a contração nas alterações de eficiência diferenciada por entidade federativa, faz-se necessário o incentivo à educação rural e à pesquisa e desenvolvimento para melhorar o quesito e, por consequência, a produtividade na produção agropecuária, em consonância com que foi arguido por Rocha, Khan e Lima (2014), os quais destacaram a demanda por políticas bem coordenadas para distribuir os investimentos conforme o estágio de desenvolvimento de cada economia.

4.3 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO GASTO PÚBLICO E DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE A PRODUTIVIDADE DO SETOR AGROPECUÁRIO DE 2015 A 2019 NAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO

A partir dos resultados da DEA, tem-se que a produtividade média da agropecuária nacional, no que diz respeito à utilização de insumos relacionados à terra, capital e trabalho, cresceu em decorrência do movimento da fronteira tecnológica, o que indica efeito positivo da modernização do setor via intensificação do conhecimento e adoção de tecnologias. Com este resultado, analisou-se se há efeito do gasto público e do comércio internacional sobre a PTF do setor agropecuário e a magnitude da relação, nas vinte e sete unidades da federação, de 2015 a 2019, conforme descrito na seção Metodologia. Primeiramente, realizou-se uma análise descritiva da variável dependente na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição da variável dependente

Nome da variável	Obs.	Média	Desvio-padrão	Mín.	Máx.
PTF _{it}	135	0,137	0,256	-0,673	0,993

Fonte: Resultados da pesquisa.

Foram 135 observações distribuídas em cinco anos, com média aritmética de 0,137 e desvio-padrão de 0,256. O menor valor encontrado para a PTF_{it} foi de -0,673 e o maior, 0,993.

É válido salientar que o presente trabalho não pretende identificar ou tentar explicar todos os fatores que impactam a produtividade da agropecuária brasileira, mas se dedica somente a compreender a influência do gasto público e do comércio exterior sobre a mesma.

Após consolidar e tratar a base de dados, estimou-se os oito modelos agrupados, observando a correlação entre as variáveis explicativas, a colinearidade por meio da observação do VIF, o critério de Akaike de seleção de modelo e o respectivo teste F de restrição, bem como, os pressupostos de normalidade, homocedasticidade e independência dos resíduos.

Resumiu-se a correlação entre as variáveis GP_{it} e CE_{it} em 0,1038 e o Fator de Inflacionamento da Variância (VIF) de cada variável em 1,011 para ambos – modelo A_1 . Também se observou o VIF para o modelo B_1 (EXP_{it} e IMP_{it}), cujo resultado foi de 1,127 para as duas variáveis (TABELA 5).

Tabela 5 - VIF para os modelos com 2 ou mais variáveis

Nome da variável	VIF	Nome da variável	VIF
Modelo A_1		Modelo B_1	
GP_{it}	1,011	EXP_{it}	1,127
CE_{it}	1,011	IMP_{it}	1,127

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para dados em painel, é essencial que os erros-padrão do modelo sejam corrigidos para agrupamento no indivíduo (neste caso, a UF) (CAMERON; TRIVEDI, 2009). Dessa forma, ajustou-se o modelo com erro-padrão robusto na Tabela 6, estimou-se os efeitos marginais dos parâmetros e foram alcançados os seguintes resultados para o modelo A_1 :

$$\log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(GP_{it}) + \beta_2 \log(CE_{it}) +$$

Tabela 6 - Estimação dos efeitos marginais de GP_{it} e CE_{it} sobre a PTF_{it} (modelo A_1)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,3142	0,0742	0,00002***
GP_{it}	-0,0498	0,0106	0,000002***
CE_{it}	0,0142	0,0082	0,0812*
R^2	0,0389		
AIC	14,7034		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Incluindo *dummies* temporais, obteve-se o modelo A₂ na Tabela 7:

Tabela 7 - Estimação dos efeitos marginais de GP_{it} e CE_{it} e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTF_{it} (modelo A₂)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,3579	0,0942	0,0001***
GP _{it}	-0,0475	0,0113	0,00002***
CE _{it}	0,0132	0,0072	0,0664*
D ₁₆	0,0876	0,0600	0,1445
D ₁₇	-0,1268	0,0869	0,1448
D ₁₈	-0,0880	0,0375	0,0189**
D ₁₉	-0,1190	0,0682	0,0809*
R ²	0,1419		
AIC	7,3883		

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para avaliar se faz sentido ou não incluir as *dummies* para tempo, realizou-se o Teste F de Restrição entre os modelos com e sem efeito do tempo para os modelos A₁ (restrito) e A₂ (irrestrito). Ao comparar o Fc (3,8441) com o valor crítico $F_{4, 128}^{\alpha=0,05}$ de 3,0669, considerando a probabilidade da cauda direita de 5% e probabilidade complementar de 95%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 128}^{\alpha=0,05}$. Portanto, a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 5%, rejeitou a hipótese nula e concluiu-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

De maneira similar, comparando Fc com o valor crítico $F_{4, 128}^{\alpha=0,10}$ de 2,3445, considerando a probabilidade da cauda direita de 10% e probabilidade complementar de 90%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 128}^{\alpha=0,10}$. Portanto, segundo a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 10%, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Tanto pelo critério de Akaike, quanto pelo teste de F Restrito, o modelo A₂ – quando foram incluídas *dummies* temporais – ficou melhor definido. A um nível de significância de

10%, tanto os gastos públicos como o comércio internacional foram significativos e indicaram influências opostas (negativa e positiva, respectivamente) sobre a produtividade da agropecuária. Assim, analisando os sinais dos coeficientes estimados, evidenciou-se que, quanto maior for a variação do gasto, menor será a variação do índice para a PTF agropecuária, assim como, quanto maior for a corrente de comércio, maior será a variação da PTF agropecuária.

Quanto aos efeitos marginais, ressalta-se que o aumento de 1% nos gastos públicos provoca uma redução de 4,7% na Produtividade Total dos Fatores quando as demais variáveis forem fixas, bem como, a variação de 1% na corrente de comércio internacional implica num aumento de 1,3% na PTF da agropecuária sob as mesmas condições.

Quanto ao efeito diferencial do tempo, não se verificou diferença na comparação do ano de 2016 com 2015 e na comparação do ano de 2017 com 2015, mas para os dois anos seguintes, a diferença foi significativa – para o nível de significância de 10% - e indicou uma redução de 8,8% e 11,9% da PTF agropecuária na comparação com 2015, mantendo as variáveis GP_{it} e CE_{it} constantes.

Em seguida, verificou-se os pressupostos, os quais estão sumarizados na Tabela 8:

Tabela 8 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo A_2

Testes	H₀	H₁	p-valor	Diagnóstico
Teste de Doornik-				
Hansen para	o erro tem	o erro não tem	<0,0000	Rejeitou-se H ₀
Normalidade de	distribuição Normal	distribuição Normal		
resíduos				
Teste de White para a	Sem	Há	0,1006	Não se rejeitou H ₀
heterocedasticidade	heterocedasticidade	heterocedasticidade		
Teste de Ljung-Box				
para autocorrelação dos	Sem autocorrelação	Há autocorrelação	0,2934	Não se rejeitou H ₀
resíduos				

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim, a qualquer nível de significância, rejeita-se H_0 no teste de normalidade, ou seja, os resíduos não são normais. Mas, confirmou-se a homocedasticidade e a independência dos resíduos. Vale mencionar que, quando o pressuposto de normalidade não é atendido, considerar – por meio do Teorema do Limite Central – que, à medida que o tamanho da amostra cresce, a distribuição das médias amostrais tende a uma distribuição normal.

Na sequência, o exercício consistiu em separar a variável CE_{it} em EXP_{it} e IMP_{it} , com o intuito de verificar a presença de influência isolada da exportação e/ou importação sobre a PTF da agropecuária, aplicando o mesmo procedimento para os modelos B_1 e B_2 , para os modelos C_1 e C_2 e para D_1 e D_2 .

Depreendeu-se que, na presença da variável independente para gastos públicos, os estimadores para exportação e importação agropecuária não são significativos. Porém, ao excluir GP_{it} , a variável importações agropecuárias apresentou significância para o seu estimador. Com isso, B_1 e B_2 estimam os efeitos marginais da exportação e importação agropecuárias sobre a PTF numa única equação. Dado que EXP_{it} não foi significativa, os resultados para B e C foram apresentados no apêndice. À continuidade, seguiu-se com os modelos D_1 e D_2 focados na influência da importação sobre a produtividade agropecuária.

Assim sendo, foram alcançados os seguintes resultados para o modelo D_1 na Tabela 9:

$$\log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 IMP_{it} + \varepsilon$$

Tabela 9 - Estimação do efeito marginal de IMP_{it} sobre a PTF_{it} (modelo D_1)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,1479	0,0151	<0,0000***
IMP_{it}	-0,00006	0,00002	0,0187**
R^2	0,0045		
AIC	17,4581		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Incluindo *dummies* de tempo, apresentou-se os resultados do modelo D_2 na Tabela 10:

Tabela 10 - Estimação do efeito marginal de IMP_{it} e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTF_{it} (modelo D_2)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,2014	0,0436	0,0000003***
IMP_{it}	-0,00007	0,00002	0,0063***
D_{16}	0,0874	0,0638	0,1709
D_{17}	-0,1308	0,0877	0,1361
D_{18}	-0,0979	0,0399	0,0141**
D_{19}	-0,1208	0,0702	0,0853*
R^2	0,1127		
AIC	9,9204		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Para avaliar se faz sentido ou não incluir as *dummies* para tempo, realizou-se o Teste F de Restrição entre os modelos com e sem efeito do tempo, tal como descrito para a equação 16, para os modelos D₁ (restrito) e D₂ (irrestrito). Dado que o Fc resultante foi de 3,9338, comparando-o com o valor crítico $F_{4, 129}^{\alpha = 0,05}$ de 2,4419, a uma probabilidade da cauda direita de 5% e probabilidade complementar de 95%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 129}^{\alpha = 0,05}$. Portanto, a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 5%, indicou rejeição da hipótese nula e concluiu-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Da mesma forma, comparando com o valor crítico $F_{4, 129}^{\alpha = 0,10}$ de 1,9889, considerando a probabilidade da cauda direita de 10% e probabilidade complementar de 90%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 129}^{\alpha = 0,10}$. Dessa maneira, de acordo com a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 10%, rejeitou-se a hipótese nula e concluiu-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Tanto pelo critério de Akaike, quanto pelo teste de F Restrito, o modelo D₂ com efeito diferencial do tempo na PTF se mostrou mais adequado. Para qualquer nível de significância, importação foi significativa e apontou influência negativa sobre a produtividade da agropecuária. Assim, evidenciou-se que, quanto maior for a quantidade de importação em dólares, menor será a variação do índice para a PTF agropecuária, cujo efeito marginal indica que um milhão de dólares a mais em importações agropecuárias reduz em 0,007% a Produtividade Total dos Fatores da agropecuária, quando as demais variáveis forem constantes.

Quanto ao efeito diferencial do tempo, o resultado para 2016 e 2017 foi semelhante ao apresentado para o modelo A₂, o qual também não se verificou diferença na comparação do ano de 2016 com 2015 e na comparação do ano de 2017 com 2015. Porém, para os dois anos seguintes, a diferença foi significativa – para o nível de significância de 10% - e indicou uma redução de 9,7% e 12,0% da PTF agropecuária na comparação com 2015, mantendo as variáveis constantes.

Em seguida, checkou-se os pressupostos resumidos na Tabela 11:

Tabela 11 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo D₂

Testes	H ₀	H ₁	p-valor	Diagnóstico
Teste de Doornik-				
Hansen para Normalidade de resíduos	o erro tem distribuição Normal	o erro não tem distribuição Normal	<0,0000	Rejeitou-se H ₀
Teste de White para a heterocedasticidade	Sem heterocedasticidade	Há heterocedasticidade	0,4139	Não se rejeitou H ₀
Teste de Ljung-Box para autocorrelação dos resíduos	Sem autocorrelação	Há autocorrelação	0,3079	Não se rejeitou H ₀

Fonte: Resultados da pesquisa.

Logo, a qualquer nível de significância, os resíduos não apresentaram distribuição normal e confirmou-se a homocedasticidade e a independência dos resíduos.

Do ponto de vista econômico, com relação aos gastos públicos, o sinal do coeficiente estimado não correspondeu ao esperado no modelo A₂, evidenciando que as despesas governamentais (que servem para custear a administração pública do setor, o abastecimento, extensão rural, irrigação, promoção da produção e defesa agropecuária) não tiveram sucesso em fomentar a produtividade agropecuária, embora muitos autores defendessem o papel do gasto público no aumento da produção.

Vale frisar que os estados do Amapá, Alagoas e Ceará apresentaram as maiores médias de crescimento da PTF no período (superiores a 25%), sendo importante observar que as duas primeiras UFs estão entre as que mais reduziram gastos com o setor (2º, 4º e 10º, respectivamente). Na outra ponta do *ranking* de produtividade, estão os estados do Sergipe, Pará e Amazonas que apresentaram as menores médias de aumento da PTF agropecuária no período (inferiores a 5%).

Isto concorda com o resultado da evolução na produtividade média ser atribuída às alterações na fronteira tecnológica que inclui as iniciativas transversais como a expansão do crédito rural e aumento da participação de recursos livres no financiamento agropecuário. Nos anos observados, o crédito rural se caracterizou por direcionar os seus recursos majormente para o custeio do setor agropecuário (47,5% em média) e menos intensamente para os investimentos (24,4% em média no período). Em termos de variação, de 2015 a 2019, o crescimento médio do crédito para comercialização foi destaque com 37,6% (BCB, 2020), a

qual enfrentava dificuldade pela condição de transporte e logística insatisfatória. Com isso, é relevante, em observância à eficiência técnica, a demanda por incentivo à educação rural e à pesquisa e desenvolvimento.

Além disso, o perfil do gasto da União, de acordo com as informações do Portal da Transparência (2020), corrobora com a ideia de que a natureza dos dispêndios públicos não estaria voltada para fomentar o aumento da produtividade do setor. Ressalta-se ainda que, na comparação internacional, o suporte público à agropecuária em relação ao PIB está aquém de outros países, embora o Brasil seja um produtor de grande destaque global.

No que diz respeito ao comércio internacional, no modelo A_2 , que considerou o comércio internacional agregado, percebeu-se uma influência positiva sobre a produtividade, como esperado a partir da revisão bibliográfica. Também resultou significativo a influência das importações resultante do modelo D_2 , muito embora sua magnitude tenha sido pequena e com sinal negativo dessa vez. Assim, é possível considerar que este resultado encontrado – sinal negativo para o coeficiente estimado – esteja relacionado à concentração em um tipo de produto específico importado – trigo e centeio – e/ou o baixo valor agregado dos produtos comercializados. Sendo assim, para os insumos agropecuários que são importados, sugere-se melhorar a alocação dos recursos internos e incentivar a absorção de conhecimento que favoreça a agregação de valor aos produtos e a melhoria da eficiência na produção interna.

E, por fim, na comparação com alguns trabalhos anteriores, esta dissertação encontrou que os gastos públicos, o comércio agregado e as importações isoladamente exercem influência sobre a produtividade da agropecuária. Gong (2018) encontrou que os gastos públicos e as exportações exerciam influência sobre a PTF da agropecuária chinesa. Adetutu e Ajayi (2020) encontraram que os gastos – principalmente com pesquisas e desenvolvimento – têm influência sobre a produtividade da agropecuária subsaariana e Farrokhi e Pellegrina (2020) e Hassine e Kandil (2008) demonstraram haver impacto do comércio internacional sobre a produtividade do setor agrário. Contudo, o caso brasileiro torna evidente que o aumento de gasto teria impacto oposto ao encontrado nos trabalhos dos demais pesquisadores, mostrando que este dispêndio precisa ser melhor ajustado e adequado às necessidades do setor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação partiu da pergunta se o aumento dos gastos públicos em agropecuária e da corrente de comércio internacional melhoraria o índice de produtividade do setor no Brasil, no período de 2015 a 2019, baseado nas hipóteses de que o aumento de gastos públicos contribui para o aumento da produtividade e de que o aumento do comércio internacional favorece o crescimento da PTF da agropecuária. Para tanto, utilizou-se a DEA para encontrar a eficiência e a combinou com o Índice de Malmquist, que considera alterações de eficiência técnica e de fronteira tecnológica, para determinar a produtividade de forma mais precisa. Estes são métodos de alto rigor científico, que possuem potencialidades claras para a pesquisa e oferecem notáveis vantagens, os quais possibilitaram verificar e estimar a relação entre gastos públicos e comércio internacional, simultaneamente, com a produtividade da agropecuária no Brasil, sendo o primeiro estudo a realizar tal abordagem em conjunto para o País.

A partir disso, a dissertação mostrou que há influência dos gastos públicos e do comércio exterior sobre a produtividade da agropecuária brasileira, refutando a hipótese de que o aumento de gastos públicos contribui para o aumento da produtividade e confirmou a hipótese de que o aumento do comércio internacional favorece o crescimento da PTF da agropecuária. Também se ressalta sobre o comércio que, quando se analisa a influência desagregada das exportações e importações agropecuárias, somente a segunda mostrou exercer alguma influência sobre a PTF do setor. Cabe sinalizar que este exercício não pode ser utilizado para predições, pois não inclui a totalidade dos fatores que influenciam a produtividade da agropecuária brasileira, mas fornece explicações somente a respeito da influência do gasto público e do comércio exterior sobre a mesma.

Além disso, houve avanços na produtividade média das unidades federativas nos anos de 2015 a 2019 de 14,7%, cujo destaque vai para a região Nordeste, que apresentou incremento de 19,1% e, entre os estados, o Amapá, que indicou incremento médio de 33,9% no intervalo de tempo, parcialmente decorrente das reformulações do sistema de crédito, implementação de medidas de apoio setorial e regionalizadas, aumento dos preços dos grãos e novas formas de financiamento de custeio e incentivos ao investimento. É válido mencionar que, em termos da contribuição ao produto agropecuário, os fatores não explicados pelo capital ou trabalho foram os mais preponderantes, em média, durante os anos observados, colaborando com 4,15 pontos percentuais entre 9,94% do crescimento médio anual.

Destaca-se que a diminuição no ritmo de crescimento dos investimentos públicos - preponderantemente resultado da redução do nível da arrecadação frente a um cenário de menor

crescimento econômico e de regra fiscal rígida a partir de 2014, seguido por dois anos de retração da produção – impactou na competitividade da economia, tanto no mercado interno quanto no mercado externo, e possivelmente desacelerou os avanços na atividade.

Do ponto de vista teórico, prático e metodológico, a pesquisa trouxe importantes contribuições para a ciência econômica aplicada e colaborou para a ampliação do entendimento acerca do tema. Vale frisar algumas limitações encontradas no que se refere à disponibilidade de dados e/ou série histórica curta para os estados e o DF, tal como, a venda de colheitadeiras de grãos e tratores de roda e consumo de fertilizantes. Recomenda-se para avanços futuros, a incorporação de outras variáveis como clima, localização geográfica e infraestrutura, as quais permitam expandir a compreensão sobre os fatores que exercem impacto sobre a PTF do setor.

Por fim, faz-se necessário fortalecer a agropecuária com o impulsionamento de investimentos direcionados à expansão da pesquisa – aproveitando o conhecimento acumulado nas universidades de excelência do País, entre as melhores da América Latina –, reforçar os mecanismos de acesso ao crédito e melhorar o ambiente de negócios brasileiro para melhorar a produtividade do setor e promover inovações, sendo demanda urgente a recuperação da estabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

ADETUTU, M. O.; AJAYI, V. The Impact of Domestic and Foreign R&D on Agricultural Productivity in sub-Saharan African. **World Development**, v. 125, Jan. 2020.

AGHION, P. e GRIFFITH, R. **Competition and growth: reconciling theory and evidence**. Cambridge: MIT Press, 2008.

ALLEN, R. C. Economic structure and agricultural productivity in Europe, 1300-1800. **European Review of Economic History**, Vancouver, Canadá, v. 4, p. 1- 25, Abr. 2000.

ALVES, E. R. A., CONTINI, E.; GASQUES, J. G. Evolução da Produção e Produtividade da Agricultura Brasileira. *In*: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (ed.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1.

ALVES, E. R. A. e PASTORE, A. C. A política agrícola do Brasil e a hipótese da inovação induzida. *In*: ALVES, E. R. A. *et al.* **Coletânea de Trabalhos sobre a EMBRAPA**, Brasília, DF, 1980. p. 9-20.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Estatísticas**. [2020]. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/estatisticas>. Acesso em: 14 jun. 2020.

ANGULO MEZA, Lidia; BIONDI NETO; Luiz; RIBEIRO, Paulo Guilherme. SIAD v.2.0. Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelo de Análise Envoltória de Dados e um método Multicriterio. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Anais [...]**. Gramado, 2005.

ANTLE, J. M. The new economics of agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, Nashville, v. 81, n. 5, p. 993-1010, 1999.

ARAÚJO, R. da C. de. Análise sobre a Monocultura de Soja e o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia com base na Teoria do Desenvolvimento Endógeno. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 26, n. 1, 2014.

BARROS, J. R. M. Política e Desenvolvimento Agrícola no Brasil. *In*: VEIGA, A. (ed.). **Ensaio sobre política agrícola**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1979. p. 9-35.

BANCO MUNDIAL. **World Development Report**. Nova York: Oxford University Press, 1986.

BARROS, G. S. C. A agricultura e o ajuste fiscal. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 45, n. esp., p. 318-328, 1991.

BARROS, G. S. C. Política agrícola no Brasil: subsídios e investimentos. *In*: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.) **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, 2010. p. 237-258.

BASALDI, O. V.; GRAZIANO DA SILVA, J. A polarização da qualidade do emprego na agricultura brasileira no período 1992-2004. **Economia e Sociedade**. Campinas, v. 17, n. 3, p. 343-524, 2008.

BAYARSAIHAN, T.; COELLI, T. J. Productivity growth in pre-1900 Mongolian agriculture: spiralling disaster or emerging success? **Agricultural Economics**, v. 28, p. 121-137, 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Sistema Gerenciador de Séries Temporais – SGS**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 14 maio 2020.

BERKUM, S. Van; MEIJL, H. Van. The application of trade and growth theories to agriculture: a survey. **The Australian Journal and Resource Economics**, v. 44, n. 4, p. 505-542, dez. 2002.

BINSWANGER, H. P.; RUTTAN, V. W. Induced Innovation: technology, institutions, and development. **The Economic Journal**, v. 89, n. 354, p. 437-439, jun. 1979.

BJUREK, Hans. The Malmquist Total Factor Productivity Index. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 98, n. 2, p. 303-313, 1996.

BLANCHARD, Olivier; FISCHER, Stanley. **Lectures in Macroeconomics**. Cambridge: MIT Press, 1989.

BRAGAGNOLO, Cassiano. **Produtividade, crescimento e ciclos econômicos na agricultura brasileira**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C. de; MARQUES, R. W. da C. **Crescimento Agrícola no Período 1999/2004**: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. Rio de Janeiro: IPEA, 2005.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Evolução do Emprego do CAGED – EEC**. Disponível em:

<http://bi.mte.gov.br/eec/pages/consultas/evolucaoEmprego/consultaEvolucaoEmprego.xhtml#relatorioSetor>. Acesso em: 02 set. 2020.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2000/2001. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2001/2002. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2001.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2002/2003. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2004/2005. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2005/2006. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2006/2007. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2007/2008. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2008/2009. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2008.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2009/2010. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2010/2011. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2011/2012. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2011.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2012/2013. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2013/2014. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2014/2015. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2015/2016. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2016/2017. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2017/2018. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2018/2019. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018.

BRASIL. **Plano agrícola e pecuário**: Safra 2019/2020. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019.

BRESSER-PEREIRA, L. C. A economia e a política do Plano Real. **Revista de Economia Política**, v. 14, n. 4, 1994.

BUAINAIN, A. M.; DEDECCA, C. S. Mudanças e Reiteração da Heterogeneidade do Mercado de Trabalho Agrícola. *In*: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.) **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, DF: IPEA, 2010. p. 123-153.

BURKE, V. P. **Produtividade Total dos Fatores na Agricultura**: uma análise da região de Registro. 2015. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2015.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics Using Stata**. [S. l.]: Stata Press, 2009.

CARARO, G. L. **Progresso tecnológico, eficiência e produtividade dos gastos públicos nos estados brasileiros: 2008-2015**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Controle Externo) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017

CASADO, F. L. Análise Envoltória de Dados: conceitos metodologia e estudo da arte na educação superior. **Sociais e humanas**, Santa Maria, v. 20, n. 01, p. 59-71, 2007.

CARVALHO, Neorley Batista. B. **Capital Humano e Tecnologia: análise da produtividade agrícola da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2017.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA/ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (CEPEA/ESALQ). **Série histórica PIB do Agronegócio Brasileiro**. [2020]. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2020.

COE, D. T.; HELPMAN, E.; HOFFMAISTER, A. W. North-South R&D Spillovers. **The Economic Journal**, v. 107, n. 440, p. 134-149, jan. 1997.

COELLI, T. C.; RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. 2. ed. [S. l.]: Springer, 2005.

COMEX STAT. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 14 set. 2020.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software**. Boston: Kluwe Academic Publishers, 2000.

COYLE, W. *et al.* Understanding the determinants of structural change in world food markets. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 80, p. 1051-1061, 1998.

COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS (CVM). **Portal do Investidor**: porque seu melhor investimento é o conhecimento. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:

https://www.investidor.gov.br/menu/Menu_Investidor/derivativos/mercado_termo.html. Acesso em: 28 abr. 2020.

DIAS ÁVILA, A. F.; ROMANO, L.; GARAGORRY, F. Agricultural Productivity in Latin America and the Caribbean and Sources of Growth. *In*: PINGALI, Prabhu; EVENSON, Robert. **Handbook of Agricultural Economics**. [S. l.]: Elsevier, 2010. v. 4. cap. 71.

DÍAZ-BONILLA, E.; TIN, J. That was then but this is now: Multifunctionality in industry and agriculture. **TMD Discussion**: International Food Policy Research Institute, Washington, n. 94, maio 2002.

DIEWERT, I. P.; WALES, T. J. Flexible Functional Forms and Global Curvature Conditions. **Journal of Development Studies**, v. 36, n. 3, p. 100-122, 2000.

DONG, X. Two-Tier Land Tenure System and Sustained Economic Growth in Post-1978 Rural China. **World Development**, v. 24, n. 5, p. 915-928, 1996.

EDWARD, S. Openness, Productivity and Growth: what do you really know? **The Economic Journal**, v. 108, n. 447, p. 383-398, Mar. 1998.

EDWARD, S. Openness, trade liberalization, and growth in developing countries. **Journal of Economic Literature**, v. 31, n. 3, p. 1358-1393, Sept. 1993.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 07 mar. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Credit to Agriculture**. Disponível em <http://www.fao.org/economic/ess/investment/credit/en/>. Acesso em: 08 fev. 2021.

FARROKHI, F.; PELLEGRINA, H. S. Global Trade and Margins of Productivity in Agriculture. **National Bureau of Economic Research**, Cambridge, n. 27350, Jun. 2020.

FERREIRA FILHO, V. J. M. *ISYDS – Integrated System for Decision Support = SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: a software package for data envelopment analysis model*. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 3, p. 493-503, dez. 2005.

FRANCO, G. da C. **Apostila de Modelos Lineares em Séries Temporais**. Belo Horizonte:

UFMG, 2016.

GALVÃO, O. J. de A. 45 Anos de Comércio Exterior no Nordeste do Brasil: 1960-2004. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, n. 1, 2007.

GALVÃO, O. J. de A. **A Economia de Pernambuco: da longa estagnação a um novo ciclo de crescimento sustentado**. Recife: [s. n.], 2012.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura. In: NEGRI, J. A. de; KUBOTA, L. C. **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnomológica**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2008.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Brasília, DF: IPEA, 2000.

GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. **Gastos Públicos na agricultura: evolução e mudanças**. Brasília, DF: IPEA, 2003.

GASQUES J. G. *et al.* **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília, DF: IPEA, 2004.

GASQUES, J. G. *et al.* **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2004.

GASQUES, J. G. *et al.* **Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários**. In: GASQUES, José Garcia; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; NAVARRO, Zander (org.) **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, 2010. p. 19-44.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, 2010.

GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; BIONDI NETO, L. **Avaliação de Eficiência por Análise Envoltória de Dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003.

GONG, Binlei. The Impact of Public Expenditure and International Trade on Productivity in China. **Emerging Markets Finance and Trade**, Zhejiang, v. 54, n. 15, p. 3438-3453, dez.

2018.

GRET-L: *software livre*. Versão 2019c. 2019. Disponível em: https://sourceforge.net/projects/gretl/files/gretl/2019c/gretl-2019c-64.exe/download?use_mirror=ufpr. Acesso em: 20 jul. 2020.

GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. **Innovation and growth in the global economy**. Cambridge: MIT Press, 1993.

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

HASSINE, N. B.; KANDIL, M. Trade Liberalization, Agricultural Productivity and Poverty in the Mediterranean Region. **Economic Research Forum**, Cairo, 2008.

HECKSCHER, E. F. **The effect of foreign trade theory of international trade**. Londres: George Allen and Unwin, 1950.

HENDERSON, D. J.; PARMETER, C. F. Imposing constraints in nonparametric regression: survey, implementation, and extension. **Advances in Econometrics**, v. 9, n. 4103, p. 433-469, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em: 14 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em: 14 maio 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 14 maio 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **IPEAdata**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 10 jun. 2020.

JOHNSTON, B.; MELLOR, J. The Role of Agriculture in Economic Development. **American Economic Review**, v. 51, n. 4, 1961.

JUBRAN, A. J.; JUBRAN, L. M. P. **Simulação e Análise da Eficiência na Gestão Municipal suportada por Data Envelopment Analysis**. São Paulo: [s. n.], 2010.

KRISHNA, P. e MITRA, D. Trade liberalization, Market discipline and Productivity growth: new evidence from India. **Journal of Development Economics**, v. 56, p. 447-462, 1998.

KRUGMAN, P. **Empirical studies of Strategic Trade Policy**. Chicago: National Bureau of Economic Research, 1994.

KUZNETS, S. **Modern economic growth: rate, structure and spread**. New Haven: Yale University Press, 1966.

LEE, J. W. Capital goods import and long-run growth. **Development Economics**, v. 48, n. 1, p. 91-110, 1995.

LEONI, R. C.; SAMPAIO, N. A. de S. Emprego de Técnicas Estatísticas para Validar a Hipótese de Independência em Gráficos de Controle. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 10.; SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 10. **Anais [...]**. Resende: SEGET, 2014.

LEWIS, W. A. Economic Development with Unlimited Supplies of Labour. **Manchester School of Economics and Social Studies**, v. 22, maio 1954.

LOPES, M. R. O poder das coalizões políticas de grupos de interesse de bloquear o desenvolvimento agrícola. *In*: TEIXEIRA, E. C. (ed.). **Desenvolvimento agrícola na década de 90 e no século XXI**. Viçosa: UFV, 1993. p. 105-129.

MADSEN, J. B. Trade barriers, openness, and economic growth. **Southern Economic Journal**, v. 76, n. 2, p. 397-418, 2009.

MAO, W.; KOO, W. W. Productivity Growth, Technological Progress, and Efficiency Change in Chinese Agriculture After Rural Economic Reforms: A DEA Approach. **China Economic Review**, v. 8, n. 2, p. 157-174, 1997.

MARIANO, E. B. **Sistematização e Comparação de Técnicas, Modelos e Perspectivas não-paramétricas de análise de Eficiência Produtiva**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2008.

MARTIN, Will. A Research Agenda for International Agricultural Trade. **Applied Economics Perspectives and Policy**. Oxford: Oxford University Press, v. 40, n. 1, p. 155-173, fev. 2018.

MATSUYAMA, Kiminori. **Agricultural Productivity, Comparative Advantage, and Economy Growth**. Evanston: Northwestern University, 1991.

MENDES, Sérgio Magno; TEIXEIRA, Erly Cardoso; SALVATO, Márcio Antônio. Investimentos em infraestrutura e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira: 1985-2004. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 91-102, jun. 2009.

MOSK, C. Demographic Transition in Japan. **The Journal of Economic History**, v. 37, n. 3, p. 655-674, Sept. 1977.

MOREIRA, J. G.; TEIXEIRA, E. C. Política Pública de pesquisa agropecuária no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, n. 3, p. 5-17, 2014.

NEE, V.; SIJIN, S. Institutional Change and Economic Growth in China: the view from the Villages. **The Journal of Asian Studies**, v. 49, n. 1, p. 3-25, Feb. 1990.

NUTRIÇÃO DE PLANTAS CIÊNCIA E TECNOLOGIA (NPCT). **Consumo de fertilizantes por região, nutrientes e natureza física**. Disponível em: <https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3132#consumo>. Acesso em: 21 dez. 2020.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (OECD-FAO). **OECD-FAO Agricultural Outlook 2013-2022: Executive Summary**. maio 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3333e.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Agricultural support (indicator)**. 2021. Doi: 10.1787/6ea85c58-en. Acesso em: 24 jun. 2021.

OH, I. *et al.* Total Factor Productivity in Korean Manufacturing Industries. **Global Economic Review**, v. 37, n. 1, p. 23-50, 2008.

OHLIN, B. **The Theory of Trade**. Cambridge: The MIT Press, 1924.

OLIVEIRA, N. M. de; BAPTISTA, A. J. M. S; SANTOS, H. do N. **Análise Agropecuária dos Municípios do Estado do Mato Grosso: uma aplicação do DEA: Análise Envoltória de Dados**, [S. l. : s. n.], 2003.

PAVCNIK, N. Trade liberalization, exit, and productivity improvements: evidence from Chilean Plants. **Review of Economics Studies**, v. 69, p. 245-276, 2002.

PIRES, M. M.; KAM-CHINGS, M. H. F. L.; TEIXEIRA, E. C. Efeitos de políticas governamentais na cultura do milho-Brasil: 1970-1990. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 33., 1995, Curitiba. **Anais [...]**. Brasília, DF: SOBER, 1995, v. 1, p. 350-366.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (Brasil); CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO (CGU). **Portal da Transparência do Governo Federal, Agricultura**: banco de dados. Disponível em: <http://www.portaldatransparencia.gov.br/funcoes/20-agricultura>. Acesso em: 02 nov. 2020.

R CORE TEAM: software livre. Versão 0.99.473. 2009-2015. Disponível em: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>. Acesso em: 30 set. 2015.

REZENDE, G. C. **Inconsistência espacial da política de preços mínimos e a questão do desenvolvimento agrícola da Região Centro-Oeste**. 2001.

RIBEIRO, R. S. M. **O modelo de crescimento liderado pelas exportações e restringido pelo balanço de pagamentos revisitado**. Campinas: Unicamp, 2012.

RICARDO, D. **Princípios de Economia Política e Tributação**. São Paulo: Editora Nova Cultura, 1996.

SANTOS, C. P. B. dos. **Ensaio sobre Demanda por Energia Elétrica, Produtividade e Eficiência no Setor Agrícola no Brasil e na América do Sul**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.

SANTOS, R. B. N. dos e BRAGA, M. J. Impactos do Crédito Rural na produtividade da terra e do trabalho nas Regiões Brasileiras. **Economia Aplicada**. Ribeirão Preto, v. 17, n. 3, 2013.

SARQUIS, J. B. S. **Comércio internacional e crescimento econômico no Brasil**. Brasília, DF: Fundação Alexandre Gusmão, 2011.

SCHIFF, M.; VALDÉS, A. The plundering of agriculture in Africa, Asia and Latin America. *In: TEIXEIRA, E. C., AGUIAR, D. R. D. (ed.). Comércio internacional e comercialização agrícola*. Viçosa: UFV, 1995. p. 13-46.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações**. São Paulo: Editora Nova Cultura, 1996.

STOLPER, W. F.; SAMUELSON, P. A. Protection and real wages. **Review of Economic Studies**, v. 9, n. 1, p. 58-73, 1941.

SUN, Peng; HESHMATI, Almas. International Trade and its Effects on Economic Growth in China. **Institute for the Study of Labor**, Bonn, China, n. 5151, ago. 2010.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL (STN). **Demonstrativos Fiscais**. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/relatorio-resumido-da-execucao-orcamentaria-rreo/2020/8>. Acesso em: 20 ago. 2020.

TEJERINA, O. J. M.; CALCINA, S. B. International Trade and Unexplained Gender Wage Gaps: evidence for agricultural sector in Bolivia. **Investigación y Desarrollo**, v. 2, n. 16, p. 45-67, jan. 2017.

TOLENTINO, M. L. D. L. Da Revolução Verde ao Discurso do PRONAF: a representação do desenvolvimento nas políticas de desenvolvimento rural no Brasil. **Revista Cerrados**, Montes Claros, v. 14, n. 2, p. 93-124, dez. 2016.

TOPALOVA, P. Trade liberalization and firm productivity: the case of India. **IMF Working Paper**, n. 04/28, 2007.

TOPALOVA, P.; KHANDELWAL, A. Trade liberalization and firm productivity: the case of india. **Review of economics and statistics**, v. 93, n. 33, p. 995-1009, 2011.

TREFLER, D. The Long and Short of the Canada-US Free Trade Agreement. **American Economic Review**, v. 94, n. 4, p. 870-895, setembro 2004.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. **A agricultura brasileira: desempenho, desafio e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, 2010.

WAGNER, J. Exports and productivity: A survey of the evidence from firm level data. **The World Economy**, v. 30, n. 1, p. 60-82, 2007.

WANG, S. L.; MCPHAIL, L. Impacts of Energy Shocks on US Agricultural Productivity Growth and Commodity Prices: a structural VAR analysis. **Energy Economics**, v. 46, p. 435-444, 2014.

WINTERS, L. A.; MCCULLOCH, N.; MCKAY, A. Trade Liberalization and poverty: the evidence so far. **Journal of Economic Literature**, v. 42, p. 72-115, mar. 2004.

APÊNDICE A – Estimação da PTF para os Modelos B e C

- Modelo B

$$B_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \beta_2(IMP_{it}) + \varepsilon$$

Tabela 1 - Estimação dos efeitos marginais de EXP_{it} e IMP_{it} sobre a PTF_{it} (modelo B₁).

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,1541	0,0480	0,0013***
EXP_{it}	-0,0013	0,0077	0,8678
IMP_{it}	-0,00006	0,00002	0,0245**
R^2	0,0046		
AIC	19,4380		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Incluindo *dummies* de tempo, obteve-se o modelo B₂:

Tabela 2 - Estimação dos efeitos marginais de EXP_{it} e IMP_{it} e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTF_{it} (modelo B₂)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,1990	0,0703	0,0046***
EXP_{it}	0,0005	0,0077	0,9501
IMP_{it}	-0,00007	0,00002	0,0042***
D_{16}	0,0875	0,0649	0,1773
D_{17}	-0,1308	0,0881	0,1377
D_{18}	-0,0979	0,0400	0,0144**
D_{19}	-0,1208	0,0704	0,0865*
R^2	0,1127		
AIC	11,9173		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Realizou-se o Teste F de Restrição entre os modelos com e sem efeito diferencial de tempo, considerando os modelos B₁ (restrito) e B₂ (irrestrito):

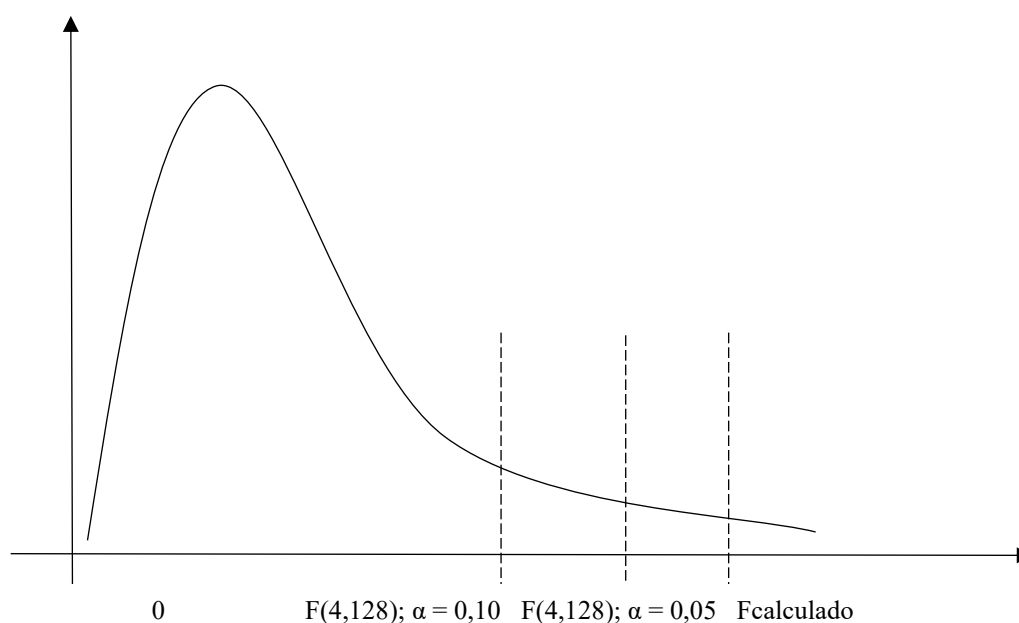
$$F_c = \frac{\frac{0,112714 - 0,004608}{4}}{\frac{1 - 0,112714}{135 - 2 - 4 - 1}} = \frac{0,0270265}{0,006931921875} \cong 3,8988$$

Comparando com o valor crítico $F_{4, 128}^{\alpha=0,05}$ de 2,4424, considerando a probabilidade da cauda direita de 5% e probabilidade complementar de 95%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 128}^{\alpha=0,05}$. Portanto, a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 5%, é que se rejeita a hipótese nula e conclui-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Similarmente, comparando com o valor crítico $F_{4, 128}^{\alpha=0,10}$ de 1,9893, considerando a probabilidade da cauda direita de 10% e probabilidade complementar de 90%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 128}^{\alpha=0,10}$. Portanto, a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 10%, é que se rejeita a hipótese nula e conclui-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Para definir a região crítica:

Gráfico 1 - Teste F de restrição para o modelo B



Fonte: Resultados da pesquisa.

O critério de Akaike e o teste de F Restrito sugerem que o modelo D₂ com efeito diferencial do tempo na PTF seria mais adequado. Para qualquer nível de significância, a importação foi significativa e apontou influência negativa sobre a produtividade da agropecuária, porém, a variável para exportação não foi significativa.

Abaixo, resumiu-se os testes para verificar os pressupostos do modelo:

Tabela 3 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo B₂

Testes	H ₀	H ₁	p-valor	Diagnóstico
Teste de Doornik-				
Hansen para Normalidade de resíduos	o erro tem distribuição Normal	o erro não tem distribuição Normal	<0,0000	Rejeitou-se H ₀
Teste de White para a heterocedasticidade	Sem heterocedasticidade	Há heterocedasticidade	0,1239	Não se rejeitou H ₀
Teste de Ljung-Box para autocorrelação dos resíduos	Sem autocorrelação	Há autocorrelação	0,3353	Não se rejeitou H ₀

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para qualquer nível de significância, os resíduos não apresentaram distribuição normal e foram confirmadas as hipóteses de homocedasticidade e de independência dos resíduos para o modelo.

- Modelo C

$$C_1: \log(PTF_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \log(EXP_{it}) + \varepsilon$$

Tabela 4 - Estimação do efeito marginal de EXP_{it} sobre a PTF_{it} (modelo C₁)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,1556	0,0486	0,0014***
EXP _{it}	-0,0034	0,0075	0,6554
R²	0,0011		
AIC	17,9069		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Incluindo *dummies* de tempo, obteve-se o modelo C₂:

Tabela 5 - Estimação do efeito marginal de EXP_{it} e dos efeitos diferenciais de tempo sobre a PTF_{it} (modelo C₂)

Variáveis	Estimativas	Erro-padrão	p-valor
β_0	0,2023	0,0703	0,0040***
EXP _{it}	-0,0020	0,0075	0,7864
D ₁₆	0,0838	0,0647	0,1950
D ₁₇	-0,1321	0,0876	0,1317
D ₁₈	-0,0990	0,0398	0,0128**
D ₁₉	-0,1222	0,0699	0,0804*
R ²	0,1078		
AIC	10,6687		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: *, ** e *** representam significância a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Realizou-se o Teste F de Restrição entre os modelos com e sem efeito diferencial de tempo, considerando os modelos C₁ (restrito) e C₂ (irrestrito):

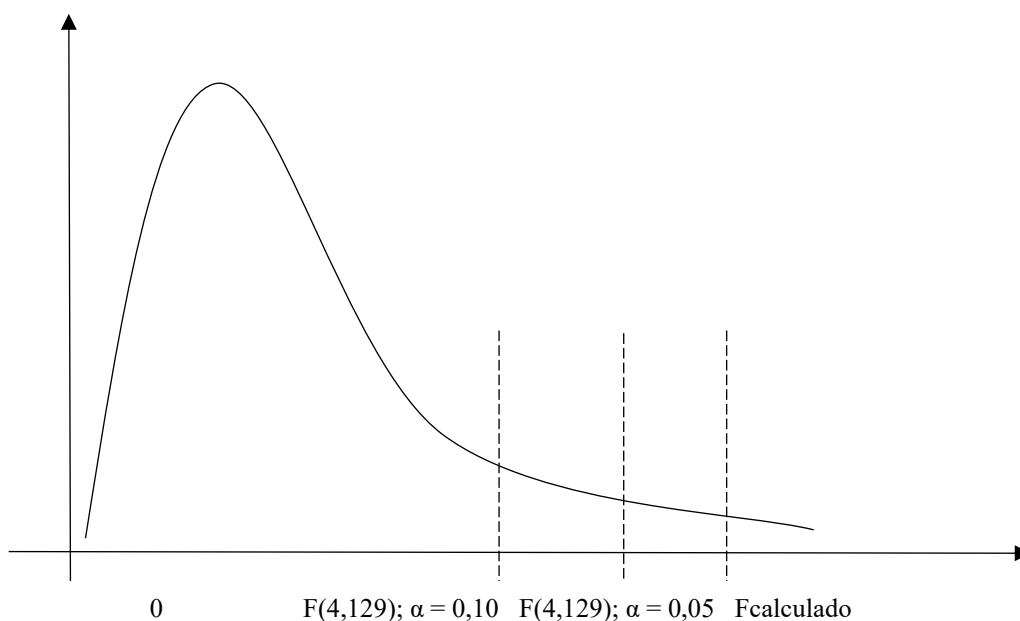
$$F_c = \frac{\frac{0,107761 - 0,001145}{4}}{\frac{1 - 0,107761}{135 - 1 - 4 - 1}} = \frac{0,026654}{0,0069165813953488} \cong 3,8536$$

Comparando com o valor crítico $F_{4, 129}^{\alpha=0,05}$ de 2,4419, considerando a probabilidade da cauda direita de 5% e probabilidade complementar de 95%, obteve-se F calculado maior que $F_{4, 129}^{\alpha=0,05}$. Portanto, a regra de decisão em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 5%, é que se rejeita a hipótese nula e conclui-se que o modelo possui melhor ajuste com as *dummies* temporais, pois existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Da mesma forma, comparando com o valor crítico $F_{4, 129}^{\alpha=0,10}$ de 1,9889, considerando a probabilidade da cauda direita de 10% e probabilidade complementar de 90%, obteve-se F calculado maior que $F_{(4, 129)}^{(\alpha=0,10)}$. Portanto, em relação aos modelos com *dummies* de tempo e sem *dummies* de tempo, a um nível de significância de 10%, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que há existe efeito diferencial do tempo sobre a PTF.

Para definir a região crítica:

Gráfico 2 - Teste F de restrição para o modelo C



Fonte: Resultados da pesquisa.

Ambos o critério de Akaike e o teste de F Restrito sugerem que o modelo C_2 com efeito diferencial do tempo na PTF seria mais adequado. Para qualquer nível de significância, importação foi significativa e apontou influência negativa sobre a produtividade da agropecuária, porém, a variável para exportação não foi significativa.

Na Tabela 6, apresentam-se os testes para verificar os pressupostos do modelo:

Tabela 6 - Testes dos pressupostos, hipóteses e resultados para o modelo C_2

Testes	H_0	H_1	P-valor	Diagnóstico
Teste de Doornik-Hansen para Normalidade de resíduos	o erro tem distribuição Normal	o erro não tem distribuição Normal	0,0001	Rejeitou-se H_0
Teste de White para a heterocedasticidade	Sem heterocedasticidade	Há heterocedasticidade	0,0034	Rejeitou-se H_0
Teste de Ljung-Box para autocorrelação dos resíduos	Sem autocorrelação	Há autocorrelação	0,0317	Rejeitou-se H_0

Fonte: Resultados da pesquisa.

De acordo com os testes acima, para C_2 , os pressupostos do modelo não foram atendidos.