

# Revista de **Política Agrícola**

VENDA  
PROIBIDA

e-ISSN 2317-224X  
ISSN impresso 1413-4969  
Publicação Trimestral  
Ano XXXI – Nº 3  
Jul./Ago./Set. 2022

Publicação da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

## Oferta de crédito rural livre: modelo VAR

Pág. 84



**Armazenagem  
agrícola no Brasil:  
necessidade,  
disponibilidade  
e apoio  
governamental**

Pág. 7

**Características  
regionais da  
produtividade e  
da mecanização  
da agropecuária  
brasileira**

Pág. 37

**Ponto de Vista  
Protagonismo da  
cana brasileira na  
transição energética**

Pág. 142



## Sumário

	<b>Carta da Agricultura</b>	
	A revitalização da cacauicultura brasileira .....	3
	<i>Waldeck Araújo Júnior / Lucimara Chiari</i>	
	<b>Armazenagem agrícola no Brasil:</b>	
	necessidade, disponibilidade e apoio governamental .....	7
	<i>Milena Yumi Ramos / Simone Yuri Ramos</i>	
	<b>O PNSA e as mudanças institucionais</b>	
	no comércio avícola brasileiro .....	26
	<i>Willams Douglas dos Santos / Floriano Rodrigues de Moraes Neto / José Carlos de Sousa / Cleyzer Adrian da Cunha / Alcido Elenor Wander</i>	
	<b>Características regionais da produtividade e</b>	
	da mecanização da agropecuária brasileira .....	37
	<i>João Felema / Humberto Francisco Silva Spolador</i>	
	<b>Competitividade das exportações</b>	
	de milho de Patos de Minas, MG .....	52
	<i>Francys Júnio de Castro Alves / Fábio André Teixeira / Victor Henrique Lana Pinto</i>	
	<b>Assimetria na transmissão de preços</b>	
	na cadeia do arroz no Rio Grande do Sul .....	67
	<i>Henrique dos Santos Maxir / Roberta Rodrigues Salvini / Sérgio Roberto Gomes dos Santos Júnior</i>	
	<b>Oferta de crédito rural livre: modelo VAR .....</b>	84
	<i>Guilherme André Peleglini Rocha / Vitor Augusto Ozaki / Daniel Lima Miquelluti</i>	
	<b>Competitividade da indústria brasileira de etanol .....</b>	99
	<i>João Gonsalo de Moura / Juliana Arouche Costa</i>	
	<b>Arroz em sistemas sustentáveis sob pivô central .....</b>	117
	<i>Adriano Pereira de Castro / Carlos Magri Ferreira / Rodrigo Sérgio e Silva</i>	
	<b>Evolução da eficiência agropecuária</b>	
	na Amazônia brasileira .....	130
	<i>Marcos Rodrigues / Wladimir Colman Azevedo Junior / David Costa Correia Silva</i>	
	<b>Ponto de Vista</b>	
	Protagonismo da cana brasileira	
	na transição energética .....	142
	<i>Jacyr Costa Filho</i>	
<b>Conselho editorial</b>		
Eliseu Alves (Presidente)		
<i>Embrapa</i>		
Elisio Contini		
<i>Embrapa</i>		
Biramar Nunes de Lima		
<i>Consultor independente</i>		
Carlos Augusto Mattos Santana		
<i>Embrapa</i>		
Alcido Elenor Wander		
<i>Embrapa</i>		
José Garcia Gasques		
<i>Mapa</i>		
Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros		
<i>Consultor independente</i>		
<b>Secretaria-Geral</b>		
Luciana Gontijo Pimenta		
<b>Editor-Chefe</b>		
Wesley José da Rocha		
<b>Foto da capa</b>		
lovelyday12 (AdobeStock)		
<b>Embrapa, Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento</b>		
<b>Supervisão editorial</b>		
Wesley José da Rocha		
<b>Revisão de texto</b>		
Wesley José da Rocha		
<b>Normalização bibliográfica</b>		
Sabrina Déde de C. L. Degaut Pontes		
<b>Projeto gráfico, diagramação e capa</b>		
Carlos Eduardo Felice Barbeiro		

Accesse gratuitamente a **Revista de Política Agrícola** em  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
[www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola](http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola)

Embrapa  
[www.embrapa.br/rpa](http://www.embrapa.br/rpa)

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**  
**Secretaria de Política Agrícola**

Esplanada dos Ministérios, Bloco D, 5º andar  
70043-900 Brasília, DF  
Fone: (61) 3218-2292  
Fax: (61) 3224-8414  
[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)  
[spa@agricultura.gov.br](mailto:spa@agricultura.gov.br)

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**  
**Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento**

Parque Estação Biológica (PqEB)  
Av. W3 Norte (final)  
70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-2418  
Wesley José da Rocha  
[wesley.jose@embrapa.br](mailto:wesley.jose@embrapa.br)

Esta revista é uma publicação trimestral da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com a colaboração técnica da Secretaria de Gestão Estratégica da Embrapa e da Conab, dirigida a técnicos, empresários, pesquisadores que trabalham com o complexo agroindustrial e a quem busca informações sobre política agrícola.

É permitida a citação de artigos e dados desta revista, desde que seja mencionada a fonte. As matérias assinadas não refletem, necessariamente, a opinião do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**Tiragem**

impressão suspensa  
Publicação digital - formato pdf

Está autorizada, pelos autores e editores, a reprodução desta publicação, no todo ou em parte, desde que para fins não comerciais

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa, Secretaria Geral

---

Revista de Política Agrícola. – Ano 1, n. 1 (fev. 1992)-. – Brasília, DF : Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, 1992- v. ; 27 cm.

Trimestral. Bimestral: 1992-1993.

Editor: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004- .

Disponível também na internet: [www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola](http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola)  
ISSN impresso 1413-4969. eISSN 2317-224x

1. Política agrícola. I. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. II. Embrapa. III. Companhia Nacional de Abastecimento.

CDD 338.18 (21 ed.)

---

*Rejane Maria de Oliveira* (CRB-1/2913)

# A revitalização da cacauicultura brasileira

Waldeck Araújo Júnior<sup>1</sup>  
Lucimara Chiari<sup>2</sup>

O cacau faz parte da história do Brasil, que já figurou entre os maiores produtores e exportadores de amêndoas do mundo. A Bahia já foi responsável por cerca de 70% da produção nacional do fruto, mas a vassoura-de-bruxa<sup>3</sup> e a queda mundial dos preços do cacau impuseram drástica queda de produtividade aos cacauais do estado, o que fez o Brasil passar de exportador para importador do produto (Mascarenhas, 2004).

Com o enfrentamento da crise, muita aprendizagem foi adquirida. As instituições de ciência e tecnologia e produtores se reciclaram e, sob a liderança da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), foram desenvolvidas várias inovações tecnológicas para o combate à doença, como variedades clonais resistentes e bioinsumos, além da promoção da diversificação da produção com os vários modelos de sistemas agroflorestais com cacauieiro (SAF-Cacau).

Com ações de pesquisa dirigidas, a Ceplac foi fundamental para o início da recuperação da cacauicultura na Bahia e também para a sua expansão para outros estados. Com sede em Brasília, a Ceplac possui estações de pesquisa e escritórios em seis estados: Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Pará e Mato Grosso.

O Brasil é o sexto maior produtor mundial de amêndoas de cacau, com 210 mil toneladas em 2021 (ICCO, 2022), e se destaca por ser o

único país com representatividade em toda a cadeia de valor, sendo exportador líquido de derivados de cacau e chocolate e detentor do quinto lugar na produção e no consumo de chocolate (Puente, 2022). Bahia e Pará são os maiores produtores nacionais e, juntos, respondem por cerca de 96% da produção; uma pequena, mas importante parcela, é produzida por Espírito Santo, Rondônia, Amazonas e Mato Grosso, além de outros estados cuja produção ainda está no estágio inicial (IBGE, 2021).

Nesse contexto, vale destacar a expansão da cacauicultura para regiões da Bahia não tradicionais no cultivo, principalmente o oeste, no cerrado baiano, onde o cultivo ocorre, em geral, a pleno sol, com fertirrigação, uso de árvores para quebra-vento, uso intensivo de tecnologias e alto nível de gestão, e a produtividade pode atingir 3 mil kg/ha. Entretanto, a produção anual de amêndoas de cacau ainda é insuficiente para abastecer o parque industrial brasileiro. (Taguchi, 2021).

É notável o entusiasmo que a cacauicultura e a produção de chocolate vêm despertando no Brasil. É o que mostra o início da produção em vários estados: Roraima, Amapá, Tocantins, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Minas Gerais e São Paulo.

Segundo a Associação Nacional das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC), que abrange as

<sup>1</sup> Diretor da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

<sup>2</sup> Coordenadora Geral de Pesquisa e Inovação da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac).

<sup>3</sup> Doença causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, é um dos principais problemas fitossanitários da cacauicultura mundial. Esse patógeno infecta os tecidos meristemáticos em desenvolvimento, brotos vegetativos, almofadas florais e frutos, provocando sintomas característicos da doença, com hipertrofia dos tecidos infectados (Albuquerque et al., 2005).

três principais indústrias moageiras, a capacidade instalada na Bahia permite a moagem de 275 mil toneladas de amêndoas/ano (Ribeiro, 2021). O parque moageiro brasileiro conta também com unidades de processamento de médio e pequeno portes e com pelo menos 100 marcas de chocolates que usam diretamente a amêndoa para fabricar seus produtos. Pode-se, portanto, estimar, com segurança, que a capacidade de processamento de cacau no Brasil é superior a 300 mil toneladas de amêndoas/ano. Mas como no País a produção anual está aquém dessa capacidade, nossas indústrias ainda precisam importar cacau para reduzir a ociosidade e continuar suas operações.

Ainda segundo a AIPC, o total nacional de recebimento anual de cacau vem crescendo consistentemente desde 2020. O total de 2021 foi 19% superior ao de 2019, e o período de janeiro a julho de 2022 registrou alta de 13% em relação ao mesmo período de 2021. Esses números apontam crescimento anual médio de 10% e projeção para a produção brasileira de cerca de 240 mil toneladas em 2022. (Ribeiro, 2021).

Nesse contexto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), por intermédio da Ceplac, trabalha para atingir a meta de autossuficiência na produção de cacau até 2025 e para alcançar 400 mil toneladas/ano até 2030, o que permitirá ampliar as exportações de cacau, derivados e chocolate, com potencial de elevar o Brasil para a terceira posição entre os maiores produtores de cacau no mundo. Além disso, estabeleceu-se também a meta para o aumento da produção de amêndoas de cacau fino, estimada em 3%, para 10% do total de amêndoas produzidas até 2030. (Revista Capital Econômico, 2022).

É importante destacar que a produção de cacau acontece em países em desenvolvimento e que o Brasil reúne as melhores condições para

[...] o Brasil reúne as melhores condições para liderar o desenvolvimento de inovações tecnológicas nessa cultura

liderar o desenvolvimento de inovações tecnológicas nessa cultura, por causa do know-how gerado por bases científicas sólidas, lideradas principalmente pela Ceplac, por ser detentor do maior banco ativo de germoplasma (BAG) do mundo e por possuir uma indústria altamente desenvolvida. O desenvolvimento de inovações tecnológicas para o campo, especialmente nos processos pós-colheita, quebra dos frutos, fermentação e secagem de amêndoas, é vital para ampliar a produtividade e a qualidade do cacau brasileiro, reduzir os riscos laborais e mitigar a falta de mão de obra no campo. Isso nos permitirá competir com o modelo de mão de obra intensivo com baixo salário usado na África e acontecerá com investimento em CT&I e com forte participação do setor privado.

Para alcançar esse objetivo e incentivar e incrementar as ações no âmbito da pesquisa e inovação para a cacauicultura, foi criada a Unidade Mista de Pesquisa e Inovação do Cacau (Umipi-Cacau), por meio de um acordo de cooperação técnica entre a Ceplac e a Embrapa, que permitirá a união de esforços técnicos e científicos e o compartilhamento de materiais, laboratórios, recursos humanos e infraestrutura. Essa Umipi deverá ser o núcleo de uma rede integrada de pesquisa e inovação que visa disponibilizar soluções inovadoras e transferência de tecnologia para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do cacau (Unidade Mista de Pesquisa do Cacau..., 2021).

Está no escopo da Umipi-Cacau atuar na conservação, caracterização e informatização do BAG de cacau; no melhoramento genético do cacau para torná-lo resistente às principais pragas e obter outros atributos agronômicos e industriais; na geração de soluções tecnológicas para o controle da monilíase<sup>4</sup> e da vassoura-de-bruxa; e em processos relacionados ao manejo

<sup>4</sup> Doença que ataca o cacau e o cupuaçuzeiro, causada pelo fungo *Moniliophthora roreri* (Cif.) H. C. Evans, que ainda não ocorre no Brasil. No entanto, a doença tem sido relatada em quase todos os países produtores de cacau nas Américas e, recentemente, sua ocorrência foi relatada no Acre (Gramacho et al., 2022).

do cacau em diferentes sistemas de produção (Unidade Mista de Pesquisa do Cacau..., 2021).

A reestruturação e crescimento do setor já é perceptível e passa por reinventar a forma de produzir amêndoas de cacau de qualidade diferenciada, originárias de sistemas de produção sustentáveis, que já começam a abastecer um mercado consumidor altamente exigente e preocupado com as questões ambientais e socioeconômicas.

Nesse contexto, verifica-se grande demanda dos consumidores dentro e fora do Brasil por tipos especiais de chocolates: chocolates de origem, chocolates da categoria free (para diabéticos, vegetarianos, veganos e intolerantes à lactose), chocolates certificados, chocolates orgânicos, chocolates gourmet e, sobretudo, chocolates com alto teor de cacau, fundamentados nos benefícios para a saúde. Para atender a essa demanda, o Brasil precisa, portanto, aumentar sua produção de cacau fino<sup>5</sup>.

As pesquisas realizadas pela Ceplac e parceiros mostraram que a variedade de cacau, por si só, não define se ele é aromático. Técnicas de colheita e de pós-colheita, como a fermentação, podem inibir ou fortalecer e ressaltar alguns aromas e sabores. Os frutos devem ter origem controlada e provenientes de um terroir delimitado. Resultado desse modelo, o Brasil se tornou capaz de produzir cacau fino, com aromas diferenciados, como alcaçuz, frutas secas e especiarias. É importante ressaltar a Indicação de Origem para o cacau brasileiro, com destaques para o cacau cabruca, no sul da Bahia, e em Tomé-Açu, no Pará, e o cacau de Linhares, no Espírito Santo. (Brasil, 2011).

Governo, produtores, pesquisadores e indústrias continuam trabalhando para tornar o cacau brasileiro uma referência mundial de qua-

lidade. Cerca de 3% do cacau brasileiro é considerado fino, e o País vem conquistando vários prêmios internacionais que atestam, há mais de uma década, o reconhecimento desse segmento e também dos chocolates brasileiros. (Brasil, 2011). Recentemente, em 2019, o Brasil foi reconhecido pela International Cocoa Organization (ICCO) como produtor de cacau fino de aroma para exportação e vem acumulando prêmios internacionais. (Brainer, 2021). Em dezembro de 2021, o País chegou a uma tríplice premiação, inédita, no Salão do Chocolate de Paris. (Mirás, 2022).

A promoção da qualidade do cacau, além de importante para melhorar a remuneração do produtor, potencializa grande evolução, pois, na busca pela qualidade, uma série de atributos – inovação, tecnologias, práticas de sustentabilidade ambiental, aumento da produtividade, produtos de maior valor agregado, gestão da atividade, acesso a mercados locais, nacional e internacional e beneficiamento do produto, entre outros – são alcançados, que, obviamente, traz sustentabilidade à cadeia produtiva de forma geral.

Para finalizar, destaca-se aqui o grande diferencial do cacau e do chocolate brasileiros, frutos de trabalho decente e conservação do meio ambiente, totalmente aderentes às exigências do mundo atual.

O Brasil foi reconhecido pela International Cocoa Organization como produtor de cacau fino de aroma para exportação e vem acumulando prêmios internacionais

## Referências

ALBUQUERQUE, P.S.B.; BASTOS, C.N.; LUZ, E.D.M.N.; SILVA, S.D.V.M. Doenças do cacau. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.151-164.

BRAINER, M.S. de C.P. Produção de cacau: crescer é preciso! **Caderno Setorial ETENE**, ano6, p.1-20, 2021.

<sup>5</sup> Apresenta aroma de constituição (presente nas amêndoas frescas) e/ou aroma de fermentação, que aparece depois da fermentação (Santos, 2009).

Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1042/1/2021\\_CDS\\_199.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1042/1/2021_CDS_199.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Cacau do Brasil**. Brasília, 2011. 22p.

GRAMACHO, K.P.; NIELLA, G.R.; PEREIRA, J.M.; CHIARI, L. **Constatação da monilíase do cacau no Acre**. 2p. Nota Técnica CEPLAC/MAPA. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/moniliasse>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: PAM - 2020**. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

ICCO. International Cocoa Organization. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v.48, n.2, Cocoa year 2021/22, may 2022.

MASCARENHAS, G.C.C. A atual conjuntura socioeconômica e ambiental da região Sul da Bahia e a agricultura sustentável como uma alternativa concreta. In: UZÊDA, M.C. (Org.). **O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia**. Ilhéus: Editus, 2004. p.13-32.

MIRÁS, D. Cacau brasileiro ganha prêmios na França e conquista excelência internacional. **Isto É**, n.2712, 2022. Disponível em: <<https://revista.istoe.com.br/cacau-brasileiro-ganha-premios-na-franca-e-conquista-excelencia-internacional>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

PUENTE, B. Produção de chocolate cresce 6% no primeiro trimestre, diz associação. **CNN Brasil**, 7 jul.

2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/producao-de-chocolate-cresce-6-no-primeiro-trimestre-diz-associacao/#:~:text=De%20acordo%20com%20os%20dados,mesmo%20per%C3%ADodo%20do%20ano%20anterior>>. Acesso em: 13 set. 2022.

REVISTA CAPITAL ECONÔMICO. **Ceplac**: 65 anos de pesquisa e tecnologia para o cacau brasileiro. Disponível em: <<https://revistacapitaleconomico.com.br/ceplac-65-anos-de-pesquisa-e-tecnologia-para-o-cacau-brasileiro>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

RIBEIRO, J. **Recebimento de cacau nacional cresce 10,89%, mas fica abaixo da moagem das indústrias**. 2021. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/recebimento-de-cacau-nacional-cresce-1089percent-mas-fica-abaixo-da-moagem-das-industrias>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SANTOS, A.M. dos. **La filiere cacao-chocolat au Bresil et en France: fondements basiques pour une stratégie du cacao brésilien**. Montpellier: Moisa/Supagro, 2009.

TAGUCHI, V. **Retomada do cacau**: Sul da Bahia é o maior produtor, mas regiões novas, como Cerrado, Pará e Rondônia, despontam na atividade. 2021. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/retomada-producao-de-cacau>>. Acesso em: 26 ago. 2022.

UNIDADE Mista de Pesquisa do Cacau reúne experiência e tecnologia para alavancar produção nacional. **Revista Cultivar**, 2021. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/unidade-mista-de-pesquisa-do-cacau-reune-experiencia-e-tecnologia-para-alavancar-producao-nacional>>. Acesso em: 25 ago. 2022.



# Armazenagem agrícola no Brasil

## Necessidade, disponibilidade e apoio governamental<sup>1</sup>

Milena Yumi Ramos<sup>2</sup>  
Simone Yuri Ramos<sup>3</sup>

**Resumo** – Este estudo analisou o desempenho do apoio governamental à armazenagem agrícola diante da evolução da necessidade e da disponibilidade de capacidade no período de 2008 a 2018, por meio de uma abordagem baseada em estatísticas oficiais. A ação do Estado examinada corresponde ao crédito de investimento oferecido por diferentes programas no âmbito do Sistema Nacional de Crédito Rural, um dos principais instrumentos da política agrícola no Brasil. Foram identificadas importantes diferenças interestaduais quanto à necessidade e disponibilidade de capacidade de armazenagem (composição segundo produtos, tipos de propriedade e de atividade do estabelecimento, modalidade) e quanto à razão disponibilidade/necessidade e à associação desta com a distribuição do crédito disponibilizado. Além disso, foram encontrados indícios de que o apoio do Estado, embora consistente com a correção/mitigação de distorções – maior absorção dos recursos por estados deficitários, melhor adequação da rede armazenadora para estocagem a granel e aumento relativo da capacidade de armazenagem nas fazendas –, foi insuficiente para fazer frente ao crescimento da produção agrícola, de modo que a relação disponibilidade/necessidade não melhorou – na verdade, deteriorou-se nos principais estados atendidos.

**Palavras-chave:** análise de desempenho, armazéns, crédito rural, infraestrutura e logística agropecuária, política agrícola.

### Agricultural storage in Brazil: demand, availability and governmental support

**Abstract** – This study examines the performance of government support for agricultural storage, in relation to the evolution of capacity demand and availability from 2008 to 2018, using a new approach based on official statistics. The State intervention under consideration corresponds to the investment credit provided by various programs under the national system of rural credit (*Sistema Nacional de Crédito Rural*), a key tool in the Brazilian agricultural policy. We found significant interstate differences in the composition of storage capacity demand and availability (based on products, ownership and activity types, and storage modality), and in the availability/demand ratio and in the relationship between this and credit distribution. Furthermore, we found that State support was insufficient to meet the increasing levels of agricultural production, despite its consistency with

<sup>1</sup> Original recebido em 19/11/2021 e aprovado em 26/1/2022.

<sup>2</sup> Engenheira de Alimentos, doutora em Política Científica e Tecnológica, pesquisadora da Embrapa. E-mail: my\_ramos@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, mestre em Economia Aplicada, analista da Embrapa. E-mail: simoneyuri.ramos@agro.gov.br

the correction/mitigation of distortions – namely, greater absorption of resources by deficient states, improved suitability of facilities for bulk storage, and a relative increase in farm storage capacity. Thus, the availability/demand ratio in the major states served has not improved, or it has even declined.

**Keywords:** performance assessment, storage facilities, rural credit, agricultural infrastructure and logistics, agricultural policy.

## Introdução

A armazenagem desempenha funções estratégicas no agronegócio brasileiro, sob variadas perspectivas. Se, por um lado, a produção é caracterizada por concentração espacial, sazonalidade e perecibilidade; por outro, a demanda é contínua, territorialmente dispersa e exige produtos de qualidade.

Como parte da logística pós-colheita, a armazenagem equilibra oferta e demanda, distribuindo o escoamento da produção no tempo e no espaço; promove também a conservação dos produtos – consequentemente, reduz perdas e desperdícios –, por meio de operações de limpeza, tratamento fitossanitário e secagem nas unidades armazenadoras (BNDES, 2013; Caixeta-Filho, 2018).

Com isso, ela possibilita maior rentabilidade ao produtor, racionalização do custo de transporte, alocação estratégica de estoques, além de facilitar o comércio inter-regional e internacional. Em última instância, contribui para a reduzir a volatilidade dos preços e dos mercados e para a segurança alimentar.

A armazenagem é um dos componentes da Política Agrícola, coordenada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O Ministério implementa ações em três frentes principais: a) formação e gestão de estoques públicos; b) controle da rede armazenadora; e c) financiamento do investimento privado na ampliação e melhoria das unidades armazenadoras.

Na formação e gestão de estoques públicos, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), empresa pública vinculada ao Mapa, dispõe de diversos instrumentos para apoiar o preço e a renda do produtor, além de regular o

abastecimento interno e atender a programas sociais, emergenciais e de ajuda humanitária. Com operações de aquisição e escoamento de produtos agrícolas, o governo federal garante um preço mínimo ao produtor, forma estoques públicos em unidades armazenadoras da rede privada conveniada à Conab e nos armazéns próprios da companhia, promove a movimentação inter-regional de produtos e realiza operações de troca, venda ou doações.

Quanto ao controle da rede armazenadora, a nova Lei de Armazenagem (Brasil, 2000) e seu decreto regulamentador (Brasil, 2001) promoveram a modernização, tecnificação e regulamentação do armazenamento de grãos no Brasil. Entre outras coisas, esses normativos estabeleceram padrões de qualidade das estruturas e operações de armazenagem, regulamentaram as relações comerciais entre depositante e depositário e obrigaram os armazenadores a fornecerem informações cadastrais dos armazéns e estoques depositados no âmbito do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras (SNCUA), mantido pela Conab. O cadastro nesse sistema é obrigatório para armazéns que prestam serviços remunerados a terceiros e à guarda de estoques públicos, sendo voluntários aos demais que queiram aderir ao sistema, certificando suas unidades.

Em relação ao financiamento do investimento privado na ampliação e melhoria das unidades armazenadoras, diversos programas foram sendo implementados ao longo da trajetória da política agrícola brasileira, mas de forma instável (Nogueira Júnior & Tsuneshiro, 2005; Frederico, 2010; Maia et al., 2013).

A partir da década de 1970 até meados da de 1980, houve forte intervenção do Estado na

agricultura brasileira, promovendo a modernização, a expansão territorial e o escoamento da produção. Nessa fase, houve importante apoio governamental para a manutenção de estoques pelo produtor, via Empréstimo do Governo Federal (EGF), um dos instrumentos da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), e para a construção de unidades armazenadoras tanto nas regiões de fronteira agrícola (*fronts*) quanto nas regiões agrícolas tradicionais (*belts*), via Programa Nacional de Armazenagem (Pronazem).

Da segunda metade da década de 1980 até fins da de 1990, a perda de capacidade de investimento do Estado implicou a diminuição do crédito agrícola, com consequente supressão de investimentos no setor armazenador. O resultado foi a formação de gargalos em algumas regiões, visto que, ao contrário da oferta de espaço para o armazenamento dos produtos, a produção agrícola brasileira continuou crescendo acentuadamente (Conab, 2005).

A partir da década de 2000, tal defasagem criou pressões renovadas por mais financiamento estatal para a armazenagem agrícola. Como resposta, diversos programas e linhas de financiamento específicos foram criados, fundamentalmente a cargo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES 2013; Maia et al., 2013). O mais recente deles foi o Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA), instituído no Plano Agrícola e Pecuário 2013/2014, visando ao aumento da capacidade de armazenagem, por meio da construção, reforma, modernização e ampliação de armazéns, prioritariamente nas fazendas. Unidades armazenadoras constam como itens financiáveis também em programas mais abrangentes, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), o Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp) e o Programa de Sustentação de Investimentos (BNDES PSI).

Ao longo do tempo, alguns programas foram descontinuados e outros, modificados. Para os que permanecem ativos, tem havido suspensão temporária de sua execução, total ou parcialmente, por razões conjunturais, como o valor da taxa de juros básica vigente e a disponibilidade de recursos.

Considerando-se as três frentes de ação, fica clara a centralidade do Estado no apoio ao sistema de armazenagem agrícola – ainda é reduzida a participação do crédito privado em investimentos dessa natureza. Com efeito, Goulart & Pereira (2020) apontam a persistência de questões não pacificadas no meio jurídico como obstáculo à expansão do crédito privado no investimento dominante no custeio agrícola. Trata-se de questões referentes à recuperação de crédito no agro, que conferem instabilidade e algum grau de insegurança a operações de longo prazo.

Não obstante a relevância da armazenagem agrícola e o esforço do Estado, tem sido recorrente o apontamento de limitações ou mesmo déficits na capacidade instalada, além de inadequações técnicas e desequilíbrios geográficos, em diversos estudos e no debate público. As análises concentram-se na escala e na distribuição espacial da oferta (capacidade estática das unidades armazenadoras já em operação) comparada à demanda (basicamente volume físico de produção armazenável a seco<sup>4</sup>), a exemplo de IBGE (1981), Conab (2005), Nogueira Junior & Tsuneshiro (2005, 2011), BNDES (2013), Maia et al. (2013) e Fassio (2018).

Dias et al. (1985), citados por Nogueira Junior & Tsuneshiro (2005), relacionam a bem-sucedida expansão da produção de grãos em fronteiras agrícolas cada vez mais distantes dos centros de processamento e consumo, além dos portos para exportações, à exigência de infraestrutura de armazenagem e movimentação relativamente dispersa e onerosa.

<sup>4</sup> Em alguns casos, a estimativa de demanda é mais refinada e inclui outras variáveis, como saldos e estoques (IBGE, 1981) e importações (Conab, 2005).

De fato, a Conab (2005, p.9) alerta, com recorrência, que

A infraestrutura de armazenagem do Brasil não tem acompanhado o ritmo de crescimento da produção agrícola e é importante identificar as regiões críticas para melhor adequação e expansão da rede de armazenagem.

Corroborando os alertas da Conab, a Coordenação-Geral de Infraestrutura Rural e Logística da Produção do Mapa reconhece que diversas das principais microrregiões produtoras estão com deficiência de armazéns, isto é, com a capacidade estática inferior à produção local (Batista, 2013).

Mais recentemente, veículos da mídia geral e especializada em assuntos rurais têm noticiado, com frequência, a insuficiência de espaço de armazenagem agrícola no País (Silva, 2020; Samora, 2021; Silvestre, 2021; Taguchi, 2021).

Logo, considerando a existência de problemas crônicos, ainda que não generalizados, de insuficiência de capacidade instalada, inadequação técnica e desequilíbrio espacial da infraestrutura de armazenagem agrícola no País; a dependência da ação governamental para seu equacionamento; e a carência de avaliações recentes do apoio prestado pelo Estado a essa operação agrícola específica, este trabalho buscou fornecer uma análise estatística do apoio governamental (federal) ao investimento privado na ampliação e melhoria da rede armazenadora diante da evolução da necessidade e disponibilidade de capacidade em nível estadual. Especificamente, explora-se a seguinte questão: no período recente, o apoio governamental, por meio do financiamento do investimento privado em unidades armazenadoras de produtos agrícolas, tem sido suficiente diante da necessidade e da disponibilidade de capacidade, considerando as diferenças entre as unidades da federação?

## Dados e métodos

Para explorar a questão colocada, o período considerado, 2008 a 2018, foi dividido em dois, 2008–2012 e 2014–2018, cinco anos antes e depois do lançamento do PCA, em 2013, que é o maior, mais específico e mais recente programa de financiamento do governo federal para a infraestrutura de armazenagem agrícola. Três classes de informação foram adotadas:

- a) Volumes físicos de produção (quantidade produzida, em toneladas) de itens agrícolas armazenáveis, como *proxy* para a necessidade de armazenagem. Foram selecionados apenas os produtos comuns à Pesquisa de Estoques (IBGE, 2021a) entre 2008 e 2018 e à Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2021c): algodão herbáceo (em caroço), arroz (em casca), café (em grão), feijão (em grão), milho (em grão), soja (em grão) e trigo (em grão).
- b) Capacidade útil das unidades armazenadoras instaladas, como *proxy* para a disponibilidade de armazenagem. Embora existam diferentes fontes de informação oficiais sobre unidades armazenadoras no Brasil<sup>5</sup>, consideradas as características de cada uma e as finalidades deste estudo, adotou-se aqui apenas a Pesquisa de Estoques do IBGE (2021a, 2021b). É importante destacar que essa pesquisa, cuja coleta de dados ocorre nas datas de 30 de junho e 31 de dezembro de cada ano, considera apenas as instalações que tenham sido construídas ou adaptadas para a finalidade de armazenagem e que tenham capacidade útil igual ou superior a 2.000 m<sup>3</sup> ou 1.200 t. Os registros de unidades armazenadoras são disponibilizados por tipo de atividade (Produção agropecuária, Serviço de armazenagem, Indústria e Comércio), tipo de propriedade (Iniciativa privada

<sup>5</sup> Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras (Sicarm), mantido pela Conab; Pesquisa de Estoques e Censo Agropecuário, conduzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

(outras), Iniciativa privada (cooperativa), Economia mista, Governo) e tipo de unidade ou modalidade de armazenagem (Armazéns convencionais, estruturais e infláveis; Armazéns graneleiros e granelizados; Silos). Para todos eles, considerou-se a variável capacidade útil.

- c) Volume de contratos de investimento em unidades armazenadoras, como *proxy* para o apoio governamental à armazenagem privada. Os dados históricos dos contratos firmados no âmbito do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) são mantidos pelo Banco Central do Brasil (BCB) e disponibilizados para consulta pública por meio de duas fontes, utilizadas neste estudo: i) Anuário Estatístico do Crédito Rural (Bacen, 2021a)<sup>6</sup>, para 2008–2012; e ii) Matriz de Dados do Crédito Rural (MDCR), a partir de 2013 (Bacen, 2021b). Foram coletados dados anuais de quantidade e valor monetário de contratos, segundo os seguintes filtros e agrupamentos: i) Atividade – agrícola e pecuária; ii) Modalidade – melhoramento das explorações e aquisição de ativos operacionais; iii) Finalidade – investimentos; iv) Produto – agrupado como "unidade armazenadora", englobando Armazém (0880); Depósito e instalações congêneres (3160); Armazém, depósito, silo, galpão, paiol, estufa e instalações congêneres (3180); e Silo (6680); e v) Programas – considerados os programas que financiaram a construção de novas unidades ou a ampliação, reforma ou modernização de estruturas em 2013–2018. Entre esses, foram individualizados o programa específico para armazenagem agrícola (PCA) e aqueles com importantes volumes de contratações no período (Pronaf, Pronamp). Para totalizar o volume, foram agrupados os

contratos que não especificaram o programa que forneceu o crédito e outros programas cuja participação individual foi comparativamente reduzida.

Assim, obtiveram-se séries anuais, para o Brasil e cada UF, de 2008 a 2018, de: a) necessidade por produto; b) disponibilidade por tipo de unidade armazenadora, de propriedade e de atividade; e c) apoio governamental por programa<sup>7</sup>. Essas séries foram analisadas em termos de estatísticas descritivas (distribuições percentuais e classificação em quartéis) e indicadores de concentração e/ou de especialização.

A classificação em quartéis obedeceu ao seguinte procedimento: para cada variável e respectivas desagregações, em cada ano ou período, sobre o conjunto de UFs da série considerada, foi utilizado o ordenamento crescente pelo valor. Com base nesse ordenamento, foi feita a acumulação dos valores correspondentes a cada UF (formando a série de percentuais acumulados  $PCTAC(i)$  até a  $UFi$ ), e cada uma delas foi alocada em um quartel (ou quarto), de acordo com o algoritmo abaixo:

- 1) se  $PCTAC(i) \leq 25\%$ ,  $i$  foi alocada ao quartel Q1.
- 2) Se  $25\% < PCTAC(i) \leq 50\%$ ,  $i$  foi alocada ao quartel Q2.
- 3) Se  $50\% < PCTAC(i) \leq 75\%$ ,  $i$  foi alocada ao quartel Q3.
- 4) Se  $75\% < PCTAC(i)$ ,  $i$  foi alocada ao quartel Q4.

Logo: a) o quartel superior (Q4) foi formado pelo menor conjunto de UFs que, respeitando o ordenamento, foram suficientes para alcançar pelo menos 25% do valor total da variável; b) Q3, pelas UFs seguintes, até alcançar, em conjunto com as de Q4, pelo menos 50% do valor total; c) as UFs seguintes, até perfazerem, junto com as de Q3 e Q4, pelo menos 75% do

<sup>6</sup> Foram consultadas as tabelas 5.1.1.2 - Atividade, finalidade – empreendimento e 5.1.1.4 - Atividade e finalidade – item financiado – unidade da federação.

<sup>7</sup> Não estão publicamente disponíveis dados detalhados por programa anteriores a 2013.

valor total, formaram Q2; e d) as restantes, que complementaram o valor total, formam o quartel inferior (Q1).

Os subconjuntos formados com cada quartel foram reagrupados para formar novos subconjuntos de interesse. Particularmente Q4, Q3 e Q2 foram agregados para formar o grupo G75, que reuniu o subconjunto mínimo de UFs suficientes para totalizar pelo menos 75% do valor correspondente à variável no total nacional.

Para o cálculo dos indicadores de concentração ou de especialização, consideraram-se duas distribuições,  $f = (f_1, f_2, \dots, f_K)$  e  $g = (g_1, g_2, \dots, g_K)$ , em escala nominal, formadas por  $K$  classes, identificadas por  $i = 1, 2, \dots, K$ , sendo  $K$  um número finito maior do que 1, e suas respectivas distribuições acumuladas  $F = (F_1, F_2, \dots, F_K)$  e  $G = (G_1, G_2, \dots, G_K)$ . As distribuições  $f$  e  $g$  representam frequências relativas da variável considerada nas  $K$  classes e consistem de números não negativos que somam 1;  $f$  corresponde à distribuição da variável de interesse pelas diferentes classes de desagregação em cada entidade geográfica considerada (por exemplo, a distribuição da necessidade no Brasil e em cada UF, segundo os produtos); e  $g$  corresponde a uma distribuição de referência contra a qual se compara  $f$ . Os indicadores calculados medem o grau de afastamento ou distância de  $f$  com respeito a  $g$ .

O coeficiente de concentração ( $c$ ) utilizado obedece à formulação de Gini (Reis, 2008). Inicialmente, as distribuições  $f$  e  $g$  são ordenadas de modo a atender à seguinte condição:  $G_1 \leq F_1; G_2 \leq F_2; \dots; G_K \leq F_K$ . Obedecendo a esse ordenamento, o coeficiente de concentração é dado por

$$c = \frac{\sum_{i=1}^{K-1} |F_i - G_i|}{\sum_{i=1}^{K-1} F_i} \quad (1)$$

Para o cálculo de  $c$ , tomou-se  $g$  (a distribuição de referência) como a distribuição uniforme correspondente à variável considerada

(cuja frequência relativa equivale a  $1/K$  para cada classe), de forma que se mede o afastamento da distribuição  $f$  com respeito à situação de perfeito equilíbrio ou uniformidade. O coeficiente de concentração varia no intervalo  $[0; 1]$ ; quando  $c > 0$ , isso indica que  $f$  não é uniforme e, quanto mais próximo de 1, mais concentrada  $f$  é em algumas classes.

O coeficiente de especialização ( $e$ ) utilizado reproduz a distância  $L_1$  matemática, seguindo Souza (1977) e Monasterio (2011). Considerando  $f$  e  $g$ , o coeficiente de especialização é calculado por

$$e = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^K |f_i - g_i| \quad (2)$$

em que o fator de padronização  $1/2$  é aplicado para que o indicador tome valor máximo 1. Para a análise da especialização, tomou-se  $g$  como distribuição de referência, aquela correspondente ao Brasil (uma espécie de média ponderada das distribuições nas UFs). O coeficiente de especialização pertence ao intervalo  $[0; 1]$ ; se  $e > 0$ , então  $f$  difere da distribuição de referência  $e$ , quanto mais próximo de 1, mais especializada  $f$  é em algumas classes, relativamente à média do País.

## Necessidade e disponibilidade de armazenagem agrícola

A análise simultânea da necessidade e da disponibilidade de armazenagem agrícola permite identificar possíveis desequilíbrios. Para balizar tais análises, consideraram-se três referências:

- 1) A Conab entende que a capacidade útil ideal para a armazenagem brasileira seja superior em 20% à produção agrícola anual do País (Conab, 2005).
- 2) Os Estados Unidos dispõem de capacidade útil total de aproximadamente 125% da produção anual, considerando as unidades armazenadoras nos

estabelecimentos agropecuários, na rede de armazenagem de propriedade de outros agentes e de terminais portuários (Quorum Corporation, 2014; Janzen & Swearingen, 2020).

- 3) Estudo sobre tendências de investimentos na agricultura nas regiões CEE (Central and Eastern Europe) e CIS (Commonwealth of Independent States) identificou que a maioria dos investidores selecionados possuíam capacidade de armazenagem de 80% a 120% do potencial de produção (Luyt et al., 2013).

Com base nessas referências, estabeleceu-se a escala para o quociente entre capacidade útil e quantidade produzida (Tabela 1).

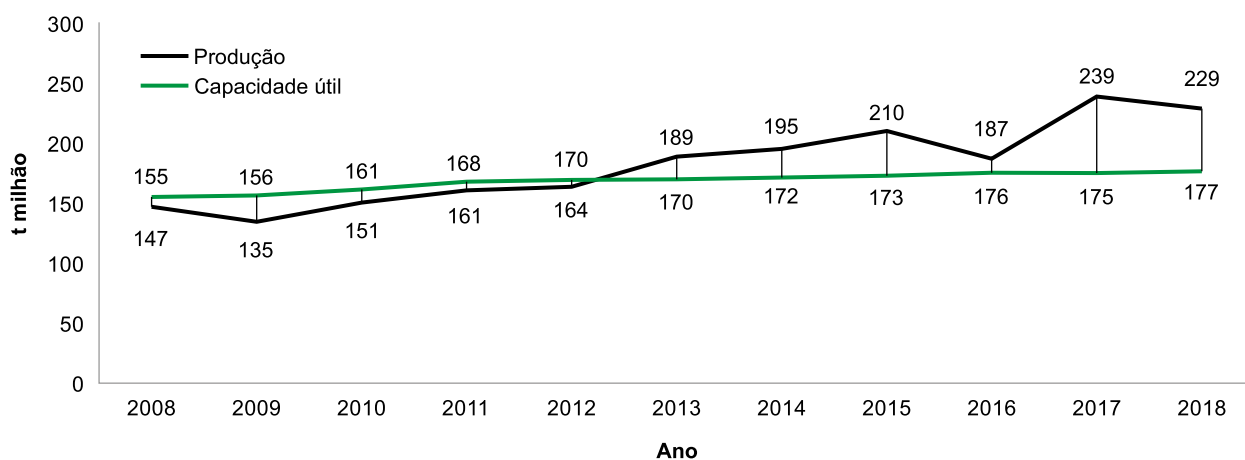
**Tabela 1.** Faixas de classificação das unidades da federação quanto à relação entre disponibilidade e necessidade de armazenagem agrícola.

Faixa	Descrição
[0; 80%)	Déficit
[80%; 100%)	Atenção
[100%; 120%]	Ótimo
(120%; +	Excesso

Inicialmente, apresenta-se, comparativamente, a evolução da necessidade, ditada pela produção do conjunto de produtos considerados, e da disponibilidade, ou capacidade útil, de armazenagem desses produtos no País (Figura 1). Verifica-se que, na primeira metade do período, a capacidade útil superava o volume de produção (a primeira correspondeu a 107% do segundo, em média, entre 2008 e 2012); a disponibilidade já evoluía em ritmo inferior ao avanço da necessidade. A partir de 2013, registrou-se crescimento da produção ainda mais acelerado, levando-a a superar a capacidade útil por margem tendencialmente mais ampla (a capacidade útil correspondeu, em média, a 83% da produção de grãos entre 2014 e 2018). No fim do período, a produção superava a capacidade útil de armazenagem em cerca de 52 milhões de toneladas.

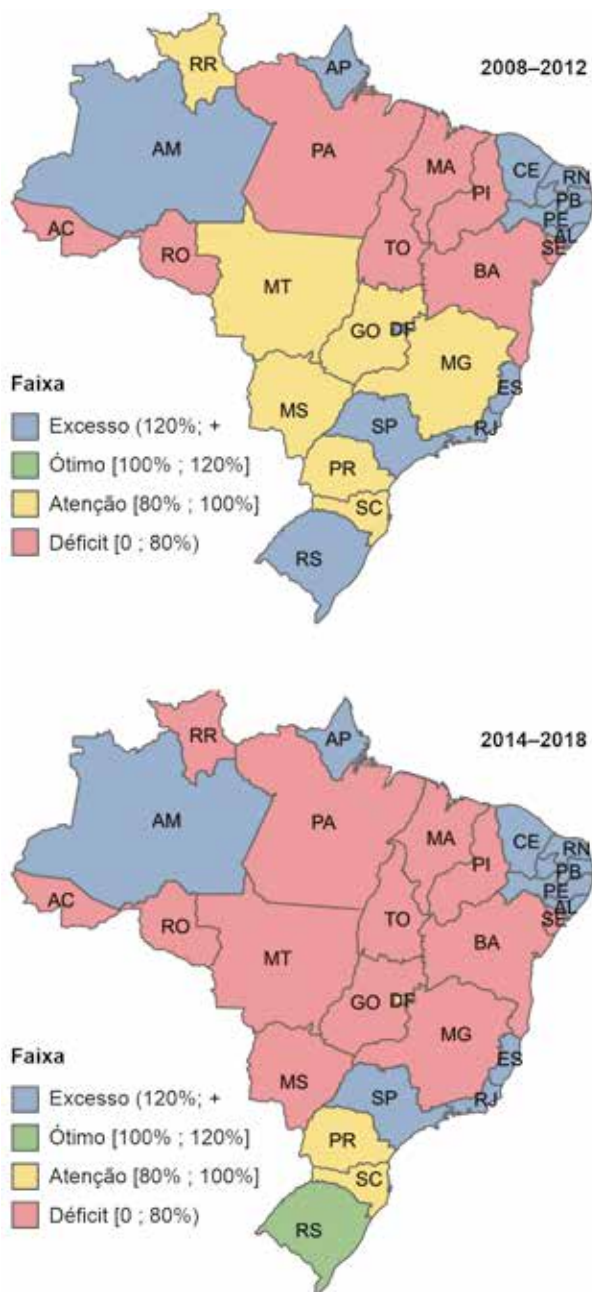
Em síntese, a relação entre disponibilidade e necessidade de armazenagem passou de ótima para uma situação que requer atenção, mesmo depois do lançamento do PCA.

Entre as UFs, a relação entre necessidade e disponibilidade de armazenagem diferiu consideravelmente de 2008–2012 para 2014–2018 (Figura 2). O número de UFs na faixa de déficit de capacidade útil em relação ao volume de



**Figura 1.** Evolução da necessidade e da disponibilidade de armazenagem agrícola no Brasil.

Fonte: adaptado de IBGE (2021b, 2021c).



**Figura 2.** Unidades da federação por faixa do quociente quantidade produzida/capacidade útil de armazenagem de grãos.

Fonte: adaptado de IBGE (2021b, 2021c).

produção de grãos (quociente inferior a 80%) passou de oito para 13 – as UFs deficitárias que, no início, incluíam apenas estados do Norte e Nordeste, passaram a incluir estados do Sudeste e Centro-Oeste. É importante observar que cin-

co (Roraima, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) dos sete estados em situação de atenção no primeiro período passaram à condição de déficit no período seguinte.

Já na faixa de excesso de capacidade, não houve alterações significativas, com exceção do Distrito Federal, que migrou da faixa de excesso para a de atenção, e do Rio Grande do Sul, que passou da condição de excesso para o nível ótimo.

Aspectos adicionais a considerar incluem a composição da necessidade por produto e da disponibilidade por tipo de atividade e de propriedade do estabelecimento, bem como a disponibilidade por tipo de unidade armazenadora, apresentados na sequência. Observou-se, nos dois períodos examinados, grande e crescente concentração da necessidade de armazenagem (coeficiente acima de 0,6) em poucas culturas, predominantemente soja e milho, em praticamente todos os estados (Tabela 2). Em comparação com o padrão nacional, alguns estados mostraram perfis um pouco diferenciados, como indicam os coeficientes de especialização: em Minas Gerais, café e feijão tinham participações maiores que nos demais; no Rio Grande do Sul, a parcela do arroz se destacou; em Mato Grosso, a participação do algodão sobressaiu. Do primeiro para o segundo período, a concentração, que já era elevada, cresceu em alguns estados, puxada pelo milho (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) e pela soja (Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul).

A desagregação da disponibilidade por tipo de atividade e de propriedade (Tabela 3) revela que os serviços de armazenagem de propriedade privada concentravam mais capacidade útil; a produção agropecuária privada ganhou espaço na armazenagem agrícola, em detrimento da indústria; e o comércio praticamente manteve sua participação – em termos de composição por tipo de propriedade, as cooperativas registraram pequena elevação. Nota-se também baixa participação, com tendência de redução, do governo.



**Tabela 2.** Necessidade de armazenagem por produto (%) e coeficientes de concentração e de especialização, Brasil e G75, em 2008–2012 e 2014–2018.

Período	Unidade geográfica	Algodão	Arroz	Café	Feijão	Milho	Soja	Trigo	Conc.	Espec.
2008–2012	<b>Brasil</b>	<b>2,63</b>	<b>8,06</b>	<b>1,83</b>	<b>2,16</b>	<b>38,55</b>	<b>43,16</b>	<b>3,62</b>	<b>0,674</b>	<b>-</b>
	Minas Gerais	0,68	0,90	11,93	5,12	56,52	24,09	0,77	0,751	0,310
	Paraná	0,02	0,58	0,40	2,58	46,28	41,10	9,04	0,762	0,136
	Rio Grande do Sul	0,00	32,89	0,00	0,46	20,32	37,15	9,18	0,657	0,304
	Mato Grosso do Sul	2,01	1,71	0,02	0,27	43,41	51,96	0,62	0,812	0,137
	Mato Grosso	6,47	2,06	0,03	0,55	29,86	61,04	0,00	0,829	0,217
	Goiás	2,11	1,57	0,14	2,03	41,09	52,58	0,49	0,797	0,120
2014–2018	<b>Brasil</b>	<b>1,93</b>	<b>5,60</b>	<b>1,39</b>	<b>1,41</b>	<b>38,61</b>	<b>48,38</b>	<b>2,68</b>	<b>0,730</b>	<b>-</b>
	Minas Gerais	0,55	0,14	11,71	3,85	48,99	33,18	1,58	0,740	0,231
	Paraná	0,00	0,41	0,17	1,89	41,30	47,64	8,59	0,778	0,091
	Rio Grande do Sul	0,00	26,28	0,00	0,31	16,63	51,38	5,41	0,743	0,264
	Mato Grosso do Sul	0,84	0,54	0,00	0,16	49,88	48,36	0,21	0,822	0,113
	Mato Grosso	4,69	1,05	0,01	0,57	40,96	52,72	0,00	0,814	0,094
	Goiás	0,72	0,60	0,09	1,68	44,60	52,03	0,29	0,818	0,099

Fonte: adaptado de IBGE (2021c).

**Tabela 3.** Disponibilidade de armazenagem agrícola por tipo de atividade (%) segundo o tipo de propriedade, Brasil, 2008, 2013 e 2018.

Ano	Atividade/propriedade	In. privada (outra)	In. privada (cooperativa)	Economia mista	Governo	Total
2008	<b>Total</b>	<b>70,84</b>	<b>22,77</b>	<b>1,33</b>	<b>5,05</b>	<b>100</b>
	Produção agropecuária	8,49	0,22	0,00	0,04	8,75
	Serviço de armazenagem	24,26	8,98	1,31	4,90	39,45
	Indústria	24,94	1,98	0,01	0,02	26,94
	Comércio	13,16	11,60	0,01	0,09	24,86
2013	<b>Total</b>	<b>72,94</b>	<b>22,17</b>	<b>1,71</b>	<b>3,18</b>	<b>100</b>
	Produção agropecuária	12,06	0,20	0,01	0,08	12,35
	Serviço de armazenagem	24,42	8,16	1,68	3,02	37,27
	Indústria	22,92	1,92	0,02	0,01	24,88
	Comércio	13,54	11,89	0,01	0,06	25,50
2018	<b>Total</b>	<b>71,13</b>	<b>24,62</b>	<b>1,59</b>	<b>2,65</b>	<b>100</b>
	Produção agropecuária	16,99	0,18	0,01	0,30	17,47
	Serviço de armazenagem	24,17	9,40	1,57	2,28	37,41
	Indústria	16,31	1,88	0,02	0,04	18,25
	Comércio	13,67	13,16	0,00	0,03	26,87

Fonte: adaptado de IBGE (2021b).

Os perfis estaduais mostram que o crescimento da capacidade útil de armazenagem na atividade de produção agropecuária ocorreu com maior intensidade no Centro-Oeste. Em Goiás e Mato Grosso, foram mais reduzidas as participações dos serviços de armazenagem privados; em Mato Grosso e no Rio Grande do Sul, essa tendência foi observada entre as indústrias. Merece menção o caso do Paraná, com destaque para as cooperativas de propriedade do comércio, cuja participação na capacidade útil cresceu no período.

Por fim, quanto à distribuição da capacidade útil em termos das modalidades, observou-se, no conjunto do País, que a armazenagem em silos ganhou importância no segundo período, em detrimento das unidades convencionais, estruturais e infláveis (Tabela 4).

O perfil dos estados diferiu do nacional: os armazéns convencionais, estruturais e infláveis predominaram em Minas Gerais e São Paulo, embora sua participação tenha diminuído da primeira para a segunda metade do período; os

armazéns graneleiros e granelizados reuniram mais da metade da capacidade de armazenagem agrícola em Mato Grosso e Goiás; e os silos, que já predominavam em 2008–2012, elevaram sua participação de 2014 a 2018 no Paraná e no Rio Grande do Sul.

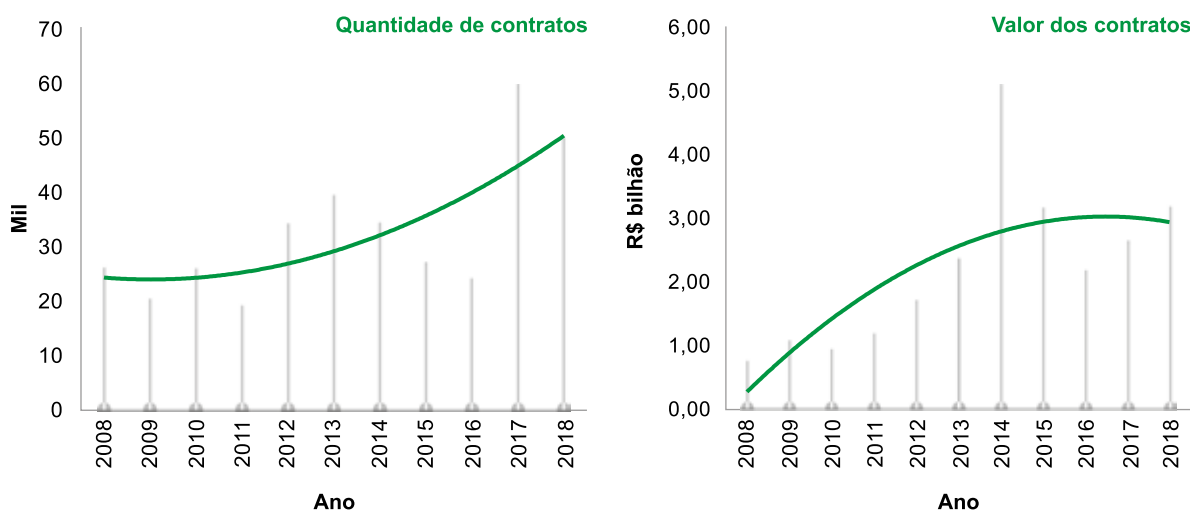
## Apoio governamental à armazenagem agrícola

Os registros de operações de investimento em unidades armazenadoras agrícolas em 2008–2018 mostraram, em termos da quantidade de contratos, crescimento com tendência quadrática positiva (Figura 3), embora com oscilações significativas. A quantidade de contratos dobrou do início para o fim do período, quando alcançou o patamar de 49.697 contratos. Já em termos do valor dos contratos, houve crescimento com tendência quadrática negativa, com pico em 2014. O valor total dos contratos mais do que quadruplicou, alcançando R\$ 3,1 bilhões em 2018; no entanto, houve desaceleração da tendência a partir de 2014.

**Tabela 4.** Composição da disponibilidade de armazenagem agrícola (%) por tipo de unidade armazenadora, Brasil e G75, em 2008–2012 e 2014–2018.

Período	Unidade geográfica	Convencionais, estruturais e infláveis	Graneleiros e granelizados	Silos
2008–2012	Brasil	35,32	33,82	30,85
	Minas Gerais	59,35	17,28	23,37
	São Paulo	64,43	15,38	20,19
	Paraná	26,05	33,29	40,66
	Rio Grande do Sul	32,16	24,87	42,97
	Mato Grosso	17,67	57,37	24,96
	Goiás	20,38	56,47	23,15
2014–2018	Brasil	21,64	35,64	42,72
	Minas Gerais	52,61	17,17	30,22
	São Paulo	46,86	17,29	35,85
	Paraná	17,62	30,61	51,78
	Rio Grande do Sul	16,18	24,76	59,07
	Mato Grosso	11,79	56,75	31,46
	Goiás	13,32	55,27	31,40

Fonte: adaptado de IBGE (2021b).



**Figura 3.** Evolução dos contratos de investimento em unidades armazenadoras no âmbito do crédito rural no Brasil em 2008–2018.

Nota: volumes monetários em valores reais (base: 12/2018).

Fonte: adaptado de Bacen (2021a, 2021b).

A Tabela 5 mostra uma análise combinada da quantidade e do valor dos contratos de investimento em unidades armazenadoras da rede privada. Dois aspectos chamam a atenção: a) grande discrepância entre as regiões em termos do valor médio por contrato; b) forte elevação do valor médio por contrato de 2008–2012 para 2014–2018, sobretudo no Centro-Oeste e no Norte; o Nordeste foi exceção. Reforçando o segundo aspecto apontado, o coeficiente de Gini, que compara as distribuições do valor e da

quantidade de contratos pelas regiões em cada período, avançou de 0,225 para 0,541 entre os períodos anterior e posterior ao lançamento do PCA, em 2013. Em outras palavras, cresceu a concentração do investimento em unidades armazenadoras da rede privada, com contratos de mais alto valor individual.

Desagregando os dados por programa de financiamento, conforme a Tabela 6, constatou-se que em nível nacional, em média, em 2013–2018 o PCA respondeu pela maior parte dos investi-

**Tabela 5.** Distribuição percentual, coeficiente de concentração da quantidade e do valor total e valor médio dos contratos de investimento em unidades armazenadoras no Brasil, segundo regiões e períodos.

Região	2008–2012			2014–2018		
	Qtde. (%)	Valor (%)	Valor médio (R\$/contrato)	Qtde. (%)	Valor (%)	Valor médio (R\$/contrato)
Norte	17,16	9,20	23.932	5,02	5,13	84.946
Nordeste	18,25	6,13	14.982	47,01	6,57	11.609
Sudeste	6,74	9,63	63.817	13,59	16,27	99.390
Sul	54,67	62,32	50.888	31,21	45,82	121.953
Centro-Oeste	3,19	12,72	178.054	3,17	26,21	687.292
Concentração	0,225		-	0,541		-

Nota: volumes monetários em valores reais (base: 12/2018).

Fonte: adaptado de Bacen (2021a, 2021b).

**Tabela 6.** Distribuição do valor dos contratos de investimento em unidades armazenadoras por programa, Brasil e grandes regiões, média de 2013–2018.

Entidade geográfica	PCA	Pronaf	Pronamp	Outros programas	Programas n.e.	Concentração	Especialização
<b>Brasil</b>	<b>41,20</b>	<b>19,83</b>	<b>3,01</b>	<b>17,75</b>	<b>18,21</b>	<b>0,392</b>	-
Norte	24,16	21,69	1,03	6,02	47,10	0,551	0,307
Nordeste	36,97	25,21	1,48	8,19	28,14	0,455	0,153
Sudeste	40,30	17,60	5,59	23,95	12,56	0,404	0,088
Sul	37,15	29,78	4,08	22,94	6,06	0,449	0,162
Centro-Oeste	53,75	1,42	0,24	9,39	35,19	0,704	0,295

Nota: há dados publicamente disponíveis discriminados por programa apenas a partir de 2013.

Fonte: adaptado de Bacen (2021b).

mentos, seguido do Pronaf, programas não especificados, outros programas e Pronamp; essa distribuição é medianamente concentrada (0,392).

Comparada à composição nacional, a distribuição do valor dos contratos de investimento por programa em nível regional mostrou diferenças mais acentuadas em duas regiões (Norte e Centro-Oeste), com coeficientes de especialização em torno de 0,3. No Norte, destaques para a

participação bem menor do PCA e a bem maior de programas não especificados; no Centro-Oeste, os destaques são os mesmos programas, mas com participações invertidas: PCA com maior proporção, acima de 50%, seguido de programas não especificados, com cerca de 35%.

No conjunto dos programas, entre as UFs, a Tabela 7 mostra expressiva concentração: apenas oito das 27 UFs reuniram pelo menos 75%

**Tabela 7.** Unidades da federação presentes no G75 dos contratos de investimento em unidades armazenadoras no Brasil, segundo períodos.

Região	UF	2008–2012		2014–2018	
		Quantidade	Valor	Quantidade	Valor
Norte	Rondônia	•			
	Pará	•			
Nordeste	Maranhão			•	
	Piauí	•		•	
	Ceará	•		•	
	Bahia			•	
Sudeste	Minas Gerais	•	•	•	•
	Paraná	•	•	•	•
Sul	Santa Catarina	•	•	•	•
	Rio Grande do Sul	•	•	•	•
Centro-Oeste	Mato Grosso do Sul		•		•
	Mato Grosso		•		•
	Goiás				•

Fonte: adaptado de Bacen (2021a, 2021b).

do número de contratos de investimento em unidades armazenadoras, formando o G75, seja em 2008–2012, seja em 2014–2018. Mantiveram-se nesse grupo, tanto em quantidade quanto em valor dos contratos, apenas quatro das 27 UFs (Minas Gerais e os estados do Sul). Estados do Norte e Nordeste melhoraram sua presença entre os principais em quantidade de contratos, mas não em valor; já estados do Centro-Oeste estiveram presentes entre os principais em valor dos contratos, mas não em quantidade.

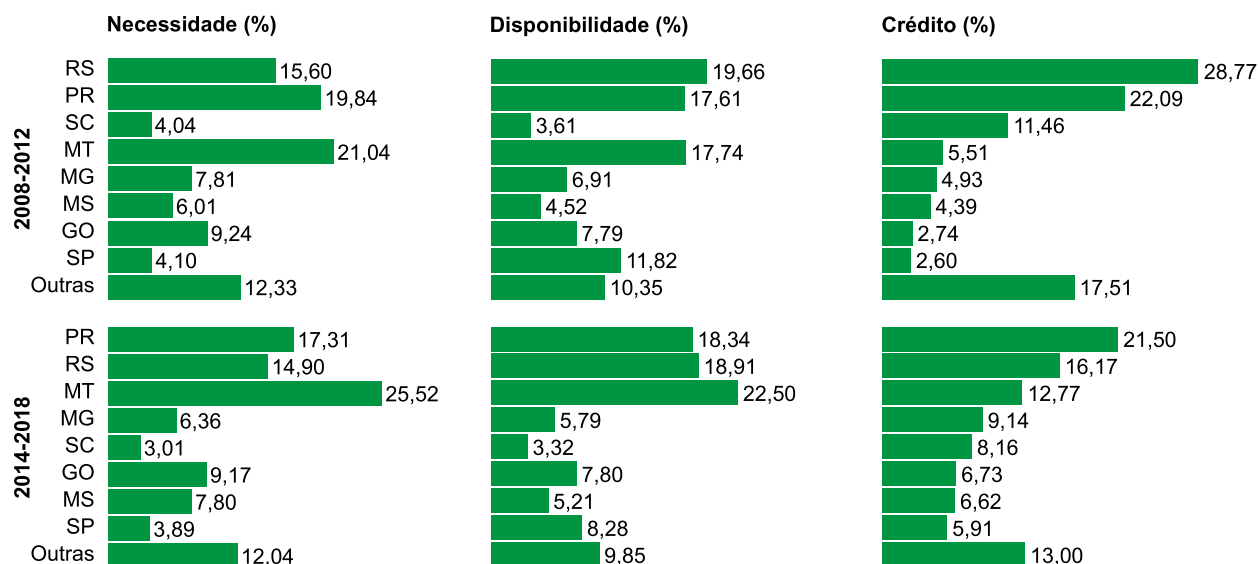
## Associação entre apoio governamental, necessidade e disponibilidade de armazenagem agrícola

Analisa-se aqui o desempenho do apoio governamental à armazenagem agrícola comparando a absorção do crédito de investimento oferecido pelo governo federal com a relação disponibilidade/necessidade, segundo as UFs. Idealmente, espera-se que o crédito seja absorvido em maior proporção pelas UFs com mais

necessidade e menos disponibilidade, de modo a corrigir ou mitigar as carências.

Foram comparadas as distribuições percentuais das três variáveis (Figura 4) e alocadas as UFs em quatro quadrantes, cruzando os quartéis da razão disponibilidade/necessidade com os quartéis do valor dos contratos de investimento firmados (Tabela 8). Esses resultados revelaram algumas distorções e, em certa medida, a ação corretiva/mitigadora do Estado a partir do lançamento do PCA.

Em 2008–2012, os três estados do Sul absorveram mais de 60% do crédito, mas tinham em torno de 40% da disponibilidade e da necessidade de armazenagem; em Santa Catarina, foi observada a maior discrepância entre necessidade e disponibilidade, por um lado, e crédito absorvido, por outro. Já a maior fatia do crédito foi absorvida pelo Rio Grande do Sul; no entanto, essa era a UF com a maior disponibilidade de armazenagem, e sua necessidade era apenas a terceira mais alta, em situação de excesso de disponibilidade em relação à necessidade. Também com excesso de disponibilidade em relação à necessidade, mas, coerentemente, recebendo



**Figura 4.** Distribuição percentual da necessidade, da disponibilidade e do apoio governamental para armazenagem no Brasil por unidade da federação, segundo períodos.

Fonte: adaptado de Bacen (2021a, 2021b) e IBGE (2021b, 2021c).

**Tabela 8.** Unidades da federação segundo quadrante de associação entre razão disponibilidade/necessidade e apoio governamental federal para armazenagem agrícola no Brasil, por período.

2008–2012					
Quartel razão disponibilidade/necessidade	Quartel Valor dos contratos				Total
	Baixo (Q1)	Médio-Baixo (Q2)	Médio-Alto (Q3)	Alto (Q4)	
Déficit (Q1)	(8) RO, AC, PA, TO, MA, PI, SE, BA	(1) MS	(0)	(0)	9
Atenção (Q2)	(2) RR, GO	(3) MG, SC, MT	(1) PR	(0)	6
Ótimo (Q3)	(0)	(0)	(0)	(0)	0
Excesso (Q4)	(11) AM, AP, CE, RN, PB, PE, AL, ES, RJ, SP, DF	(0)	(0)	(1) RS	12
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>27</b>

2014-2018					
Quartel razão disponibilidade/necessidade	Quartel Valor dos contratos				Total
	Baixo (Q1)	Médio-Baixo (Q2)	Médio-Alto (Q3)	Alto (Q4)	
Déficit (Q1)	(9) RO, AC, RR, PA, TO, MA, PI, SE, BA	(3) MG, MS, GO	(1) MT	(0)	13
Atenção (Q2)	(1) DF	(1) SC	(0)	(1) PR	3
Ótimo (Q3)	(0)	(0)	(0)	(1) RS	1
Excesso (Q4)	(10) AM, AP, CE, RN, PB, PE, AL, ES, RJ, SP	(0)	(0)	(0)	10
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>27</b>

Fonte: adaptado de Bacen (2021a, 2021b) e IBGE (2021c).

pequena parcela do crédito oferecido, foram identificadas 11 UFs dispersas pelo País.

No mesmo período, as três principais UFs do Centro-Oeste exibiram quadro oposto: Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul reuniram mais do que 36% da necessidade e 30% da disponibilidade, mas absorveram apenas 13% do crédito, todos eles em situação de atenção em termos da disponibilidade em relação à neces-

sidade. A maior discrepância ocorreu em Mato Grosso, com 21% da necessidade, 18% da disponibilidade e apenas 5% do crédito. No Norte e Nordeste, oito estados contraíram pequena proporção do financiamento, embora apresentassem déficit de disponibilidade relativamente à necessidade de armazenagem; a participação desses estados no total nacional de necessidade e disponibilidade, no entanto, era baixa.

Em 2014–2018, ocorreram mudanças importantes em relação ao período anterior. A mais notável foi observada em Mato Grosso, onde a proporção do crédito mais do que dobrou. Nesse estado, aumentaram a necessidade e a disponibilidade, mas em magnitude bem inferior, na casa dos 20%–30%, ao incremento relativo do crédito. Embora a ação corretiva apoiada pelo Estado tenha se expressado nesse caso, o volume de investimentos foi insuficiente para fazer frente ao crescimento da demanda; a relação disponibilidade/necessidade recuou da posição de atenção para a de déficit.

Também no Rio Grande do Sul, verificou-se correção na proporção do investimento absorvido, com redução acima de dez pontos percentuais. A razão disponibilidade/necessidade alterou-se da posição de excesso para ótima.

Ainda entre os efeitos de mitigação, pode-se mencionar o caso do Paraná, que se tornou individualmente o estado com a maior participação no crédito de investimento em armazenagem, embora não tenha logrado avanços significativos na relação disponibilidade/necessidade, permanecendo em posição de atenção; o potencial problema, no entanto, recebeu tratamento preventivo.

Diferentemente, o aumento da participação individual de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás nos investimentos não foi suficiente para mitigar os problemas de capacidade diante da produção que esses estados já exibiam em 2008–2012; Mato Grosso do Sul manteve-se em déficit, e Minas Gerais e Goiás regrediram do estado de atenção para o de déficit na razão disponibilidade/necessidade.

Finalmente, dez das 11 UFs nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste mantiveram-se com excesso de disponibilidade em relação à necessidade, mas com baixa participação no crédito oficial.

## Discussão e considerações finais

O objetivo deste estudo foi apresentar uma análise, de natureza estatística e descritiva, do

desempenho do apoio governamental à armazenagem agrícola no Brasil, diante da necessidade e da disponibilidade em nível estadual. Foram comparados dois períodos, 2008–2012 e 2014–2018, cinco anos antes e depois do lançamento do PCA, em 2013, que é o maior, mais específico e mais recente programa de financiamento para essa finalidade.

Um método alternativo às abordagens da literatura possibilitou qualificar melhor o status da armazenagem nas diferentes UFs, associando a necessidade e a disponibilidade de armazenagem aos instrumentos de apoio ao investimento privado do governo federal. Os resultados revelaram mudanças importantes do primeiro para o segundo período.

Em 2008–2012, de um lado, havia várias UFs em situação de déficit (Rondônia, Acre, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Sergipe, Bahia, Mato Grosso do Sul) que absorveram, individualmente, pequena parcela do crédito disponibilizado; de outro, o Rio Grande do Sul, em situação de excesso, absorvia a maior parte do apoio governamental.

Nos cinco anos depois do lançamento do PCA, as distorções foram parcialmente corrigidas/mitigadas:

- Centro-Oeste – a proporção do valor dos contratos de investimento em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás mais do que dobrou em pontos percentuais (em média, de 12,64% em 2008–2012 para 26,13% em 2014–2018). No conjunto da região, o valor médio por contrato, de um período para o outro, passou de R\$ 178.054 para R\$ 687.292. No entanto, a relação disponibilidade/necessidade regrediu em todas as UFs, ou seja, os investimentos em estruturas de armazenagem não conseguiram acompanhar o avanço da produção estadual.
- Sul – no Rio Grande do Sul, verificou-se redução acima de dez pontos percentuais na proporção absorvida do

valor dos contratos de investimentos de 2008–2012 para 2014–2018; paralelamente, a relação entre disponibilidade e necessidade evoluiu da posição de excesso para ótima. Já o Paraná, embora permanecendo em posição de atenção, tornou-se individualmente o estado com a maior participação no crédito de investimento do governo federal, evitando a deterioração da razão disponibilidade/necessidade.

No conjunto, de 2008–2012 para 2014–2018 cresceu o número de UFs na faixa de déficit de capacidade útil em relação ao volume de produção de grãos (quociente inferior a 80%). Na média anual de 2008 a 2012, eram oito UFs das regiões Norte e Nordeste nessa condição; de 2014 a 2018, passaram a ser 13, incluindo estados do Sudeste e do Centro-Oeste. Cinco dos sete estados em situação de atenção no primeiro período passaram à condição de déficit no segundo (Roraima, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás).

Na ponta oposta, identificaram-se casos com excesso de disponibilidade em relação à necessidade da atividade agrícola. Em 2008–2012, estavam nessa situação 12 UFs (Amazonas, Amapá, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul e Distrito Federal); Em 2014–2018, a situação mudou pouco – saíram Rio Grande do Sul e Distrito Federal. Certas UFs que persistiram no grupo coincidem com aquelas envolvidas no escoamento de grãos produzidos em outras localidades. No primeiro período, a movimentação se dava predominantemente para as regiões Sudeste e Sul, sobretudo até os portos localizados em Santos, SP; Paranaguá, PR; Rio Grande, RS; e São Francisco do Sul, SC (Caixeta-Filho, 2006). Eles recebiam, para exportação, os grãos procedentes de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná, principalmente.

Em vista da saturação desses portos e da precariedade do transporte entre as regiões produtoras em expansão no Centro-Oeste e o

embarque para o exterior, com impacto negativo sobre a competitividade nacional, desde a segunda década deste século, ampliaram-se investimentos em uma nova logística intermodal de escoamento pelas regiões Norte e Nordeste, o projeto Arco Norte (Câmara dos Deputados, 2016). Os investimentos nesse projeto incluem a construção, ampliação, adaptação ou modernização de rodovias e ferrovias, da capacidade de transbordo fluvial e de terminais portuários, entre outros, de Rondônia ao Maranhão (Embrapa Territorial, 2020; Lopes, 2021).

Como resultado, cresceu muito a movimentação de soja e milho, os principais produtos escoados, por essas rotas: em 2020, o País embarcou 42,3 milhões de toneladas (31,9%) pelos portos do Arco Norte, crescimento de 487,5% em relação a 2009 (Lopes, 2021). Os restantes 68,1%, equivalentes a 90,4 milhões de toneladas, foram embarcados pelos portos do Sul e do Sudeste.

Da perspectiva do agente armazenador, uma importante mudança foi constatada de 2008–2012 para 2014–2018: o aumento da participação de estabelecimentos privados cuja atividade principal era a produção agropecuária (de 8,49% para 16,99%). Segundo Caixeta-Filho (2006), a capacidade de armazenagem dentro dos estabelecimentos agrícolas no Brasil era historicamente baixa, obrigando produtores a escoar suas safras imediatamente depois da colheita. Isso provocava longas filas nos portos e grandes probabilidades de vendas a preços mais baixos e, muito comumente, a valores de pico do frete rodoviário. Possivelmente, para mitigar esses riscos logísticos e de mercado, o Estado estimulou o investimento na estrutura de armazenagem na propriedade rural; o apoio concedido, sobretudo a partir da implementação do PCA, foi aproveitado especialmente no Centro-Oeste.

Ainda assim, os serviços de armazenagem, o comércio e a indústria, nessa ordem, continuaram com as maiores participações na capacidade total disponível no País. Com efeito, uma rápida verificação da lista de maiores empresas exportadoras de soja e milho no Brasil mostra



que boa parte dessa infraestrutura é dominada por poucas e grandes *tradings*<sup>8</sup>. De fato, constatou-se que essas culturas concentraram fortemente a necessidade de armazenagem, e sua produção também ocorreu de forma concentrada em poucas UFs (seis das 27: Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás) em todo o período examinado.

Quanto à adequação das unidades armazenadoras disponíveis diante da composição da necessidade, também houve avanços. Em termos da distribuição da capacidade útil, as três modalidades (convencionais, estruturais e infláveis; graneleiros e granelizados; e silos) estavam relativamente equilibradas de 2008 a 2012. Em 2014–2018, a participação das estruturas que guardam produtos a granel, com mais intensidade os silos, cresceu quase 14 pontos percentuais, em detrimento das unidades convencionais, estruturais e infláveis. Essa mudança na composição da disponibilidade segundo as modalidades de armazenagem revela um processo de adequação da rede ao aumento da participação de soja e milho entre os itens mais produzidos e estocados; e isso se tornou mais perceptível estatisticamente a partir do lançamento do PCA. Não obstante, os armazéns convencionais, estruturais e infláveis continuaram predominando em certas UFs, principalmente em Minas Gerais e São Paulo, embora sua participação tenha diminuído do primeiro para o segundo período.

A evolução dos contratos firmados de 2008 a 2018, em nível nacional, mostrou alta concentração espacial, crescimento lento e comportamentos divergentes. O volume cresceu com tendência quadrática positiva para a quantidade e quadrática negativa para o valor. Mantiveram-se no G75 tanto em quantidade quanto em valor dos contratos de investimento apenas quatro das 27 UFs (Minas Gerais e os estados do Sul). Estados do Norte e Nordeste melhoraram sua presença entre os principais em quantidade de contratos,

mas não em valor; já estados do Centro-Oeste estiveram presentes entre os principais em valor dos contratos, mas não em quantidade.

Em síntese, comparando-se os dois períodos analisados, foram encontrados indícios de que o apoio do Estado, embora consistente com a correção/mitigação de distorções, foi insuficiente para fazer frente ao crescimento da produção agrícola, de modo que a relação disponibilidade/necessidade não melhorou (regrediu nas principais UFs atendidas). Nota-se que tal conclusão decorre dos critérios adotados neste estudo e que, vale salientar, o Brasil possui uma condição ímpar, de produzir mais de uma safra de grãos durante o ano, o que, provavelmente, interfere no nível ótimo de disponibilidade relativamente à necessidade de armazenagem.

Mesmo que em volume aquém da demanda, o apoio governamental contribuiu para que a relação disponibilidade/necessidade não se deteriorasse ainda mais, como também permitiu avanços na estrutura de armazenagem:

- a) Melhor distribuição dos recursos, tendo em vista que áreas deficitárias em capacidade receberam parcela maior do crédito do que as já superavitárias.
- b) Maior adequação na rede armazenadora (unidades para guarda a granel) aos produtos predominantes na produção e escoamento (soja e milho).
- c) Aumento relativo da capacidade de armazenagem nas fazendas, uma demanda do produtor e orientação explícita de alguns programas de financiamento.

Por fim, cabe destacar a potencial utilidade da abordagem adotada neste trabalho como ferramenta para informar agentes públicos e privados em esforços de planejamento, monitoramento e aperfeiçoamento de estratégias e cursos de ação quanto à armazenagem agrícola.

<sup>8</sup> ADM, AFG Brasil, Agrex, ALZ, Amaggi, Bianchini, Bunge, Cargill, CHS, CJ, Coamo, Cofco, Cutrale, Dreyfus, Engelhart, Gaviion, Glencore, NovaAgri e Olam (BiodieselBR.com, 2020).

## Referências

BACEN. Banco Central do Brasil. **Anuário Estatístico do Crédito Rural** [entre 2008 e 2012]. Disponível em: <[https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/anuario\\_estat\\_credrural](https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/anuario_estat_credrural)>. Acesso em: 18 jan. 2021a.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Matriz de Dados do Crédito Rural – MDCR: v2: Contratos de investimento por região, UF e produto**, [entre 2013 e 2018]. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/matrizdadoscreditorural>>. Acesso em: 15 jan. 2021b.

BATISTA, C.A.N. Agronegócio brasileiro: alavanca do mercado interno: oportunidades e desafios no segmento da armazenagem. In: SEMINÁRIO ABAG, 2013, São Paulo. **Os caminhos do agronegócio: oportunidades de investimentos em infraestrutura de Transportes e Armazenagem**. São Paulo: ABAG, 2013. Disponível em: <<https://abag.com.br/wp-content/uploads/2020/08/abag-f0rum-sp-07-06-2013-carlos-alberto.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2021.

BIODIESELBR.COM. **Cargill lidera entre exportadores de grãos do Brasil em 2019; veja os destinos**. 10 jan. 2020. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/soja1/cargill-lidera-entre-exportadores-de-graos-do-brasil-em-2019-veja-os-destinos-100120>>. Acesso em: 17 maio 2021.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Armazenagem. Informativo Técnico Agris**, n.1, p.1-16, 2013. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2700/1/InformativoAGRIS\\_01\\_2013\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2700/1/InformativoAGRIS_01_2013_P_BD.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. Decreto nº 3.855, de 3 de julho de 2001. Regulamenta a Lei nº 9.973, de 29 de maio de 2000, que dispõe sobre o sistema de armazenagem dos produtos agropecuários, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 4 jul. 2001. Seção 1, p.1-3.

BRASIL. Lei nº 9.973, de 29 de maio de 2000. Dispõe sobre o sistema de armazenagem dos produtos agropecuários. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 30 maio 2000. Seção 1, p.1-2.

CAIXETA FILHO, J.V. **A logística do escoamento da safra brasileira**. Piracicaba: Cepea/USP, jul. 2006. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/artigos/especial-agro-a-logistica-do-escoamento-da-safra-brasileira.aspx#:~:text=A%20log%C3%ADstica%20do%20agroneg%C3%B3cio%20relaciona,o%20lugar%20certo%2C%20em%20condi%C3%A7%C3%B5es>>. Acesso em: 17 maio 2021.

CAIXETA FILHO, J.V. Logística: transporte e armazenagem. In: RODRIGUES, R. (Org.). **Agro é paz: análises e propostas para o Brasil alimentar o mundo**. Piracicaba: ESALQ, 2018. p.224-251.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Consultoria Legislativa. **Arco Norte: o desafio logístico**. Brasília, 2016. 392p. (Série Estudos Estratégicos, n.6). Relatores: Lúcio Vale e Remídio Monai; consultores legislativos: Tarcísio Gomes de Freitas e Alberto Pinheiro.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Armazenagem agrícola no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7420aabad201bf8d9838f446e17c1ed5.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2014.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Sistema de inteligência territorial estratégica da macrologística agropecuária brasileira (SITE-MLog)**. Campinas, 2020. Disponível em: <[www.embrapa.br/macrologistica](http://www.embrapa.br/macrologistica)>. Acesso em: 17 maio 2021.

FASSIO, D.M.R. Situação da armazenagem brasileira e sua relação com as perdas na pós-colheita. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL, 15., 2018, Piracicaba. **Perdas físicas na logística agroindustrial**: [anais]. Piracicaba: Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial, ESALQ-LOG, 2018.

FREDERICO, S. Desvendando o agronegócio: financiamento agrícola e o papel estratégico do sistema de armazenamento de grãos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, n.27, p.47-61, 2010. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2010.74154>.

GOULART, D.F.; PEREIRA, L.H. Soluções para os gargalos da agricultura. **GV-Executivo**, v.19, p.20-23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12660/gvexec.v19n2.2020.81610>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Armazenagem a seco: uma avaliação da capacidade disponível a nível mesorregional**. Rio de Janeiro, 1981. 56p. (IBGE. Estudos e Pesquisas, 006).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Estoques**: Tabela 254 – Número de informantes e Quantidade estocada no último dia do semestre, por produtos, tipo de propriedade da empresa e tipo de atividade do estabelecimento, [entre 2008 e 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/254>>. Acesso em: 14 jan. 2021a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Estoques**: Tabela 278 – Número de estabelecimentos e Capacidade útil das unidades armazenadoras por tipo de unidade armazenadora, tipo de propriedade da empresa e tipo de atividade do estabelecimento, [entre 2008 e 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/278>>. Acesso em: 14 jan. 2021b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**: Tabela 5457 – Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da

produção das lavouras temporárias e permanentes, [entre 2008 e 2018]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 14 jan. 2021c.

JANZEN, J.; SWEARINGEN, B. Changes in US grain storage capacity. **Farmdoc daily**, v.10, n.204, 2020. Disponível em: <<https://farmdocdaily.illinois.edu/2020/11/changes-in-us-grain-storage-capacity.html>>. Acesso em: 17 maio 2021.

LOPES, E. **Entre porteiros e portos**: a evolução da produção e exportação da soja e do milho no Brasil. Brasília: CNA, 2021. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/images/sut.infralog27042020.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2021.

LUYT, I.; SANTOS, N.; CARITA, A. **Emerging investment trends in primary agriculture**: a review of equity funds and other foreign-led investments in the CEE and CIS region. Rome: FAO, 2013. Disponível em: <<http://www.eastagri.org/docs/group/453/agrifunds.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

MAIA, G.B. da S.; PINTO, A. de R.; MARQUES, C.Y.T.; LYRA, D.D.; ROITMAN, F.B. Panorama da armazenagem de produtos agrícolas no Brasil. **Revista do BNDES**, v.40, p.161-193, 2013. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13445>>. Acesso em: 21 jan. 2021.

MONASTERIO, L. Indicadores de análise regional e espacial. In: CRUZ, B. de O.; FURTADO, B.A.; MONASTERIO, L.; RODRIGUES JÚNIOR, W. (Org.). **Economia regional e urbana**: teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011. cap.10, p.315-331.

NOGUEIRA JUNIOR, S.; TSUNECHIRO, A. Pontos críticos da armazenagem de grãos no Brasil. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v.6, p.1-5, 2011. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-12-2011.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2021.

NOGUEIRA JUNIOR, S.; TSUNECHIRO, A. Produção agrícola e infraestrutura de armazenagem no Brasil.

**Informações Econômicas**, v.35, p.7-18, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/tec1-0205.pdf>>. Acesso em: 6 out. 2021.

QUORUM CORPORATION. **A comparison of the Canadian and US grain supply chains**: grain supply chain study: technical document. 2014. Disponível em: <<http://www.quorumcorp.net/Downloads/SupplementalReports/GSC%20Technical%20-%20Canada-US%20Comparison.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

REIS, E. **Estatística descritiva**. 7.ed. rev. e corr. Lisboa: Edições Sílabo, 2008.

SAMORA, R. Kepler aponta déficit de mais de 100 mi t de armazenagem de grãos no país em 2022. **Reuters**, 27 ago. 2021. UOL Economia. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2021/08/27/kepler-aponta-deficit-de-mais-de-100-mi-t-de-armazenagem-de-graos-no-pais-em-2022.htm>>. Acesso em: 4 out. 2021.

SILVA, E. Déficit de armazenagem de grãos deve superar 100 milhões de toneladas no Brasil em 2021. **Globo Rural**, 2 dez. 2020. Agricultura. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/12/deficit-de-armazenagem-de-graos-deve-superar-100-milhoes-de-toneladas-no-brasil-em-2021.html>>. Acesso em: 4 out. 2021.

SILVESTRE, P. Carência de armazéns é o principal gargalo na produção de grãos em Mato Grosso. **Canal Rural**, 18 maio 2021. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/programas/informacao/rural-noticias/mt-carencia-de-armazens>>. Acesso em: 4 out. 2021.

SOUZA, J. de. **Estatística econômica e social**. Rio de Janeiro: Campus, 1977.

TAGUCHI, V. Falta armazém para o agro. **UOL**, 27 jul. 2021. Economia. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/agronegocio-logistica-armazenamento-de-soja-nas-fazendas/#cover>>. Acesso em: 4 out. 2021.

# O PNSA e as mudanças institucionais no comércio avícola brasileiro<sup>1</sup>

Willams Douglas dos Santos<sup>2</sup>  
Floriano Rodrigues de Moraes Neto<sup>3</sup>  
José Carlos de Sousa<sup>4</sup>  
Cleyzer Adrian da Cunha<sup>5</sup>  
Alcido Elenor Wander<sup>6</sup>

**Resumo** – A produção de carne de frango tem sido muito expressiva para a economia brasileira, com significativo crescimento nos últimos anos, influenciado pelas exportações e pelo consumo interno. Nesse contexto, investiga-se a importância das instituições, pois estas fornecem a estrutura de incentivos de uma economia que, à medida que evolui, molda a direção das mudanças no sentido do crescimento, estagnação ou declínio. O objetivo deste trabalho foi demonstrar como a mudança institucional interfere na melhoria do desenvolvimento do setor avícola brasileiro por meio de mudanças institucionais (MI), conforme Douglass North. Sabe-se que o processo deliberado pelas MI provoca novos conhecimentos aos agentes econômicos como resultado de suas ações. A evolução regulatória do setor brasileiro de avicultura, por meio do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), foi considerada como mudança institucional, segundo a teoria de Douglass North, colocando a carne brasileira em patamar de concorrência no mercado mundial. O pressuposto aqui é o de que o PNSA é tido como intermediário das interações econômicas entre os agentes. Assim, essas interações têm a função de reduzir os custos de transação para diminuir o problema da incerteza, facilitando a coordenação econômica e social.

**Palavras-chave:** avicultura, Douglass North, instituições, nova economia institucional.

## The PNSA program and the institutional changes in the Brazilian poultry trade

**Abstract** – The production of chicken meat has been quite important for the Brazilian economy, showing a significant growth in recent years, which was influenced by exports and domestic consumption. In this context, we investigated the importance of institutions, as they provide the incentive structure of an economy which, as it evolves, it shapes the direction of the economy

<sup>1</sup> Original recebido em 15/4/2022 e aprovado em 13/7/2022.

<sup>2</sup> Mestrando em Economia Aplicada. E-mail: willamsdouglas.wd@gmail.com

<sup>3</sup> Mestrando em Economia Aplicada. E-mail: floriano.moraes@discente.ufg.br

<sup>4</sup> Graduando em Enfermagem. E-mail: jose.sousa733@gmail.com

<sup>5</sup> Doutor em economia, professor da universidade Federal de Goiás. E-mail: cleyzer@ufg.br

<sup>6</sup> Doutor em economia, professor da universidade Federal de Goiás. E-mail: alcido.wander@emprada.br

changes toward growth, stagnation, or decline. The objective of this article was to demonstrate how an institutional change interferes with the improvement of the development of the Brazilian poultry sector through institutional changes (IC), according to the theory of Douglass North. It is known that the process deliberated by the MIs brings new knowledge to the economic agents as a result of their actions. Therefore, this article shows how the regulatory evolution of the Brazilian poultry sector, through the national program of poultry health (*Programa Nacional de Sanidade Avícola*), was understood as an institutional change, according to the North's theory, placing Brazilian poultry meat at the level of world market competition. Our hypothesis is that the PNSA is used as a mediator for the economic interactions between agents. This way, these interactions have the function of reducing the transaction costs to reduce the problem of uncertainty, facilitating the economic and social coordination.

**Keywords:** poultry, Douglass North, institutions, new institutional economics.

## Introdução

No Brasil, o setor de carne de frango tem mostrado crescimento expressivo nas últimas décadas, tanto em produção quanto em consumo e exportação. Como responsáveis por esse nível de desenvolvimento e pela abertura de mercados internacionais, destacam-se a dinâmica das empresas brasileiras, o clima favorável para criação, a disponibilidade de grãos para produção de ração com baixo custo e também o ambiente institucional que cerca esse sistema de criação.

Segundo Pereira (2018), essa evolução significativa do mercado avícola é explicada, em parte, pelo fato de o País ter sido beneficiado pelas epidemias de influenza aviária que dizimaram milhões de aves em diversas partes do mundo a partir da década de 1990 e que ainda não teriam atingido o Brasil.

De acordo com François (2013), essa inovação da indústria avícola, bem como o avanço nos últimos anos, foi intensificada para assegurar o atendimento às regras do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abate (Mapa). A Portaria Ministerial nº 193, de setembro de 1994 (Brasil, 1994), estabeleceu e constituiu o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), do Mapa, levando-se em consideração a relevância da produção avícola na conjuntura nacional e internacional, a necessidade de normatização das ações sanitárias vinculadas ao setor avícola e a carência de programas de cooperação entre instituições tanto públicas quanto privadas.

Desse modo, o PNSA tem a responsabilidade de controlar sanitariamente estabelecimentos de criação de aves que realizam trabalhos ligados com a produção, reprodução, comercialização e distribuição de aves e material de multiplicação de origem avícola, bem como de impossibilitar o ingresso de doenças exóticas e limitar ou eliminar aquelas já presentes no território nacional (Brasil, 1994).

Nesse contexto, o PNSA está em constante evolução e busca, em conjunto com a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), e em consonância com o setor produtivo, definir as medidas de prevenção, controle e vigilância das principais doenças avícolas de repercussão tanto em saúde pública quanto em saúde animal. Sem registro da gripe aviária e com as últimas ocorrências da doença de Newcastle em 2006, em propriedades com aves de subsistência, o Brasil tornou-se membro dos seletos países aptos à exportarem inclusive para a União Europeia (Brasil, 2006).

O objetivo geral desta pesquisa foi demonstrar como a mudança institucional interfere na melhoria do desenvolvimento do setor avícola brasileiro por meio das Mudanças Institucionais (MI) do arcabouço teórico de North (1990). O processo deliberado pelas MI leva novos conhecimentos aos agentes econômicos a partir do resultado de suas ações. Mostra-se aqui como a evolução regulatória do setor brasileiro de avicultura, via PNSA, foi tida como mudança

institucional, segundo a teoria de North (1990), colocando a carne brasileira em patamar de concorrência no mercado mundial. Admite-se aqui que o PNSA é meio intermediário no qual os agentes modelam o ambiente, cujo resultado é o ganho de competitividade pela redução de custos de transação diante do novo cenário institucional mostrado pela nova regulamentação.

## Referencial teórico

Este estudo adota a teoria da nova economia institucional (NEI) para entender o ambiente das instituições mundiais e como o ambiente institucional brasileiro pode ser afetado. A NEI evidencia as limitações dos agentes, dadas as restrições de informações, em sua capacidade cognitiva para processar dados e em sua capacidade mental diante da incerteza. Por isso, a noção de instituições na NEI busca a mudança com base na redução dos custos de transação e na minimização das incertezas que surgem com os processos de mudança. Nesse contexto, há custos durante a transação para se obter a informação e, portanto, quanto maior for a incerteza no ambiente, maiores serão os custos de transação.

Para North (2018), as instituições são as regras do jogo, ou, ainda, restrições ao comportamento dos indivíduos. Certas inseguranças entre as interações dos agentes elevam os custos de transação, que podem ser divididos em dois tipos: o primeiro faz referência aos que ocorrem antes de a transação ser efetuada – estão nessa categoria os custos para obter a informação relevante para a escolha de determinada transação e os custos de elaboração dos contratos (*ex ante*). O segundo, o *enforcement*, possui relação com a incerteza que os agentes têm sobre a propriedade do bem transacionado; logo, está relacionada à autenticidade da transação efetuada.

No caso do mercado de carne de frango, existem fatores facilitadores das negociações. A ascensão da produção avícola brasileira pode ser explicada por fatores internos, como a existência de campos extensos de grãos, terras férteis e clima altamente favorável, mas também

em razão dos padrões sanitários exigidos. Os consumidores estariam dispostos a pagar por tais exigências e receber garantias de que os padrões foram atendidos. Assim, os custos de transação são acentuados quando a carne é transacionada fora das zonas cujos padrões são garantidos, onde existe a possibilidade de ocorrência de casos de doenças aviárias, particularmente aquelas listadas pela OIE.

O PNSA foi a primeira institucionalização da sanidade na cadeia avícola brasileira. Para North, os resultados de longo prazo são meramente reflexos de atitudes do curto prazo e, desse modo, a interação entre a política e a economia, entre vários fatores, tem poder de barganha para influenciar a mudança institucional. Logo, para compreender tais transformações ou ascensões, é preciso compreender o contexto histórico de formação das políticas que levaram àqueles fatos. (Zingler et al., 2020).

No contexto de mudança institucional, o PNSA supre a carência do setor brasileiro, considerando-se os progressos em termos de produção e comercialização. O próprio Manual de Legislação de Saúde Animal (Brasil, 2009) mostra todas as medidas de contenção para prevenir e tornar a zona livre das doenças, além das práticas, manejos na produção e todas as medidas para criação e transporte dos animais.

De acordo com o Mapa (Brasil, 2020b), a posição do Brasil é privilegiada, pois somos um dos poucos países produtores mundiais de aves que nunca registraram focos de influenza aviária, e isso é graças aos esforços permanentes para a manutenção da biossegurança e do bem-estar dos animais. Logo, a implementação do PNSA vem trazendo resultados satisfatórios – a única notificação da doença de Newcastle do patógeno virulento no País foi em 2006. Desse modo, pesquisas de melhoramento de técnicas e monitoramento do vírus são atividades que não devem ser descontinuadas (Ono et al., 2021).

Essas informações reforçam a importância das instituições para a comercialização, o desenvolvimento e o crescimento do setor avícola no

Brasil, já que a obtenção do status sanitário de seus plantéis, em consonância com as normas internacionais, contribui de maneira decisiva para nossas exportações avícolas (Brasil, 2020b). Assim, evidencia-se a importância da NEI em apresentar a relevância das instituições para o crescimento econômico (Zingler et al., 2020).

Corrêa (2020) apresenta a ideia de níveis de instituições. As primeiras são as menos maleáveis, ou seja, mais difícil de haver mudanças; as informais (costumes, religiões e tradições) seriam as de maior grau de enraizamento social; já as que formam o ambiente institucional incluiriam todas as estruturas, formas e leis que norteiam os agentes em interações econômicas: a política, o judiciário, a burocracia e toda a legislação. Mudanças nesses níveis são ocasionadas por eventos não triviais, como choques exógenos e catástrofes.

Para North (2018), as instituições inspecionam a estrutura da vida cotidiana dos indivíduos na tentativa de reduzir a incerteza e, desse modo, engloba qualquer forma de limitar as interações humanas. O autor faz analogia às instituições como as regras do jogo, enquanto os jogadores seriam as organizações, ao qual esses indivíduos estão unidos por um objetivo comum. Dessa forma, a interação entre as instituições e as organizações produz contínuos ajustes na matriz institucional, gerando melhora da performance econômica ou, em vez disso, impossibilitando mudanças em razão das limitações da própria estrutura socioeconômica.

Em sentido semelhante, Costa (2019) reforça que a mudança institucional, ao estabelecer como as sociedades evoluem ao longo do tempo, pode ser mais relevante do que as tecnologias empregadas para o desenvolvimento, ao estimular o capital físico e humano.

Com relação à produção de carne de frango no Brasil, a existência de normas tornou-se muito significativa para o não aparecimento de doenças no território nacional. A elaboração de programas de combate e prevenção a essas doenças é essencial, pois eles descrevem as medidas que estão sendo aplicadas ou que devem ser adotadas para a detecção, o controle e a

eliminação de agentes biológicos. O avanço na legislação para a saúde animal é fator decisivo para o reconhecimento internacional de que somos um país livre de doenças no setor.

## Metodologia

A metodologia empregada aqui corresponde a uma pesquisa investigativa. Fez-se um levantamento de informações a respeito da produção nacional e internacional, consumo de carne de frango, quantidade exportada, sua evolução temporal e particularidades da produção por unidade da federação. As informações foram obtidas e discutidas com relação ao marco teórico proposto pela NEI.

## Legislação e sanidade avícola

O PNSA foi instituído pela Portaria Ministerial nº 193, de 19 de setembro de 1994 (Brasil, 1994). Esse programa contribui para o melhoramento dos aspectos sanitários da avicultura, sobretudo com a prevenção e a erradicação de doenças, o que ajuda a transformar o Brasil num grande *player* da avicultura mundial. O próprio PNSA, de maneira complementar, atribuiu ao Secretário de Defesa Agropecuária a competência para a edição de normas necessárias à implementação do programa, como a organização de áreas prioritárias e estratégias de atuação. Ao longo do tempo, o PNSA acompanhou a evolução do Código Sanitário para Animais Terrestre, desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), em especial com relação a medidas de prevenção, controle e vigilância das doenças contidas na lista da OIE, por apresentarem grande poder de disseminação e graves consequências econômicas e sanitárias, além de forte impacto no comércio internacional. Desse modo, o PNSA desenvolveu programas sanitários para controle da doença de Newcastle, salmonela e micoplasma (Brasil, 2020b).

Aprovado pela Instrução Normativa nº 17, de 7 de abril de 2006, do Mapa (Brasil, 2006), o Plano Nacional de Prevenção da Influenza

Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle em todo o território nacional previu que os estados aderentes criassem o Comitê de Sanidade Avícola Estadual, cuja finalidade é a proposição de ações ao Departamento de Saúde Animal, considerando as particularidades locais.

De acordo com o Mapa (Brasil, 2020a), a doença de Newcastle é uma doença viral contagiosa que afeta várias espécies de aves, bem como répteis, mamíferos e até seres humanos. Os últimos casos confirmados no Brasil ocorreram em 2006, em aves de subsistência, no Amazonas, em Mato Grosso e no Rio Grande do Sul, conforme notificação à OIE.

Conforme a Agência Brasil (Diniz, 2016), em 2016 foi entregue a primeira certificação Compartimento de Reprodução Livre de Influenza Aviária e da Doença de Newcastle, à empresa COBB Vantress Brasil. A compartimentação é voluntária e envolve todas as unidades de produção. Prevista em instrução normativa, a certificação, baseada em recomendação da OIE, visa reconhecer e atestar subpopulação de aves com condição sanitária diferenciada, pela adoção de procedimentos adicionais de biossegurança, vigilância epidemiológica, supervisões e auditorias.

Segundo Amorim Neto (2019, p.15), as empresas

[...] também podem empregar o sistema de compartimentação e regionalização (ou zoneamento), descrito pelo capítulo 1.3.5 do Código Sanitário para os Animais Terrestres da OIE e previsto no Acordo SPS.

Desse modo, ainda que haja um surto no País, a produção mantém seu status da doença, apesar de precisar seguir uma série de normas que comprovem a idoneidade de sua produção, descritas na Instrução Normativa 21/2014 do Mapa (Amorim Neto, 2019).

Para manter o padrão sanitário, é de fundamental importância as análises laboratoriais. O Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro), São Paulo, goza de reconhecimento internacional, o que significa que todos os diagnósticos

feitos pelo laboratório terão validade mundial – é dispensado o envio de amostras para outros países (Amorim Neto, 2019).

Essas modificações institucionais na legislação sanitária avícola têm forçado os estados a adotarem providências específicas para se adaptarem aos padrões e exigências do mercado e continuarem de forma competitiva no comércio de carnes avícolas e seus subprodutos. Há a expectativa de que tais adaptações contínuas proporcionem aos estados o desenvolvimento da produção e da exportação e maior participação no mercado internacional.

## Mercado da avicultura

A produção mundial de frango de corte é liderada por quatro grandes *players*: Estados Unidos, Brasil, China e União Europeia. Segundo levantamento de 2021, o Brasil ocupa a segunda colocação, atrás dos EUA (Figura 1).

A Figura 2 mostra que os maiores produtores de carne de frango são também os maiores consumidores. Em consumo, o Brasil ocupa a terceira posição, atrás dos EUA e da China. A demanda nacional por carne de frango é considerada alta, pois o País ocupa a sexta posição em termos populacionais.

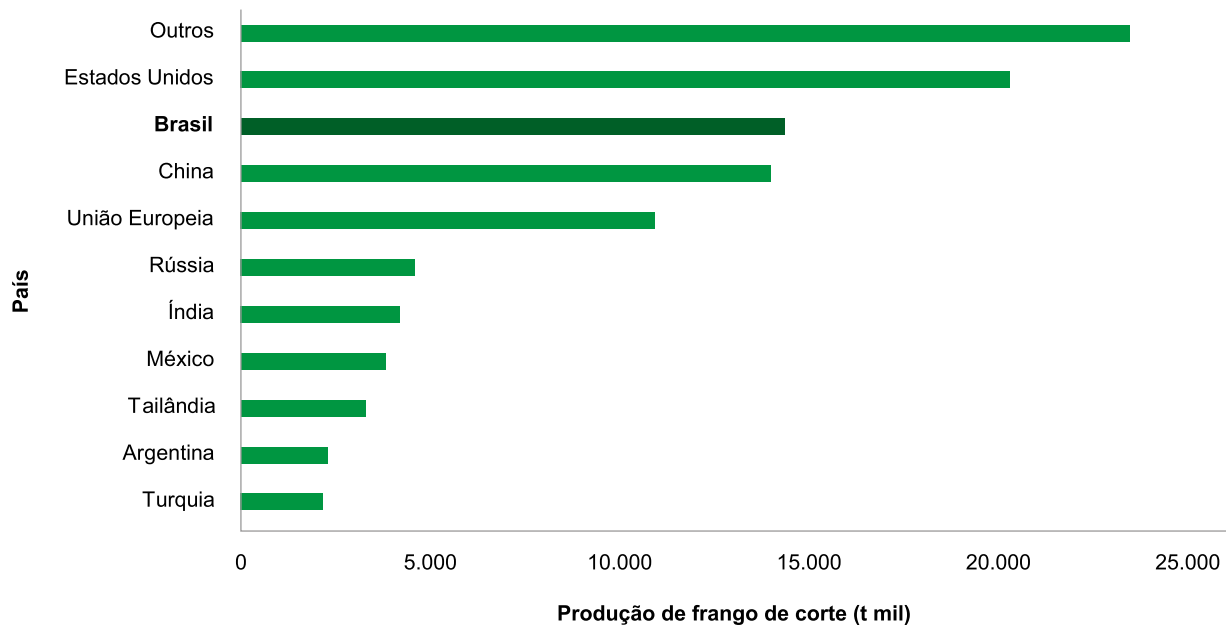
Em termos de exportações, o Brasil é líder mundial, com mais de quatro milhões de toneladas (Figura 3). A sexta colocação da China reforça o fato de que a maior parte de sua produção se destina ao consumo interno.

Uma possível explicação para a nossa liderança nas exportações é dada por Talamini & Martins (2021, p.20):

O recente crescimento da demanda chinesa impactou o mercado internacional beneficiando e estimulando o crescimento das cadeias produtivas de carnes do Brasil [...].

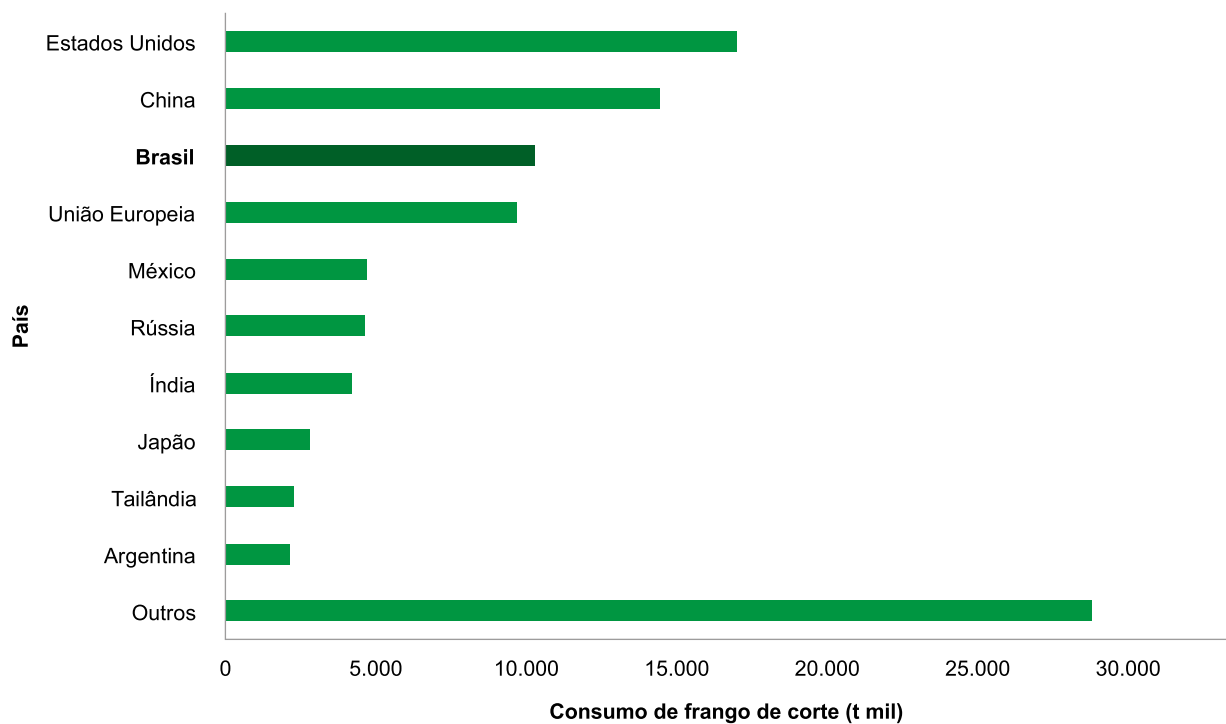
Outra explicação para os bons resultados recentes sustenta-se na significativa desvalorização cambial, o que tem estimulado as exportações, ainda que, em contrapartida, isso dificulte





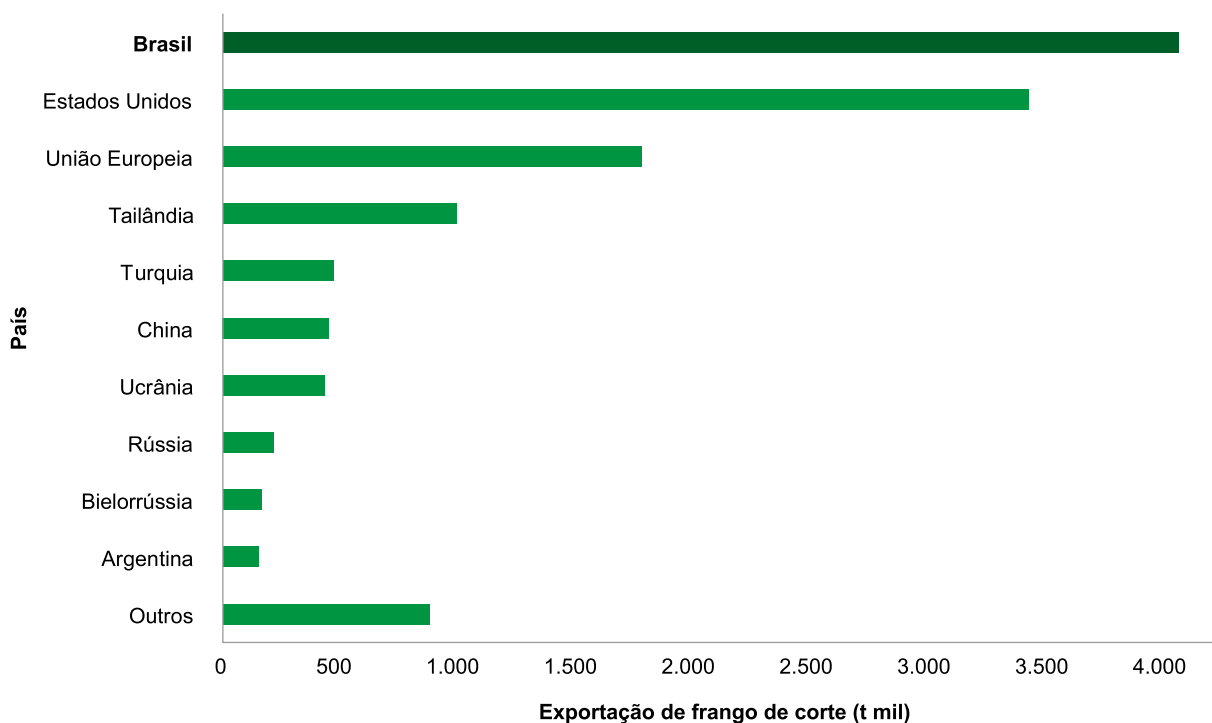
**Figura 1.** Produção mundial de frango de corte (t mil).

Fonte: Estados Unidos (2021).



**Figura 2.** Consumo mundial de frango de corte (t mil).

Fonte: Estados Unidos (2021).



**Figura 3.** Exportação mundial de frango de corte (t mil).

Fonte: Estados Unidos (2021).

a importação de insumos (Talamini & Martins, 2021).

O excelente desempenho da produção e das exportações de carne de frango é resultado de uma evolução gradual da produção brasileira (Figura 4). Os fatores tecnológicos e novas técnicas produtivas exerceram importante influência na performance brasileira, mas os aspectos regulatórios e as mudanças no arcabouço legal contribuíram para a criação de um ambiente necessário de sanidade sanitária.

François (2013, p.47) afirma que

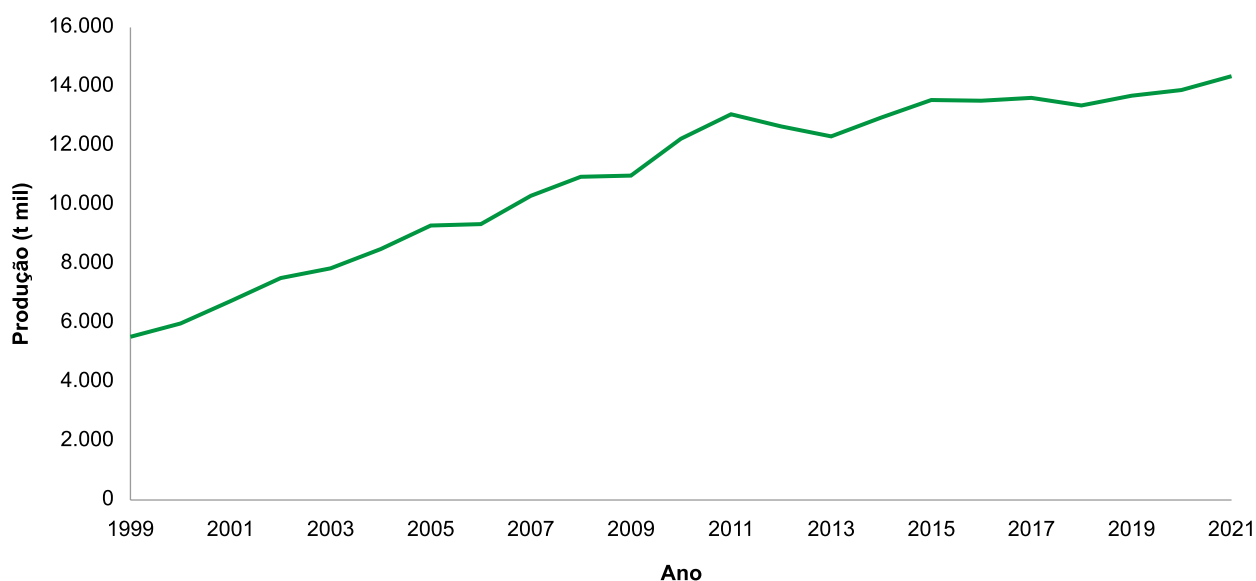
[...] o ambiente institucional tem efeitos marcantes sobre o funcionamento dos mercados através da sua regulação sobre a avicultura tecnificada em todos os elos da cadeia [...].

O autor destaca que a geração de novas demandas internacionais se sustenta na credibilidade adquirida pelo Brasil e reconhecida pelos mercados quanto à existência de um

[...] funcionamento correto do sistema de produção avícola se traduzindo em maior confiança entre as partes e reduzidos custos de transações. (François, 2013, p.47).

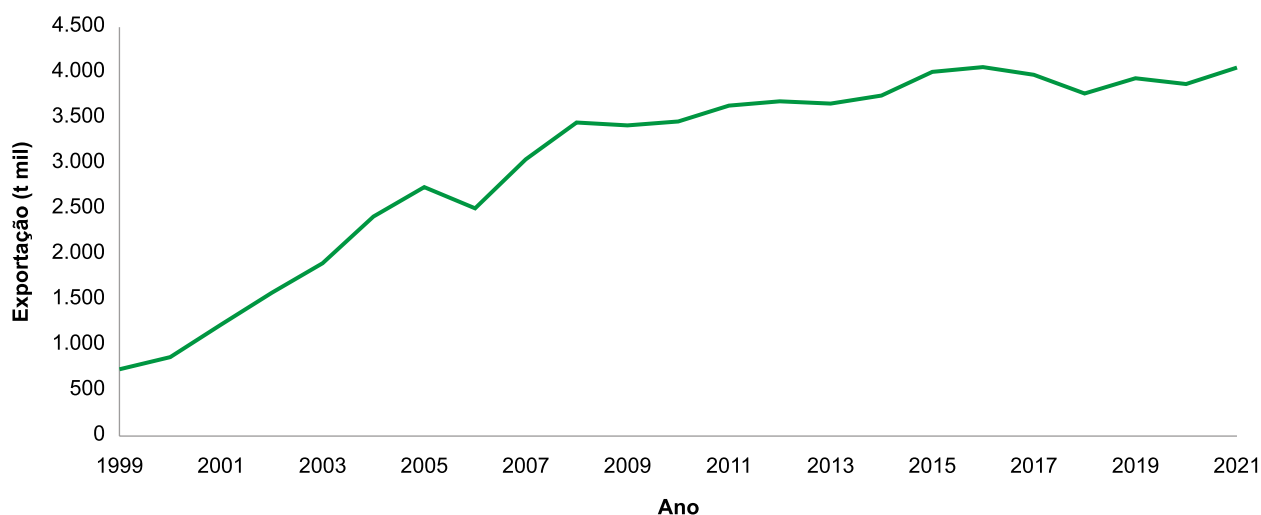
O aumento gradativo da produção brasileira de frango de corte refletiu num incremento considerável do volume de exportações (Figura 5). A leve queda em 2018 pode ser explicada por episódios do embargo europeu a frigoríficos brasileiros decorrente de denúncias de irregularidades na produção local. Já em 2020, em período pandêmico, o recuo em menor magnitude pode ser atribuído ao fato de que quase todos os principais importadores reduziram os volumes e também o valor da tonelada do produto. "O desempenho do Brasil poderia ter sido pior não fossem as crescentes compras da China." (Talamini & Martins, 2021, p.23).

Numa análise por estado (Figura 6), o Paraná é o principal responsável pelas exportações brasileiras, com participação de cerca de 41% em volume. O Paraná, Santa Catarina e o



**Figura 4.** Evolução da produção brasileira de frango de corte (t mil).

Fonte: Estados Unidos (2021).



**Figura 5.** Evolução das exportações brasileiras de frango (t mil).

Fonte: Estados Unidos (2021).

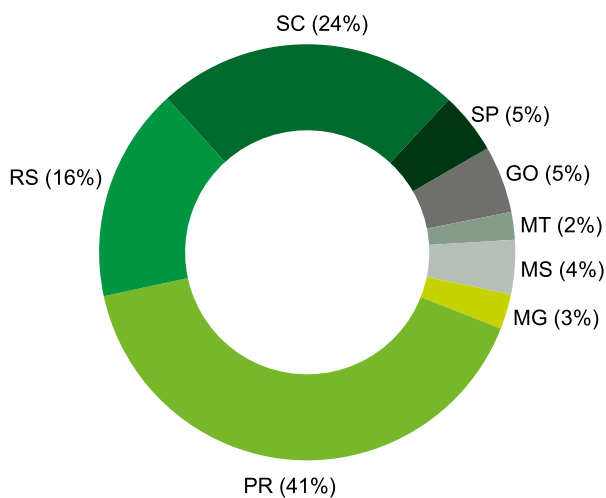
Rio Grande do Sul, juntos, respondem por mais de 80% do volume exportado. A região Sul, caracterizada por inúmeras cooperativas do setor avícola, impulsiona a produção e a exportação nacionais, completando o quadro geral brasileiro caracterizado por uma avicultura

[...] fortemente baseada no sistema de produção integrada, no qual as atividades do produ-

tor são regidas por contratos firmados com a indústria (Richetti & Santos, 2003, p.35).

A predominância do Paraná reflete-se também na sua participação expressiva quanto à totalização nacional de abate de frangos (Figura 7).

Na avicultura de postura, a liderança é do Estado de São Paulo, que contribui com quase 30% da produção nacional de ovos (Figura 8).



**Figura 6.** Exportações de frango (%) – principais estados.

Fonte: ABPA (2021).

Quanto às exportações brasileiras de ovos, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Minas Gerais, juntos, respondem por cerca de 80% do volume (Figura 9).

Percebe-se, portanto, constante evolução da produção interna e das exportações do setor



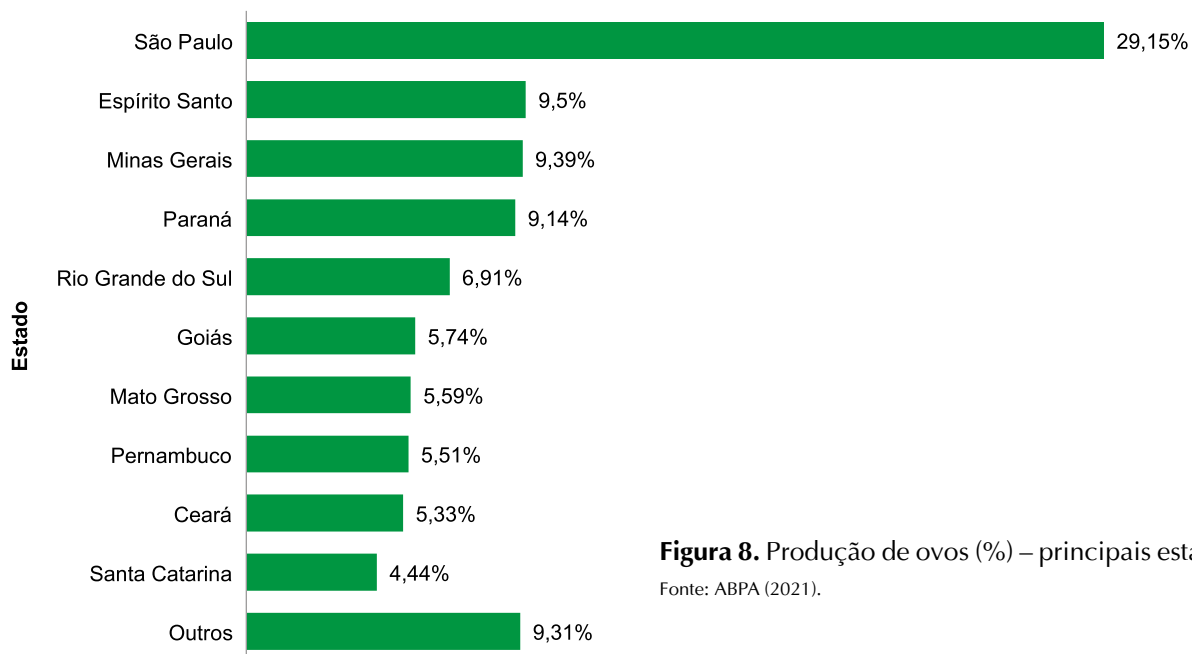
**Figura 7.** Abates de frangos (%) – principais estados.

Fonte: ABPA (2021).

avícola. Considerando-se as inúmeras exigências do mercado internacional e a seriedade com que as doenças relacionadas foram e são tratadas, o papel institucional do Estado brasileiro foi decisivo. O PNSA, os demais programas relacionados a doenças específicas e a própria atuação dos comitês estaduais colaboraram para o desenvolvimento do mercado brasileiro, que passa a contar com informações mais claras sobre a sanidade da produção, o que contribui para a redução de custos de informação, além de oferecer credibilidade ao importador internacional.

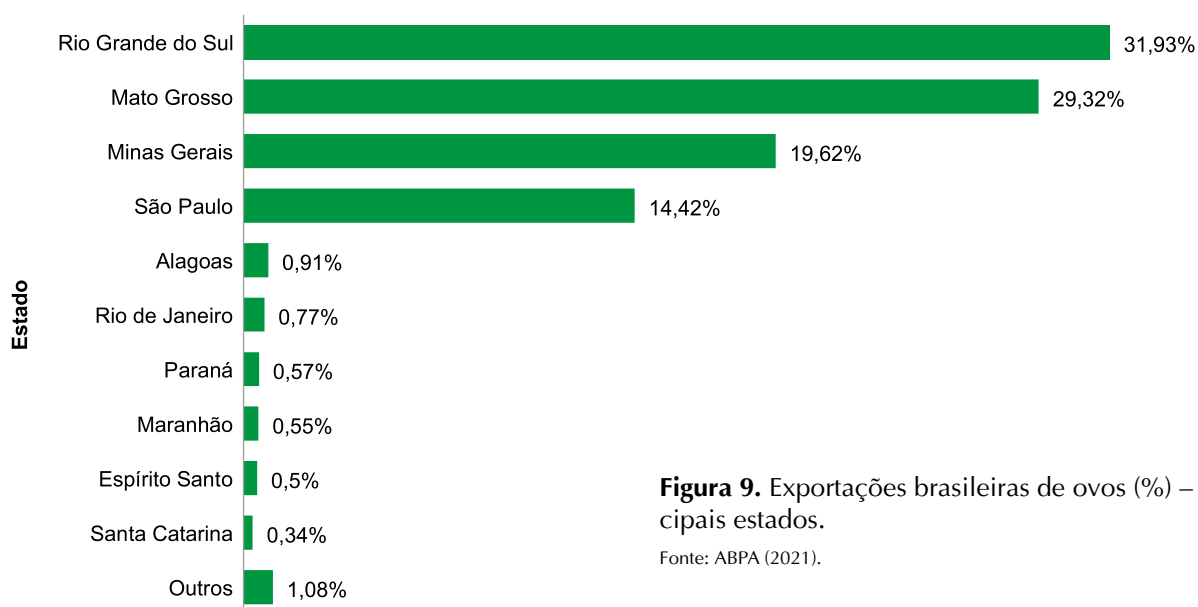
## Considerações finais

Este estudo mostrou a importância do mercado avícola para o agronegócio brasileiro e o seu desenvolvimento por meio mudanças institucionais. O papel do Poder Público, ao regulamentar e incentivar práticas adequadas de produção, gerou benefícios amplos, percebidos em toda a cadeia produtiva. As "regras do jogo", implementadas por meio de legislações, instruções normativas e regulamentos, trouxeram tranquilidade ao consumidor nacional e internacional ao mostrarem que a avicultura desenvolvida no Brasil segue elevados padrões de qualidade e controle. Isso tem criado um ambiente fértil para a busca de melhorias produtivas e inovações, pois o desafio sanitário e institucional tem sido, em boa medida, superado, o que posiciona o Brasil, sob diversas óticas, na liderança mundial do mercado avícola.



**Figura 8.** Produção de ovos (%) – principais estados.

Fonte: ABPA (2021).



**Figura 9.** Exportações brasileiras de ovos (%) – principais estados.

Fonte: ABPA (2021).

## Referências

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <[https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2021.

AMORIM NETO, C.S. **Importância econômica da política de prevenção de doenças avícolas para o Brasil: o caso da Influenza Aviária**. 2019. 108p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Doença de Newcastle (DNC)**. Brasília, 2020a. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/doenca-de-newcastle-dnc>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA)**. Brasília, 2020b. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/pnsa>>.

vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/programa-nacional-de-sanidade-avicola-pnsa>. Acesso em: 18 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 193, de 19 setembro 1994. [Institui o Programa Nacional de Sanidade Avícola no âmbito da Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA e cria o Comitê Consultivo do Programa de Sanidade Avícola]. **Diário Oficial**, 19 set. 1994.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 17, de 7 de abril de 2006. [Aprova, no âmbito do Programa Nacional de Sanidade Avícola, o Plano Nacional de Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle em todo o território nacional]. **Diário Oficial da União**, 10 abr. 2006. Seção1, p.6-7.

CORRÊA, P.P. da C. Direito e desenvolvimento e sua base teórica: a nova economia institucional. In: PINHEIRO, A.C.; PORTO, A.J.M.; ABRAHAM, M.; SAMPAIO, P.R.P. (Coord.). **Reflexões sobre Direito e Economia**. Rio de Janeiro: FGV, 2020. p.311-342.

COSTA, E.J.M. da. Teoria das Instituições e da Mudança Institucional de Douglass North: Cultura, Estado e Dependência de Trajetória. **Cadernos CEPEC**, v.8, p.64-83, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18542/cepec.v8i2.8320>.

DINIZ, M. Ministério entrega certificação que eleva status sanitário da produção de aves. **Agência Brasil**, 21 nov. 2016. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-11/ministerio-entrega-certificacao-que-eleva-status-sanitario-da-producao-de>>. Acesso em: 31 ago. 2021.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Production, supply and distribution database**: world chicken production, supply, and

distribution. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>>. Acesso em: 31 ago. 2021.

FRANÇOIS, E.P. **O ambiente institucional na cadeia produtiva avícola do RS**: regulação e desenvolvimento do mercado baseado no status sanitário dos planteis. 2013. 51p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NORTH, D.C. **Instituições, mudança institucional e desempenho econômico**. São Paulo: Três Estrelas, 2018. 256p.

NORTH, D.C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>.

ONO, J.M.; LIMA, C.B.; RIBEIRO, L.F. Doença de Newcastle. **GeTeC**, v.10, p.9-13, 2021.

PEREIRA, J.B. **Análise de desempenho da cadeia produtiva de carne de frango nos Estados de São Paulo e Goiás**. 2018. 120p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

RICHETTI, A.; SANTOS, A.C. dos. O sistema integrado de produção de frango de corte em Minas Gerais: uma análise sob a ótica da ECT. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.2, p.34-43, 2000.

TALAMINI, D.J.D.; MARTINS, F.M. Panorama da avicultura e do mercado de carnes. **Anuário 2022 da Avicultura Industrial**, ed.1314, p.20-27, 2021.

ZINGLER, K.D.; SILVA, L.X. da; SCHULTZ, G. Instituições, mudanças e estabilidade na pesquisa agropecuária: uma análise do caso brasileiro. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**, v.17, p.36-59, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26767/coloquio.v17i2.1661>.

# Características regionais da produtividade e da mecanização da agropecuária brasileira<sup>1</sup>

João Felema<sup>2</sup>  
Humberto Francisco Silva Spolador<sup>3</sup>

**Resumo** – Este trabalho construiu indicadores regionais de mecanização e produtividade da terra e do trabalho na agropecuária brasileira, com base nos censos agropecuários de 1995/1996, 2006 e 2017, com o objetivo de avaliar os desempenhos e diferenças regionais do setor. Os resultados mostraram que a agropecuária brasileira possui profundas disparidades regionais e que esse processo permaneceu ao longo das três últimas décadas. Observou-se, também, que os maiores níveis dos indicadores ocorreram no Sul, Sudeste e Centro-Oeste e que, apesar de mudanças nos indicadores do Norte e Nordeste, as disparidades regionais permanecem profundas. Assim, embora o crescimento da produção tenha sido significativo, acompanhado da maior mecanização e do aumento da produtividade da terra e do trabalho, estas não foram suficientes para reduzir diferenças regionais e intrarregionais no setor agropecuário brasileiro.

**Palavras-chave:** indicadores regionais, produção agropecuária, produtividade da terra e do trabalho, valor da produção.

## Regional patterns of productivity and mechanization in the Brazilian agriculture

**Abstract** – This research constructed regional indicators of mechanization, and land and labor productivities in the Brazilian agriculture, with basis on data from the agricultural censuses of 1995/1996, 2006, and 2017. The objective of this research was to evaluate the agricultural performance at regional level and potential regional differences in the sector. The results showed that the Brazilian agriculture has presented significant regional disparities, and that this process has continued over the last three decades. It was also observed that the highest levels of the indicators occurred in the South, Southeast, and Mid-West regions, and that despite the changes in some indicators in the North and Northeast regions, the regional disparities are still profound. Therefore, although the growth of production has been significant, accompanied by the higher mechanization

<sup>1</sup> Original recebido em 17/12/2021 e aprovado em 26/1/2022.

<sup>2</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP). E-mail: jffelema@gmail.com

<sup>3</sup> Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP). E-mail: hspolador@usp.br

and the productivity rising of land and labor, these were not sufficient to reduce the regional and intraregional differences in the Brazilian agricultural sector.

**Keywords:** regional indicators, agricultural production, land and labor productivities, production value.

## Introdução

O progresso da agropecuária brasileira nas últimas décadas, fruto de mudanças na estrutura produtiva, sustentaram a competitividade do País no mercado internacional de commodities agrícolas. O sucesso do agronegócio decorre, em grande parte, dos avanços tecnológicos que proporcionaram ganhos de produtividade no campo. A redução do pessoal ocupado, reflexo do maior uso de tecnologia por meio de máquinas e equipamentos, a redução da área disponibilizada para a criação de animais com o aumento da produtividade pecuária, em que se verifica a capacidade de suporte das pastagens, o uso de máquinas mais eficientes operacionalmente e o uso de novas técnicas de cultivo – plantio direto, inoculação com bactérias, manejo de pragas e criação de espécies com capacidade de adaptação, entre outras – foram inovações que explicam os ganhos de produtividade do setor. Destacam-se também os instrumentos de política agrícola destinados a investimentos em pesquisa e inovação, qualificação da mão de obra, financiamentos e gestão dos estabelecimentos (Gasques et al., 2010, 2013).

Nas últimas quatro décadas, ganhou reforço o papel da produção agropecuária para o crescimento do País e seu desenvolvimento regional. Fatores propulsores e disseminadores do sucesso da agropecuária estão relacionados com as iniciativas empreendedoras de muitos agentes que decidiram assumir riscos e buscar alternativas de produção e com as organizações verticais sob diferentes configurações observadas no Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A interação espacial e temporal nesse período proporcionou mecanismos para a ruptura de sistemas de cultivos regionais e tradicionais, possibilitando o movimento regional de bens e pessoas, informações, tecnologias e processos. Essa dinâmica de acontecimentos na agropecuária, sintetizada

por Chaddad (2017), reflete os eventos ocorridos inicialmente no Sul e Sudeste que transbordaram para outras regiões e afetaram as características locais das regiões de fronteira por conta do processo de interação espacial.

Almeida (2012) caracterizou os atributos dos processos espaciais como difusão; troca de bens e serviços e transferência de renda; comportamento estratégico; e espraiamento. O processo de difusão está relacionado com o transbordamento tecnológico das inovações surgidas numa região em determinado período, como o que foi responsável pela disseminação das tecnologias do Sul para o Centro-Oeste e tornou esta região pujante no agronegócio. O processo de troca de bens e serviços e a transferência de renda criaram dinamismo no agronegócio, gerando efeitos locais e inter-regionais, que envolvem tecnologias e instituições. O efeito multiplicador das trocas transfere resultados econômicos locais para outras regiões. Por fim, o processo de espraiamento, com dispersão da população buscando novas fronteiras, denota uma característica marcante de dependência espacial vivenciada desde a década de 1970.

Nota-se, entretanto, que a produção agropecuária com os respectivos indicadores de produtividade não têm ocorrido de maneira uniforme entre as regiões do País. Esse processo histórico e contínuo já foi observado por Silva (1996), que constatou grande discrepância regional de produção, produtividades e rendimentos. Essas desigualdades podem estar relacionadas a uma grande diversidade regional no uso de insumos ou a condicionantes de cada região, como características edafoclimáticas, dotação de recursos naturais, absorção e disseminação de tecnologias, acumulação de capital, modernização das atividades e processos e imperfeições de mercado.



Vieira Filho (2013) verificou a existência de dois elos na estrutura agropecuária brasileira: a homogeneização da riqueza, caracterizada por uma agricultura comercial e de alta tecnologia, que concentra os estratos de renda mais elevados; e a socialização da pobreza, caracterizada por um grupo relativamente igual, mas em estratos de renda baixo. Portanto, a concentração de elevada produtividade em algumas regiões do País e concomitante concentração tecnológica são alguns dos principais elementos citados na literatura como os responsáveis por essa desigualdade no setor agropecuário.

Apesar de o crescimento agropecuário ter mantido trajetória positiva no período censitário, a participação regional na composição do valor bruto de produção (*VBP*) ainda se mostra desigual. No CA de 1995/1996, o Sudeste e Sul eram responsáveis por mais de 65% da produção agropecuária no Brasil; no CA de 2017, responderam por menos de 55%. O Nordeste também perdeu representatividade na composição do *VBP* no período, o oposto do Centro-Oeste e Norte, que ganharam participação. A maior representação destas últimas, conforme Chaddad (2017), decorreu da ocupação de biomas considerados limitados para a produção agrícola até a década de 1970. A baixa fertilidade do solo e a grande incidência biológica de pragas, doenças e plantas daninhas foram superadas com sistemas de produção adaptados e disseminados entre produtores.

O objetivo deste trabalho foi construir e analisar indicadores de mecanização e produtividade da agropecuária brasileira com base nos censos agropecuários de 1995/1996, 2006 e 2017. Os dados resultantes da construção desses indicadores permitem uma avaliação descritiva atualizada do desempenho regional relacionado à mecanização e à produtividade da terra e do trabalho, que pode subsidiar o aprimoramento de políticas de desenvolvimento setorial e regional.

## Material e método

Os censos agropecuários de 1995/1996, 2006 e 2017 são os três mais recentes publicados. O CA de 1995/1996 teve como período de referência 1º/8/1995 a 31/7/1996; o CA de 2006 corresponde ao ano civil, ou seja, 31/1/2006 a 31/12/2006; e o CA de 2017, 1º/10/2016 a 30/9/2017. (IBGE, 1998, 2012, 2019a). Assim, para que os resultados fossem comparáveis, foram necessários ajustes dos dados.

Além das informações disponíveis no banco de dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (IBGE, 2019b), foi necessário recorrer a fontes alternativas, como a Fundação Getúlio Vargas (FGVDADOS, 2019), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipeadata, 2019) e o Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2019). As observações utilizadas neste trabalho correspondem a 510 Regiões Geográficas Imediatas<sup>4</sup> (RGI) introduzidas a partir do CA de 2017. Todos os valores monetários foram atualizados pelo Deflator do PIB<sup>5</sup> a preços constantes de 2017.

Para a análise das trajetórias recentes das produtividades médias do trabalho e da terra, foi implementado o mesmo procedimento adotado por Silva (1996) para a obtenção dos valores nacionais e regionais,

$$PL = VA/EH \quad (1)$$

$$PT = VA/AE \quad (2)$$

em que *PL* é a produtividade média do trabalho; *VA* é o valor agregado; *EH* é o número de equivalentes-homen ocupado; *PT* é a produtividade média da terra; e *AE* é área total explorada, definida como a área em estabelecimentos agrícolas, desconsiderando-se as terras inaproveitáveis e as áreas de florestas permanentes.

No CA, a classificação da utilização das terras (*AE*) é dividida em: lavoura permanente;

<sup>4</sup> Antes da nova Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017 do IBGE (2017), o recorte geográfico era de 558 microrregiões. Em conformidade com as mudanças promovidas pelo IBGE, procedeu-se à adequação das microrregiões dos CAs de 1995/1996 e 2006 em Regiões Geográficas Imediatas.

<sup>5</sup> Ver Paulani & Braga (2017) para informações mais detalhadas sobre o do Deflator do PIB.

lavoura temporária; pastagens naturais; pastagens plantadas; matas e florestas; terras inaproveitáveis para lavoura e pecuária; e irrigação. Nos censos de 2006 e 2017, o nível de desagregação<sup>6</sup> da utilização da terra foi maior, de modo que para tal período foram necessários ajustes para que se pudessem fazer comparações.

Com base na definição de Bacha (2018), considerou-se *VA* como o quanto uma atividade adiciona de valor a certos bens de modo a gerar outro bem ou serviço, ou seja,

$$VA = VBP - CI \quad (3)$$

em que *VBP* é o valor bruto de produção<sup>7</sup>, e *CI* é o consumo intermediário. O IBGE considera para o cálculo do *VBP* os seguintes tipos de produção agropecuária: produção animal – de grande porte, médio porte, aves e pequenos animais; produção vegetal – lavouras permanentes, lavouras temporárias, horticultura, floricultura, silvicultura, extração vegetal e agroindústria.

O Sistema de Contas Nacionais do IBGE, de onde se obtém as contas regionais do Brasil, usa a metodologia de estimativa do PIB em consonância com o manual de Contas Nacionais das Nações Unidas (System of National Accounts). A metodologia de estimativa do *VBP* da agropecuária de todas as unidades da federação leva em consideração as quantidades produzidas e os preços recebidos pelos produtores de toda a produção dos estados. Por causa das especificidades regionais, podem existir diferenças entre os preços recebidos pelos produtores de uma mesma lavoura. Destaca-se que para as commodities, as diferenças estão mais relacionadas à especificidade do produto e a suas características para exportação. Deve-se, portanto, ao

utilizar o *VBP*<sup>8</sup>, levar em consideração os efeitos dos preços.

Para a determinação de *CI*, foram consideradas as despesas dos estabelecimentos agrícolas com adubos e corretivos, sementes e mudas, agrotóxicos, medicamentos para animais, alimentação para animais (sal, rações industriais e outros alimentos), ovos fertilizados de um dia e pintos, aluguel de máquinas e equipamentos, transporte da produção, sacaria e outras embalagens, combustíveis e lubrificantes, energia elétrica, e outras. A essas despesas, foram acrescentadas as despesas com compra de animais – no CA, o *VBP* animal se refere ao valor das vendas e abates, sem descontar o valor das compras efetuadas dentro do próprio setor. Essas compras e vendas intersetoriais são transferências e, portanto, não representam acréscimo de valor. Na determinação do consumo intermediário, não foram incluídos os seguintes gastos que aparecem nos CAs: salários pagos em dinheiro e produtos; quota-parte da produção entregue a parceiros; e arrendamento e parcerias de terras, pois, por definição, esses gastos não fazem parte do consumo intermediário.

Além disso, os CAs trazem informações sobre o número de pessoas ocupadas no setor agropecuário. Para obter os valores de equivalentes-homem, foram consideradas cinco categorias, conforme proposto por Kageyama & Silva (1983): responsável e membros não remunerados da família (RF); empregados permanentes (EP); empregados temporários (ET); parceiros (P); e outra condição (OC). O CA também informa os gastos dos estabelecimentos agrícolas com serviços de empreitada (SE).

No cálculo do número de equivalentes-homem com serviços de empreitada, proce-

<sup>6</sup> Como o CA de 1995/1996 não faz a desagregação das florestas de reserva permanente com as matas naturais onde há exploração econômica, para haver a compatibilidade de informações com os CAs de 2006 e 2017, fez-se a estimação das matas de reserva permanente com base na proporção existente nos CAs de 2006 e 2017.

<sup>7</sup> O *VBP* é o valor monetário de todos os bens e serviços (intermediários e finais) elaborados, em dado período, com os serviços de fatores de produção situados dentro dos limites geográficos de um País (Bacha, 2018).

<sup>8</sup> A vantagem da análise das produtividades com o uso do *VBP* é permitir a agregação em valores monetários da produção de diferentes lavouras. No entanto, como o *VBP* é avaliado a preços correntes regionais, podem ocorrer distorções em termos de valores por causa dos diferentes preços praticados.

deu-se conforme Guerreiro (1995), ou seja, pela razão do total de diárias pagas/300 dias, cujo valor o CA informa em reais. Esse total pago é estimado pela relação entre o que foi gasto com o serviço de empreitada e o valor médio da diária em 1995/1996, 2006 e 2017. O valor médio da diária foi obtido a partir do banco de dados da FGV-Preços Agropecuários (Remuneração do Trabalho Agrícola) para todos os estados da federação nos períodos compatíveis com os CAs de 1995/1996 e 2006. Por conta da indisponibilidade dessas informações no CA 2017, recorreu-se à base de dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA), que fornece o preço médio da diária para o Estado de São Paulo. Assim, foram calculadas as diferenças médias das diárias pagas entre os outros estados e o Estado de São Paulo nos CAs de 1995/1996 e 2006 e aplicaram-se as proporções ao CA de 2017.

A determinação de equivalentes-homem<sup>9</sup> total (*EHT*) é dada por

$$EHT = RFEH + EPEH + ETEH + PEH + OCEH + SEEH \quad (4)$$

em que *RFEH* são os responsáveis e membros não remunerados da família em equivalentes-homem; *EPEH* são os empregados permanentes em equivalentes-homem; *ETEH* são os empregados temporários em equivalentes-homem; *PEH* são os parceiros em equivalentes-homem; *OCEH* refere-se à outra condição em equivalentes-homem; e *SEEH* refere-se aos serviços de empreitada em equivalentes-homem.

Os CAs informam também o valor dos insumos agrícolas e pecuários, definidos como todos os componentes diretamente aplicados no processo de produção animal e vegetal: corretivos do solo, fertilizantes químicos ou orgânicos, pesticidas, sementes, medicamento para animais, sal, rações industriais e outros (INS); gastos da agricultura com energia, que pode ser elétrica ou combustíveis (ENE); tratores em equivalência total de CV (MAQ); área destinada à exploração

agropecuária, excluindo as áreas impróprias (AE); quantidade de trabalho usado na agricultura em equivalentes-homem (EH); área irrigada em hectares (IRR); número de estabelecimentos com algum tipo de assistência técnica (EASS); número de estabelecimentos com algum tipo de sistema de irrigação (EIRR); número de estabelecimentos com energia elétrica (EENER) e número de estabelecimentos que usam algum tipo de adubação (EADU).

Para a estimação de CV, a quantidade média de tratores dos CAs foi multiplicada pelas respectivas cavalagens por RGI. Desse modo, adotou-se o seguinte critério: o CA de 1995/1996 estratificou os tratores em cinco grupos: menos de 10 CV; de 10 CV a menos de 20 CV; de 20 CV a menos de 50 CV; de 50 CV a menos de 100 CV; e 100 CV ou mais. Admitiu-se também que os tratores estão na média do intervalo (no grupo de 100 CV ou mais, foi adotado o valor exato de 100 CV). Os CAs de 2006 e 2017 classificaram os tratores só em dois intervalos: menos de 100 CV; e 100 CV ou mais. Com os limites de intervalos maiores, adotou-se o seguinte critério: para o CA de 2006, obteve-se a quantidade total de tratores vendidos por região dentro de cada grupo, disponibilizada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea, 2019), cujos estratos são: até 50 CV; de 51 CV a 100 CV; de 101 CV a 200 CV; e mais de 200 CV. Admitiu-se que as vendas de tratores por CV estavam dentro do intervalo médio, e sua multiplicação pela quantidade de tratores vendidos regionalmente gerou a quantidade total em CV. Posteriormente, o valor foi dividido pelo número de tratores vendidos regionalmente, conforme os estratos do CA de 2006, para se obter a média de CV em trator por região, e o resultado multiplicado pela quantidade de tratores disponibilizadas pelo CA em cada grupo. No CA de 2017, o procedimento foi similar ao de CA de 2006, mas o nível de detalhamento dos grupos de tratores em CV disponibilizados pela Anfavea é maior, o que permite uma apuração mais precisa.

<sup>9</sup> No cálculo da variável *EHT*, não foi atribuído peso à classificação do pessoal ocupado na agropecuária e foram desconsiderados os menores de 14 anos, exatamente como em Kageyama & Silva (1983).

## Resultados e discussão

A caracterização dos estabelecimentos fornece informações importantes para o entendimento da evolução da estrutura econômica e produtiva da agropecuária brasileira no nível regional (Tabelas 1, 2 e 3).

A produção agropecuária por estabelecimento (VBP/EST) no Brasil cresceu 94,21% de 1995/1996 a 2017. Os valores mais expressivos da produção por estabelecimento são do Centro-Oeste, Sul e Sudeste e os menores, do Norte e Nordeste. Quanto ao crescimento regional da produção por estabelecimento, no

período 1995/1996–2017 as maiores variações ocorreram no Centro-Oeste e Sul, com 167,41% e 103,63%, respectivamente. As menores foram registradas no Sudeste e Nordeste: 46,10% e 60,47%, respectivamente.

A viabilidade econômica da agropecuária, dada pela receita líquida por estabelecimentos cresceu 3,47% no período censitário, mas em 1995/1996–2006 houve decréscimo de 12,5%. Nas regiões com variações negativas, como o Centro-Oeste e o Sudeste e também o Sul, ainda que esta com crescimento positivo, pode ter ocorrido influência de intempéries climáticas<sup>10</sup>.

**Tabela 1.** Brasil e regiões – indicadores da agropecuária brasileira (período censitário: 1995/1996).

Indicador	Unidade	BR	N	NE	SE	S	CO
VBP/AE	R\$/ha	791	258	484	1.408	1.829	406
VBP/EST	R\$/EST	47.203	28.222	14.367	93.221	70.967	134.760
RL/EST	R\$/EST	16.463	12.154	5.873	27.957	24.088	53.562
CI/AE	R\$/ha	279	45	126	516	720	157
INS/AE	R\$/ha	175	21	70	308	498	100
ENER/EST	R\$/EST	2.231	1.038	559	4.683	3.104	8.069
TRA/AE	TRA/ha	0,0028	0,0003	0,0008	0,0050	0,0090	0,0014
TRACV/AE	CV/ha	0,1836	0,0258	0,0424	0,3162	0,5762	0,1065
EHT/AE	EHT/ha	0,0643	0,0403	0,1214	0,0674	0,0894	0,0138
EHT/EST	EHT/EST	3,83	4,39	3,59	4,46	3,47	4,59
AE/EHT	ha/EHT	15,54	24,80	8,23	14,83	11,17	72,26
AE/TRACV	ha/CV	5,44	38,69	23,57	3,16	1,73	9,38
AE/EST	ha/EST	59,65	109,04	29,63	66,19	38,79	331,82
IRR/AE	%	1,08	0,19	1,09	1,66	2,81	0,30
EASS/EST	%	19,62	5,97	4,08	30,57	48,59	32,91
EIRR/EST	%	5,94	0,04	2,37	2,17	1,12	0,22
EENER/EST	%	39,43	8,24	19,86	61,85	73,67	51,90
EADU/EST	%	37,46	10,75	18,05	64,41	76,36	12,28

Notas: VBP = valor bruto de produção; AE = área explorada; EST = estabelecimentos; RL = receita líquida; CI = consumo intermediário; INS = insumos agropecuários; ENER = consumo de energia; TRA = número de tratores; TRACV = tratores em cavalos; EHT = equivalente-homem total; IRR = área irrigada; EASS = estabelecimento com assistência técnica; EIRR = estabelecimento com irrigação; EENER = estabelecimento com energia; EADU = estabelecimento com adubação.

Fonte: IBGE (1998).

<sup>10</sup> Os prognósticos agrícolas de 2005/2006 divulgados pelo Instituto de Economia Agrícola - IEA (Amaro et al., 2005), IBGE (2006) e Fischer (2006) apontaram que no Sul e Centro-Oeste os respectivos desempenhos agrícolas foram comprometidos em razão de estiagem prolongada, resultando em uma quebra acentuada na produção de grãos. No Centro-Oeste, o impacto pode ter sido mais significativo em razão da predominância de monoculturas como soja, milho e cana-de-açúcar. Portanto, a redução brusca da renda proveniente da terra no Centro-Oeste, ou em outras regiões, pode ter decorrido de anomalias climáticas que afetaram a produtividade de algumas lavouras.

**Tabela 2.** Brasil e regiões – indicadores da agropecuária brasileira (período censitário: 2006).

Indicador	Unidade	BR	N	NE	SE	S	CO
VBP/AE	R\$/ha	1.335	477	981	2.494	2.686	793
VBP/EST	R\$/EST	69.167	42.218	26.160	126.004	95.920	199.449
RL/EST	R\$/EST	14.406	16.134	6.728	22.226	25.736	12.548
CI/AE	R\$/ha	658	160	405	1.180	1.250	558
INS/AE	R\$/ha	401	74	231	667	798	380
ENER/EST	R\$/EST	5.383	2.673	2.088	10.593	6.727	15.518
TRA/AE	TRA/ha	0,0030	0,0006	0,0009	0,0055	0,0096	0,0015
TRACV/AE	CV/ha	0,2884	0,0705	0,1001	0,5076	0,8513	0,1762
EHT/AE	EHT/ha	0,0585	0,0347	0,1112	0,0710	0,0773	0,0121
EHT/EST	EHT/EST	3,05	3,07	2,96	3,58	2,76	3,04
AE/EHT	ha/EHT	17,08	28,77	8,99	14,08	12,92	82,44
AE/TRACV	ha/CV	3,46	14,16	9,98	1,96	1,17	5,67
AE/EST	ha/EST	52,11	88,41	26,64	50,51	35,70	251,28
IRR/AE	%	1,68	0,26	1,54	3,45	3,44	0,72
EASS/EST	%	21,11	15,45	8,38	30,69	48,44	13,57
EIRR/EST	%	6,41	2,46	5,74	12,36	5,05	4,56
EENER/EST	%	69,47	43,96	62,73	82,67	84,07	75,12
EADU/EST	%	32,75	9,20	17,63	48,64	69,40	22,65

Notas: VBP = valor bruto de produção; AE = área explorada; EST = estabelecimentos; RL = receita líquida; CI = consumo intermediário; INS = insumos agropecuários; ENER = consumo de energia; TRA = número de tratores; TRACV = tratores em cavalos; EHT = equivalente-homem total; IRR = área irrigada; EASS = estabelecimento com assistência técnica; EIRR = estabelecimento com irrigação; EENER = estabelecimento com energia; EADU = estabelecimento com adubação.

Fonte: IBGE (2012).

A relação insumos por área explorada mostra que a taxa de crescimento (INS/AE) foi de 190,86% no Brasil. Entre as regiões, destacaram-se o Norte, com crescimento de 533,33%, o Centro-Oeste (369%) e o Nordeste (304,3%). As menores taxas foram verificadas no Sudeste (146,75%) e no Sul (118,27), mas nessas regiões o índice de insumo por hectare explorado é mais intensivo para todos os CAs. No caso da região Sul, que possui o maior indicador INS/AE para todos o período censitário, o CA de 2017 mostra que o uso de insumos por hectare é 2,13 vezes superior à média brasileira, 8,17 vezes o do Norte, 3,84 o do Nordeste, 1,43 o do Sudeste e 2,32 o do Centro-Oeste. As menores taxas de crescimento no Sul e Sudeste se justificam, pois essas já eram as regiões mais intensivas no uso dos insumos.

Os indicadores relacionados ao número de estabelecimentos agropecuários com uso de energia mostram avanços. No CA de 1995/1996, menos da metade dos estabelecimentos agropecuários era atendida com energia; no CA de 2017, eles já eram mais de 83%. Os avanços mais significativos ocorreram no Norte e Nordeste, onde a maioria dos estabelecimentos passou a contar com acesso a energia. O consumo por estabelecimento (ENER/EST) é maior no Centro-Oeste, Sudeste e Sul, e isso mostra que regiões com maior demandam por energia nos estabelecimentos são mais intensivas em capital. Consequentemente, o maior consumo de energia pode resultar em maior produtividade.

O uso de irrigação como técnica para o aumento de produtividade e produção agrícolas

**Tabela 3.** Brasil e regiões – indicadores da agropecuária brasileira (período censitário: 2017).

Indicador	Unidade	BR	N	NE	SE	S	CO
VBP/AE	R\$/ha	1.766	720	949	2.768	3.521	1.543
VBP/EST	R\$/EST	91.676	53.494	23.056	136.196	144.517	360.369
RL/EST	R\$/EST	17.035	15.823	3.697	6.260	32.662	99.961
CI/AE	R\$/ha	849	334	478	1.361	1.664	735
INS/AE	R\$/ha	509	133	283	760	1.087	469
ENER/EST	R\$/EST	6.638	3.857	2.090	12.040	9.274	20.416
TRA/AE	TRA/ha	0,0046	0,0013	0,0014	0,0078	0,0147	0,0024
TRACV/AE	CV/ha	0,4966	0,1587	0,1644	0,7955	1,5117	0,2931
EHT/AE	EHT/ha	0,0576	0,0439	0,1107	0,0697	0,0674	0,0155
EHT/EST	EHT/EST	2,99	3,26	2,68	3,43	2,76	3,64
AE/EHT	ha/EHT	17,34	22,77	9,02	14,32	14,82	64,12
AE/TRACV	ha/CV	2,01	6,29	6,07	1,25	0,66	3,41
AE/EST	ha/EST	51,89	74,25	24,27	49,19	41,04	233,45
IRR/AE	%	2,54	0,86	2,22	5,58	4,78	0,89
EASS/EST	%	20,21	10,39	8,21	28,63	48,59	23,62
EIRR/EST	%	9,90	6,10	9,81	16,66	6,93	5,25
EENER/EST	%	83,12	71,79	78,91	89,83	91,40	91,17
EADU/EST	%	42,27	18,00	30,34	59,33	76,62	30,63

Notas: VBP = valor bruto de produção; AE = área explorada; EST = estabelecimentos; RL = receita líquida; CI = consumo intermediário; INS = insumos agropecuários; ENER = consumo de energia; TRA = número de tratores; TRACV = tratores em cavalos; EHT = equivalente-homem total; IRR = área irrigada; EASS = estabelecimento com assistência técnica; EIRR = estabelecimento com irrigação; EENER = estabelecimento com energia; EADU = estabelecimento com adubação.

Fonte: IBGE (2019a).

no Brasil se mostra pouco representativa. No CA de 1995/1996, aproximadamente 6% dos estabelecimentos adotavam alguma técnica de irrigação, e estes respondiam por pouco mais de 1% da área explorada com irrigação. No de 2017, aproximadamente 10% dos estabelecimentos faziam uso de alguma técnica de irrigação, e a área irrigada em relação à área explorada chegou a 2,54%. Das regiões com mais estabelecimentos e área explorada com irrigação, destacava-se o Sudeste, com mais de 16% dos estabelecimentos, que respondiam por mais de 5,5% da área explorada na região com irrigação no CA de 2017. Já em termos de volume irrigado por hectare, dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) mostraram que, para 2015, o Centro-Oeste e o Sul responderam pela maior participação.

Alves et al. (2013) constataram que um dos entraves para a transferência de tecnologia no Brasil é a falta de assistência técnica e extensão rural nos estabelecimentos, principalmente na agricultura familiar, o que impacta a produtividade de alguns produtores e, consequentemente, a renda. Os dados dos CAs mostram que a proporção de estabelecimentos (EASS/EST) com assistência técnica no Brasil ficou praticamente estagnada ao longo dos últimos três períodos censitários: apenas 20% do total de estabelecimentos agropecuários em 1995/1996 dispunham de assistência técnica – a grande maioria na região Sul –, com pouca evolução nos períodos subsequentes. O Norte e Nordeste, em todos os períodos censitários, foram as regiões com menos acesso à assistência técnica.

Quando se analisa a disponibilidade de máquinas e tratores por área, o que reflete a intensificação da mecanização, nota-se, em 1995/1996–2006, que houve crescimentos de 7,14% do número de tratores por hectare explorado (TRA/AE) e de 57,08% em CV por área explorada (TRACV/AE). No período subsequente, altas de 53,33% e 72,19%, respectivamente, ou seja, além do crescimento do número de tratores, a potência operacional também vem aumentando e proporcionando ganhos de escala<sup>11</sup> em regiões agrícolas de grande extensão cultivável. Da mesma forma, observa-se que a disponibilidade de área por trator em CV (AE/TRATCV) caiu substancialmente no período todo, o que reforça a intensificação do uso de tecnologia poupadora de mão de obra.

A Figura 1 mostra como esse processo de mecanização vem se acentuando na agropecuária brasileira e suas regiões. Nota-se crescimento da força mecânica em CV quando comparada à mão de obra. A força mecânica em CV mais do que dobrou, enquanto a força braçal<sup>12</sup> caiu mais de 20%. É importante observar que esse crescimento da mecanização foi mais expressivo entre os CAs de 2006 e 2017 e pode estar relacionado aos programas de incentivo, como o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota) e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

Regionalmente<sup>13</sup>, no período 1995/1996–2006, a razão AE/EHT cresceu consideravelmente, ou seja, a disponibilidade de área em hectare explorado é maior para cada EHT. Em 2006–2017, a relação AE/EHT diminuiu nas regiões Centro-Oeste e Norte e cresceu no Nordeste e Sul. Houve aumento da taxa de crescimento<sup>14</sup> de

EHT para as regiões Centro-Oeste e Norte e decréscimo para o Nordeste e Sul (Figura 1).

Outro aspecto a ser analisado é a relação mão de obra por estabelecimento (EHT/EST). Em 1995/1996–2006, houve variação negativa para todas as regiões, diferentemente de 2006–2017, quando se observou variação positiva para as regiões Norte, Sul e Centro-Oeste. Quanto ao uso da mão de obra por estabelecimento, o Centro-Oeste, Sudeste e Norte são as regiões mais expressivas. O Centro-Oeste, mesmo com o maior indicador EHT/EST em 2017, dispõe da menor relação mão de obra por área explorada (EHT/AE). Essas características mostram uma região de estabelecimentos com organização tipicamente comercial, com necessidade de mão de obra mais qualificada para operacionalizar máquinas e equipamentos e, dessa forma, explorar grandes extensões agricultáveis (Chaddad, 2017).

Quanto ao *VBP*, considerado uma medida de crescimento econômico e que serve para mensurar o aumento da riqueza na agropecuária (Bacha, 2018), os dados dos CAs mostram que a riqueza mais do que dobrou ao longo de 22 anos: aproximadamente R\$ 226,7 bilhões em 1995/1996, R\$ 360,3 bilhões em 2006 e R\$ 465,1 bilhões em 2017.

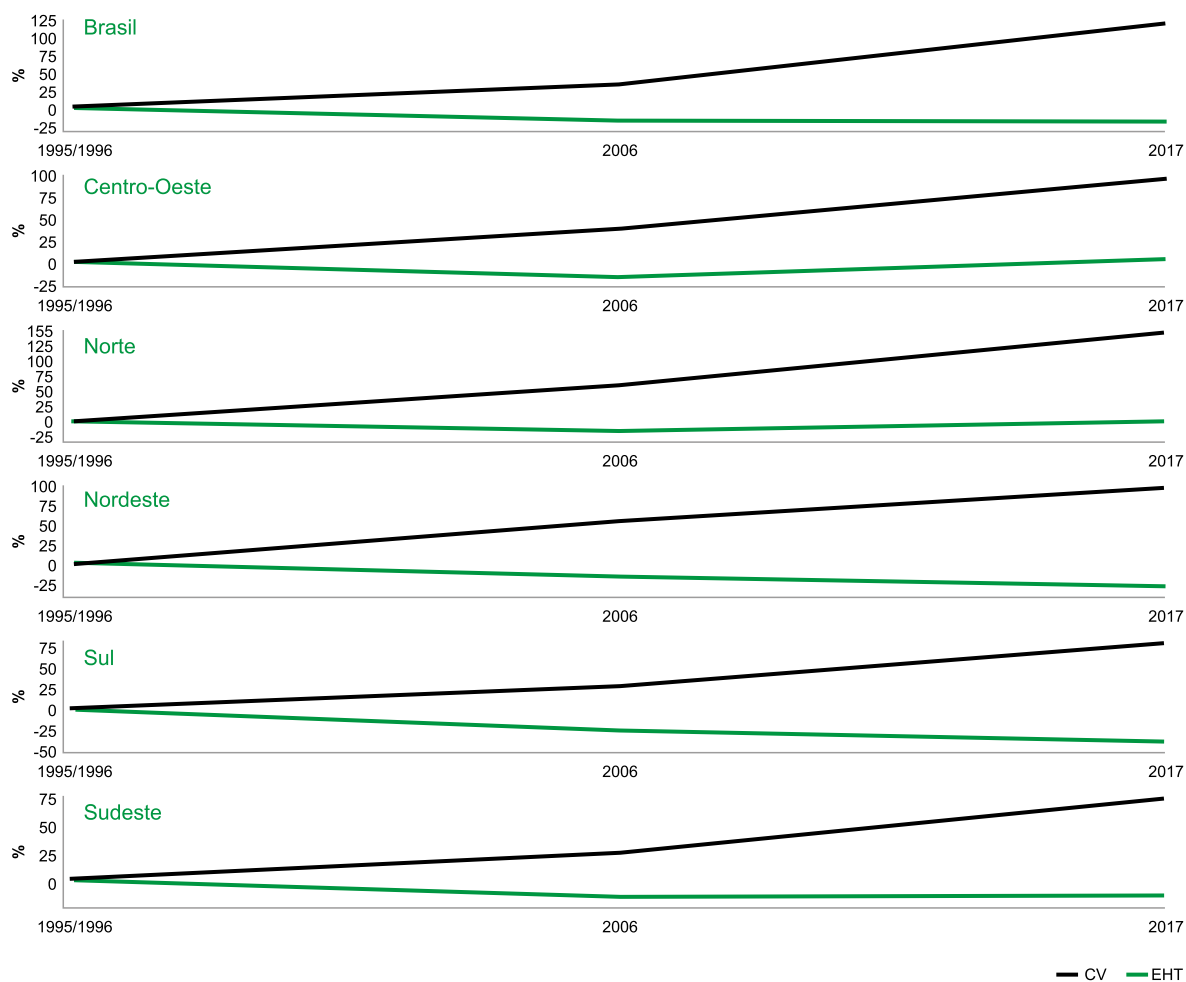
O *VBP* médio das RGI brasileiras foi de aproximadamente 444,6 milhões no CA de 1995/1996, 706,4 milhões no de 2006 e 911,9 milhões no de 2017. Além disso, conforme a Tabela 4, mais de 60% das RGI para os três CAs estavam abaixo do *VBP* médio, grande parte localizadas no Norte e Nordeste. Outro dado interessante da Tabela 4 refere-se à representatividade das RGI com valores acima da média brasileira. Nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste, são poucas as RGI que respondem por grande parte da produção agropecuária, e isso pode ser visto

<sup>11</sup> Para Vieira Filho (2020), os resultados confirmam o avanço tecnológico do indicador de potência dos tratores e o aprendizado por escala no setor agropecuário. Quanto maior a escala produtiva, mais complexa é a combinação de tecnologia e conhecimento.

<sup>12</sup> Dados da PEA mostram que, em 2004–2014, a população economicamente ativa na agricultura brasileira caiu mais de 20%, com decréscimo maior no Sul e Nordeste (Embrapa, 2018).

<sup>13</sup> Com exceção do Sudeste, onde a relação se manteve quase inalterada em todo o período.

<sup>14</sup> Como explica Maia (2020), a população ocupada sem laços familiares cresceu mais intensivamente nos municípios do Centro-Oeste e Norte, concentrando-se na fronteira de desenvolvimento da agricultura intensiva em capital.



**Figura 1.** Agropecuária brasileira – modificação do uso da mão de obra (EHT) e tratores (CV) entre os censos agropecuários.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (1998, 2012, 2019a).

como indicativo de concentração da riqueza em poucas RGI ou aumento da desigualdade. O coeficiente de variação<sup>15</sup> ilustra o comportamento da desigualdade na agropecuária brasileira, e os resultados apresentados mostram que ela continua crescendo, principalmente no Nordeste.

A evolução regional ao longo dos três períodos censitários corrobora o argumento de Vieira Filho (2013, 2020) sobre a heterogeneidade da agropecuária brasileira. O que se observa conforme a Tabela 4 é que o crescimento da agropecuária ocorre de forma desigual e con-

centrada. O Nordeste, juntamente com o Norte, exibiu uma das menores médias do *VBP* em todos os períodos e com a menor proporção de RGI com valores superiores à média brasileira. Entretanto, o coeficiente de variação mostra que a desigualdade vem crescendo, ou seja, a existência de regiões de *VBP* elevados ao lado de uma maioria com valores ínfimos.

O crescimento da produção agropecuária nos últimos três períodos censitários pode ser em grande parte explicado pelo aumento da produtividade (Chaddad, 2017). O crescimento

<sup>15</sup> A definição do coeficiente de variação vista em Hoffmann et al. (2019) pode ser demonstrada como a relação entre o desvio padrão ( $\sigma$ ) e a média ( $\mu$ ) – usualmente é expresso em porcentagem.



**Tabela 4.** VBP médio e desvio padrão (R\$ milhão), coeficiente de variação, proporção e representação regional das RGI com VBP superior à média do Brasil.

Região	CA	Média	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Prop.	Repr.
Centro-Oeste	1995/1996	616,4	452,0	0,73	56,60	81,79
Norte		177,7	131,0	0,74	8,06	22,03
Nordeste		217,0	183,9	0,85	10,38	30,35
Sul		741,6	516,8	0,70	66,66	88,34
Sudeste		541,1	479,4	0,89	47,58	78,68
<b>Brasil</b>		<b>444,6</b>	<b>441,2</b>	<b>0,99</b>	<b>36,06</b>	<b>72,29</b>
Centro-Oeste	2006	1.194,8	1.074,5	0,90	56,60	83,66
Norte		323,3	305,2	0,94	12,90	38,30
Nordeste		416,8	459,4	1,10	16,88	46,28
Sul		1.005,3	647,4	0,64	61,45	83,04
Sudeste		801,2	814,4	1,02	38,62	74,27
<b>Brasil</b>		<b>706,4</b>	<b>738,8</b>	<b>1,05</b>	<b>35,09</b>	<b>71,28</b>
Centro-Oeste	2017	2.361,1	2.183,1	0,92	75,47	92,51
Norte		500,9	480,9	0,96	17,74	49,01
Nordeste		347,7	674,9	1,94	6,49	38,26
Sul		1.284,5	881,0	0,69	64,58	71,65
Sudeste		910,5	936,8	1,03	35,17	87,25
<b>Brasil</b>		<b>911,9</b>	<b>1.185,9</b>	<b>1,30</b>	<b>34,11</b>	<b>76,04</b>

Notas: Prop. = Proporção de RGI com VBP acima da média regional e a nível de Brasil; Repr. = representatividade das RGI com VBP acima da média regional e a nível de Brasil.

Fonte: IBGE (1998, 2012, 2019a).

da *PT* no Brasil foi de 65,56%; o do *PL*, 96,01% (Tabelas 5 e 6). Esse crescimento acumulado é compatível com o de outros trabalhos, como Gasques et al. (2018), que estimaram taxas de crescimento de 4,29% a.a. (*PT*) e 4,49% a.a. (*PL*) para 2000–2016. Em 1995/1996–2006, as taxas foram de 23,99% e 45,34%, respectivamente. Por fim, em 2006–2017 é observado aumento da taxa média de *PT*<sup>16</sup> e redução do ritmo de crescimento de *PL* em relação ao observado em 1995/1996–2006, resultados muito próximos dos encontrados por Gasques et al. (2020).

Considerando-se que o valor de *PT* no Brasil foi de R\$ 543/ha para o CA de 1995/1996,

a Tabela 5 mostra que seus maiores valores estão no Sul e Sudeste, justamente onde há maior percentual de RGI acima da *PT* do Brasil. Além das maiores médias, acompanhadas de maiores quantidades de RGI acima da média brasileira, essas regiões exibem também os menores valores do coeficiente de variação.

No CA de 2017, a *PT* cresceu mais uniformemente no Brasil e regiões, exceto no Nordeste. O crescimento da *PT* foi seguido de alta da proporção de RGI com médias maiores que a *PT* brasileira e recuo do coeficiente de variação, resultados que sugerem convergência

<sup>16</sup> Uma possível explicação para o aumento da *PT* no Brasil pode estar relacionada ao crescimento na região Centro-Oeste, onde têm sido implementadas técnicas de melhoramento de solos desenvolvidas pela Embrapa, com uso de calcário ou giz e a criação de bactérias responsáveis pela fixação do nitrogênio.

**Tabela 5.** Estatística descritiva para a PT (R\$/ha a preços de 2017), desvio padrão (R\$), coeficiente de variação e proporção das RGI acima da média do Brasil (%).

Região	CA	PT	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Prop.
Centro-Oeste	1995/96	250	221	0,88	13,20
Norte		215	774	3,60	17,74
Nordeste		378	611	1,61	33,11
Sul		1.201	774	0,64	91,66
Sudeste		1.067	1.080	1,01	77,93
<b>Brasil</b>		<b>543</b>	<b>900</b>	<b>1,65</b>	<b>52,94</b>
Centro-Oeste	2006	235	461	1,96	15,09
Norte		317	590	1,86	20,96
Nordeste		577	1.717	2,97	40,35
Sul		1.436	1.371	0,95	89,58
Sudeste		1.314	2.046	1,55	71,03
<b>Brasil</b>		<b>677</b>	<b>1.689</b>	<b>2,49</b>	<b>53,33</b>
Centro-Oeste	2017	799	715	0,89	49,05
Norte		381	598	1,57	22,58
Nordeste		459	797	1,73	31,16
Sul		1.829	1.341	0,73	98,95
Sudeste		1.375	1.612	1,17	73,10
<b>Brasil</b>		<b>899</b>	<b>1.369</b>	<b>1,52</b>	<b>56,66</b>

Notas: Prop. = Proporção de RGI com PT acima da média regional e a nível de Brasil.

Fonte: IBGE (1998, 2012, 2019a).

espacial da *PT*, antes localizada no Sul, Sudeste e em poucas partes do Norte e Nordeste.

A Tabela 6 mostra que no CA de 1995/1996 o crescimento da *PL* não deixou de ser acompanhado pelo aumento das desigualdades em cada região. O Centro-Oeste, Sudeste e Sul tinham os níveis de *PL* mais elevados, baixos coeficientes de variação e maiores proporções de RGI com *PL* acima da média brasileira.

No caso do CA de 2006, as mudanças mais significativas em relação à *PL* ocorreram no Norte e Nordeste, com ganho expressivo de RGI nos melhores estratos em relação ao período anterior. A *PL* média nesse período cresceu em todas as regiões com menor participação de RGI com valores acima da média brasileira.

Já no CA de 2017, a *PL* cresceu no Brasil em decorrência dos ganhos expressivos obtidos pelas regiões Centro-Oeste e Sul, onde os ganhos de produtividade foram acompanhados pela redução da desigualdade intrarregional e da elevada proporção de RGI com valores acima da média brasileira. No Sudeste, houve aumento da *PL* em comparação ao período anterior e redução do coeficiente de variação, mas menor participação de RGI com *PL* acima da média brasileira. Isso mostra que o crescimento da *PL* pode ter sido mais uniforme entre as RGI, mas a maioria ficou abaixo da média brasileira. No Norte e Nordeste, houve redução da *PL* e da participação das respectivas RGI com *PL* acima da média brasileira em comparação ao período anterior. No caso específico do Nordeste, além de a maioria das RGI exibirem baixa *PL*, existia

**Tabela 6.** Estatística descritiva para a PL (R\$/EHT), desvio padrão (R\$), coeficiente de variação e proporção das RGI acima da média do Brasil (%).

Região	CA	PL	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Prop.
Centro-Oeste	1995/96	17.935	10.367	0,57	84,90
Norte		5.281	4.237	0,80	11,29
Nordeste		2.955	3.342	1,13	10,38
Sul		12.396	5.710	0,46	90,62
Sudeste		13.228	12.112	0,91	73,79
<b>Brasil</b>		<b>7.957</b>	<b>9.817</b>	<b>1,23</b>	<b>51,37</b>
Centro-Oeste	2006	19.399	30.129	1,55	77,35
Norte		9.116	9.894	1,08	20,96
Nordeste		5.186	12.788	2,46	16,23
Sul		18.561	19.090	1,02	90,62
Sudeste		18.502	26.781	1,44	62,06
<b>Brasil</b>		<b>11.565</b>	<b>21.611</b>	<b>1,86</b>	<b>50,19</b>
Centro-Oeste	2017	51.251	35.744	0,69	96,22
Norte		8.680	8.590	0,98	17,74
Nordeste		4.148	8.794	2,12	4,54
Sul		27.113	20.403	0,75	87,50
Sudeste		19.697	25.221	1,28	49,65
<b>Brasil</b>		<b>15.597</b>	<b>25.173</b>	<b>1,61</b>	<b>44,11</b>

Notas: Prop. = Proporção de RGI com PL acima da média regional e a nível de Brasil.

Fonte: IBGE (1998, 2012, 2019a).

elevada desigualdade, como observado em todos os períodos censitários.

## Conclusão

Este trabalho analisou, com base nos censos agropecuários de 1995/1996, 2006 e 2017, indicadores da agropecuária brasileira referentes à produção, à mecanização e às produtividades da terra e do trabalho. Os resultados mostraram que o crescimento de alguns indicadores foi acompanhado do crescimento da desigualdade, sendo esta mais acentuada nas regiões Nordeste e Sudeste – no Sul, o crescimento foi mais uniforme e menos desigual.

Os maiores valores da produtividade da terra referem-se às regiões Sul e Sudeste em todos os períodos censitários, mas os resultados

mostram um efeito de "espraiamento" ao longo dos períodos. Embora a produtividade da terra se mostrasse desigual entre as grandes regiões, na média para o Brasil são apresentadas evidências de convergência. De modo similar à produtividade da terra, o maior nível de produtividade do trabalho concentrou-se no Sul, Sudeste e Centro-Oeste no primeiro período censitário, mas foi se disseminando para outras regiões nos períodos subsequentes.

Dos resultados apresentados, destacam-se: o Nordeste exibiu os menores indicadores de produtividade da terra e do trabalho, com grandes disparidades, abaixo da média brasileira; no Sudeste, é elevada a heterogeneidade dos indicadores; no Sul, predominam os resultados acima da média em grande parte das RGI; no Norte, apesar de significativa desigualdade, há

evidências de transformações que podem se traduzir em crescimento sustentado das produtividades; e o Centro-Oeste, ao longo do período censitário, sofreu grandes transformações em termos de produtividade, consolidando-se como região de alta produção e produtividade.

Em síntese, os resultados obtidos refletiram as transformações graduais no uso de insumos poupadores de terra e trabalho. O crescimento da produtividade da terra e do trabalho no Brasil no período esteve muito condicionado ao uso intensivo de insumos químicos e da força mecânica. As RGI com uso intensivo dos insumos poupadores de terra e trabalho exibiram os melhores resultados na média dos períodos. O processo de intensificação do uso da força mecânica ocorreu com o aumento do número de tratores por área explorada, da sua capacidade operacional e com a redução da mão de obra. O Centro-Oeste, Sul e Sudeste são regiões onde a operacionalização mecânica é mais intensiva, mas foi constatado que o crescimento do uso da força mecânica vem ocorrendo também no Norte e Nordeste. O mesmo observou-se em relação ao uso de insumos químicos: o Sul e o Sudeste são estão na frente, mas as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte experimentaram forte crescimento entre os períodos. Para outros indicadores, como energia, irrigação e assistência técnica, o comportamento é similar ao observado nos casos da força mecânica e de insumos químicos: mais intensivo no Sul, Sudeste e Centro-Oeste e em crescimento no Norte e Nordeste.

Os resultados ressaltam o papel das políticas públicas que visam promover a inserção produtiva e a redução das disparidades, combinando ações de caráter econômico e social, com suporte estratégico às regiões onde se observam a persistência da heterogeneidade estrutural e produtiva.

## Referências

- ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P.; MARRA, R. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013. p.13-45.
- AMARO, A.A.; CARVALHO, M.A. de; MELLO, N.T.C. de; SILVA, V. da. **Prognóstico agrícola 2005/06**. São Paulo: IEA, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=3700>>. Acesso em: 2 fev. 2020.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, 2017. 85p. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacao-UsodaAguanaAgricaturalIrigada.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Estatísticas**. 2019. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- BACHA, C.J.C. **Economia e política agrícola no Brasil**. Campinas: Alínea, 2018.
- CHADDAD, F. **Economia e organização da Agricultura Brasileira**. Rio de Janeiro: Gen Atlas, 2017.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018. 212p.
- FGVDADOS. **Fundação Getúlio Vargas**. 2019. Disponível em: <<https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/consulta.aspx>>. Acesso em: 2 out. 2019.
- FISCHER, S. A estiagem, a produção e a produtividade da lavoura gaúcha. **Carta de Conjuntura FEE**, ano15, p.8, 2006. Disponível em: <<http://carta.fee.tcche.br/article/a-estiagem-a-producao-e-a-produtividade-da-lavoura-gaucha>>. Acesso em: 5 dez. 2019.
- GASQUES, J.G.; BACCHI, M.R.P.; BASTOS, E.T. Crescimento e produtividade da agricultura brasileira de 1975 a 2016. **Carta de Conjuntura**, n.38, p.1-9, 2018. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180302\\_cc38\\_nt\\_crescimento\\_e\\_producao\\_da\\_agricultura\\_brasileira\\_1975\\_a\\_2016.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/180302_cc38_nt_crescimento_e_producao_da_agricultura_brasileira_1975_a_2016.pdf)>. Acesso em: 3 dez. 2019.
- GASQUES, J.G.; BACCHI, M.R.P.; BASTOS, E.T.; VALDES, C. Crescimento e produtividade na agricultura brasileira: uma análise do censo agropecuário. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea; IBGE, 2020. cap.7, p.107-119.
- GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.R.P.; VALDES, C. Produtividade total dos fatores e transformações da agricultura brasileira: análise dos dados dos censos agropecuários. In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. cap.1, p.19-44. Disponível em: <<https://www>>

[ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro\\_agriculturabrasileira.pdf](http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/Livro_agriculturabrasileira.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2019.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; VALDES, C.; BACCHI, M.R.P. Produtividade e crescimento: algumas comparações. In: ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013. p.140-155.

GUERREIRO, E. **Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paranaense**. 1995. 136p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.11.2018.tde-20181127-155036>.

HOFFMANN, R.; BOTASSIO, D.C.; JESUS, J.G. de. **Distribuição de renda**: medidas de desigualdade, pobreza, concentração, segregação e polarização. 2.ed. São Paulo: EdUSP, 2019. 384p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Censo agropecuário 1995-1996**. Rio de Janeiro, 1998. 358p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**: 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação: segunda apuração. Rio de Janeiro, 2012. 774p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2019a. 104p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**: 2017. Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Problemas climáticos fazem safra de grãos cair 5,2% em 2005**. 2006. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13139-asi-problemas-climaticos-fazem-safra-de-graos-cair-52-em-2005#:~:text=na%20tabela%20abaixo.-,Pelo%20segundo%20ano%20consecutivo%2C%20condi%C3%A7%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas%20desfavor%C3%A1veis%20E%80%93%20>

[especificamente%20a%20falta,a%20de%202003%2C%20ano%20da](http://especificamente%20a%20falta,a%20de%202003%2C%20ano%20da)>. Acesso em: 29 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. 2019b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Banco de dados**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/Bancodedados.php>>. Acesso em: 10 out. 2019.

IPEADATA. [**Dados macroeconômicos e regionais**]. 2019. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.asp>>. Acesso em: 25 out. 2019.

KAGEYAMA, A.; SILVA, J.G. da. Os resultados da modernização agrícola dos anos 70. **Estudos econômicos**, v.13, p.537-559, 1983.

MAIA, A.G. Mudanças demográficas no rural brasileiro de 2006 a 2017. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: Ipea: IBGE, 2020. cap. 4, p.67-75.

PAULANI, L.M.; BRAGA, M.B. **A nova contabilidade social**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

SILVA, L.A.C. da. **A função de produção da agropecuária brasileira**: diferenças regionais e evolução no período 1975-1985. 1996. 157p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIEIRA FILHO, J.E.R. Grupos de eficiência tecnológica e desigualdade produtiva na agricultura brasileira. In: ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013. p.143-180.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G.; RONSOM, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: Ipea: IBGE, 2020. cap.8, p.121-134.

# Competitividade das exportações de milho de Patos de Minas, MG<sup>1</sup>

Francys Júnio de Castro Alves<sup>2</sup>

Fábio André Teixeira<sup>3</sup>

Victor Henrique Lana Pinto<sup>4</sup>

**Resumo** – Este artigo buscou verificar a competitividade das exportações de milho do Município de Patos de Minas, MG, em 2007–2020. Para isso, os indicadores de competitividade do comércio internacional empregados foram estes: vantagem comparativa revelada (*IVCR*), orientação regional (*IOR*), Grubel-Lloyd (*GL*), grau de abertura comercial (*GA*) e coeficiente de dependência das importações (*CDI*). O *IVCR* do município foi superior ao dos outros municípios de Minas Gerais no período. O *IOR* mostrou que as exportações de milho de Patos de Minas em 2007–2020 foram em sua maioria voltadas para os membros do Mercosul. O índice *GL* indicou que o comércio patense é puramente interindustrial, enquanto os resultados para o *GA* sugeriram que a economia do município é relativamente fechada ao comércio internacional. O *CDI* apontou que Patos de Minas não apresenta dependência das importações. Os achados deste trabalho fornecem informações relevantes para a formulação de políticas agrícolas e comerciais voltadas ao crescimento e desenvolvimento do Município de Patos de Minas e, conseqüentemente, de Minas Gerais.

**Palavras-chave:** comércio internacional, indicadores de comércio, Minas Gerais.

## Competitiveness of corn exports of Patos de Minas, MG

**Abstract** – This article aimed to verify the competitiveness of corn exports carried out by the municipality of Patos de Minas, in Minas Gerais state, Brazil, between 2007 and 2020. For this purpose, we used the following competitiveness indicators of international trade: revealed comparative advantage index (RCA), regional orientation index (RO), Grubel-Lloyd (GL), trade openness index (GO), and import dependence coefficient (IDC). The RCA of the municipality was superior to the others of Minas Gerais state throughout the entire period. The RO showed that corn exports of Patos de Minas between 2007 and 2020, were mostly sent to Mercosur member countries. The GL index indicated that the municipality trade is purely inter-industrial, while the results for the GO suggested that the economy of Patos de Minas is relatively closed to international trade. The IDC indicated that Patos de Minas is not dependent on imports. The findings of this work provide relevant information for the formulation of agricultural and trade policies aimed to the growth and development of the municipality of Patos de Minas and, consequently, of the state of Minas Gerais.

**Keywords:** international trade, trade indicators, Minas Gerais.

<sup>1</sup> Original recebido em 11/10/2021 e aprovado em 16/2/2022.

<sup>2</sup> Graduado em Ciências Contábeis. E-mail: francys.alves@ufv.br

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: fateixeira@ufv.br

<sup>4</sup> Doutorando em Economia Aplicada. E-mail: victor.h.lana@ufv.br

## Introdução

No último século, o comércio internacional se expandiu em níveis acelerados. Segundo Carbaugh (2004), essa expansão decorreu da globalização, que impulsionou etapas dos processos produtivos de diferentes produtos para outros países, principalmente a partir da segunda metade do século 20. Dessa forma, segundo o autor, as economias se tornaram gradativamente mais dependentes do comércio exterior.

Krugman et al. (2015) definiram dois motivos básicos para os países participarem do comércio internacional. O primeiro se deve ao fato de que os países são diferentes e, assim, independentemente de serem desenvolvidos ou em desenvolvimento, podem obter vantagens comparativas na produção de determinados bens. Com isso, todos os países seriam beneficiados de alguma forma nas relações internacionais. Como segundo motivo, os autores pontuam que se cada país se especializasse no que é produtivo e optasse por importar aquilo que ele não produz com facilidade, suas capacidades produtivas aumentariam, gerando, por consequência, economias de escala crescentes.

Krugman et al. (2015) argumentam que para países em desenvolvimento, caso do Brasil, as relações comerciais exteriores facilitam o surgimento e o avanço da industrialização. Porém, um país produtivo não necessariamente é competitivo internacionalmente, pois a competitividade é definida como a capacidade de um país, região ou setor obter sucesso em seus negócios. Além disso, características das empresas, cultura, clima, território, língua e relações externas, por exemplo, de um país têm influência significativa sobre sua competitividade internacional (Zin, 2014).

O Brasil possui muitas características propícias à produção e à exportação de vários produtos agropecuários. A Embrapa Territorial (2020) destaca um conjunto desses fatores, como a abundância de água, luz, solo e aptidão climática. Nesse contexto, observa-se que diversos gêneros agrícolas figuraram em 2019 em

grande parte das exportações do País – o milho foi o quarto produto mais comercializado internacionalmente pelo Brasil (Brasil, 2021). Essa commodity é de extrema importância no mercado mundial, pois são diversas suas utilidades, podendo ser distribuído em grãos ou já processado. Além disso, o milho é fundamental para a alimentação e nutrição humana e animal, podendo ser cultivado também para a extração do bioetanol, mais comum em países desenvolvidos (Bampi et al., 2016).

Minas Gerais respondeu por 7,6% da produção brasileira de milho em 2019, o quinto maior produtor nacional conforme a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (Seapa-MG) (Minas Gerais, 2020). Em Patos de Minas, a Capital Nacional do Milho, a commodity foi, naquele ano, o segundo produto mais exportado pelo município, atrás do café. Observa-se que a demanda externa pela commodity tem potencial para elevar o nível de produto de Patos de Minas e região, e este estudo buscou avaliar a competitividade das exportações de milho do Município de Patos de Minas em 2007–2020.

Os resultados deste trabalho têm o potencial de traçar uma visão mais particular da pauta exportadora do município investigado. Além disso, esta pesquisa contribui mais diretamente para a compreensão da composição do nível de produto de Patos de Minas e, consequentemente, de Minas Gerais. A temática do trabalho e seu objeto de estudo fornecem uma melhor observação do mercado para formuladores de políticas agrícolas e comerciais para o desenvolvimento do setor nos níveis regional, estadual e nacional.

## Panorama do comércio internacional do milho de Patos de Minas

A Tabela 1 mostra que o milho, tanto em 2007 quanto em 2020, foi um dos produtos mais exportados por Patos de Minas.

**Tabela 1.** Patos de Minas, MG – principais produtos exportados em 2007 e 2020.

Posição	2007		2020	
	SH4	Produto	SH4	Produto
1º	0901	Café	0901	Café
2º	2002	Tomates	1005	Milho
3º	1005	Milho	0203	Carnes de animais da espécie suína
4º	2208	Álcool etílico	2301	Farinhas
5º	0103	Animais vivos	0802	Outras frutas
6º	7102	Diamantes	5201	Algodão
7º	1007	Sorgo de grão	0206	Miudezas
8º	6211	Fatos de treino para desporto	7102	Diamantes

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021).

A Tabela 2 mostra o ranking dos municípios de Minas Gerais na produção e exportação de milho em 2014 e 2020.

Patos de Minas foi o principal exportador de milho de Minas Gerais em 2014. Em 2020, en-

tretanto, o município ficou atrás de Uberlândia, Unai e Araguari. Mas verifica-se que o valor comercializado internacionalmente por Patos de Minas no período não variou expressivamente. Em 2014–2020, as exportações patenses de milho recuaram pouco mais de um milhão de

**Tabela 2.** Municípios mineiros – produção e exportação de milho em 2014 e 2020.

2014			2020		
Posição	Município	Produção (t)	Posição	Município	Produção (t)
1º	Uberaba	377.500	1º	Unai	423.000
2º	Unai	316.800	2º	Perdizes	333.150
3º	Paracatu	241.875	3º	Uberaba	300.840
4º	Buritis	207.000	4º	Sacramento	201.600
5º	Perdizes	198.300	5º	Coromandel	194.300
	...			...	
15º	Monte Carmelo	84.000	12º	Ibiá	126.600
16º	Patos de Minas	81.600	13º	Patos de Minas	120.750
17º	Presidente Olegário	81.000	14º	Três Corações	116.400
Posição	Município	Valor exportado (US\$ milhão)	Posição	Município	Valor exportado (US\$ milhão)
1º	Patos de Minas	6,54	1º	Uberlândia	22,97
2º	Santa Juliana	5,16	2º	Unai	13,57
3º	Uberlândia	5,09	3º	Araguari	9,52
4º	Ituiutaba	2,51	4º	Patos de Minas	5,50
5º	Santa Luzia	2,17	5º	Ituiutaba	2,03

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021) e IBGE (2022).



dólares, sugerindo que o volume exportado pelo município se manteve no tempo.

Conforme a Tabela 2, apesar de Patos de Minas não figurar como um dos cinco maiores produtores de milho de Minas Gerais, o município desponta como um dos principais exportadores da commodity. Além disso, em âmbito nacional, segundo dados de Brasil (2021), Patos de Minas foi em 2020 o 100º maior exportador nacional de milho de um total de 246 municípios brasileiros que transacionam o grão internacionalmente.

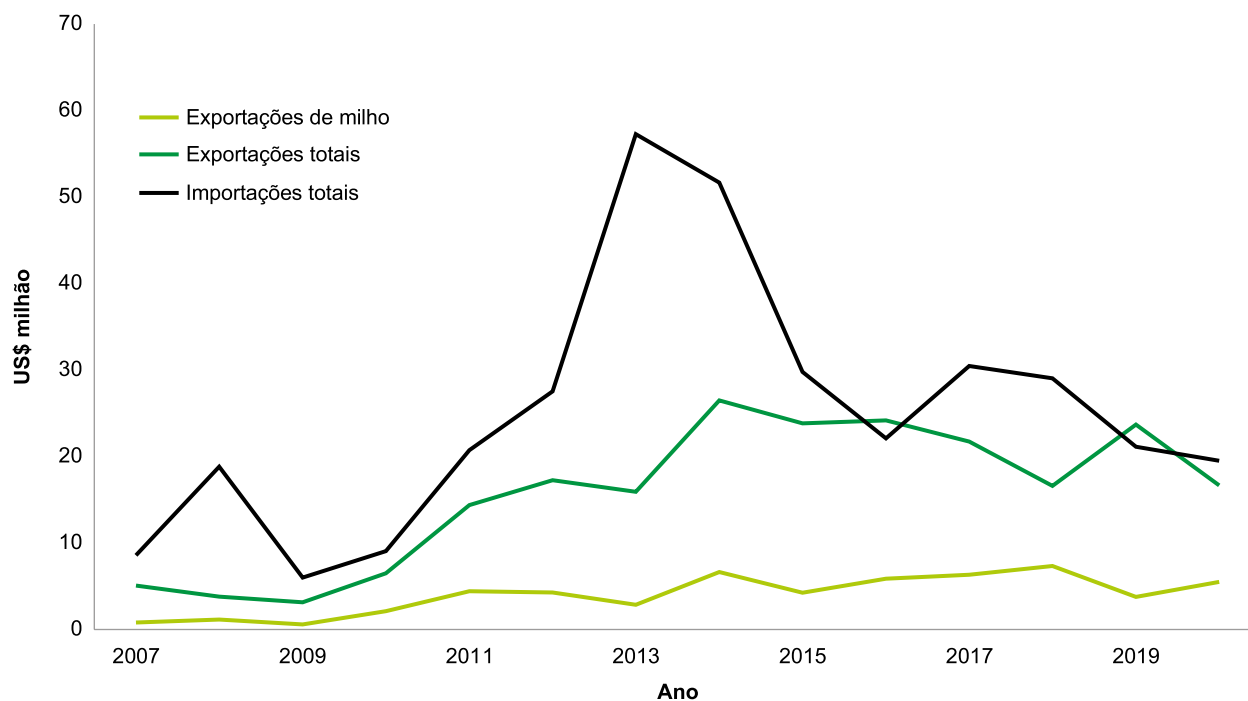
A Figura 1 mostra os fluxos de exportação de milho, exportação e importação totais de Patos de Minas em 2007–2020.

Praticamente em todo o período, a balança comercial Patos de Minas exibiu saldo negativo, pois o volume de importação superou, com exceção de 2016 e 2019, o volume exportado. A Figura 1 mostra também fluxos de exporta-

ção positivos para o milho em todo o período e que as exportações de milho têm comportamento bastante similar ao das exportações totais até 2016. Isso pode fornecer um indicativo do quanto as exportações de milho do município são representativas no agregado.

A Tabela 3 mostra os principais parceiros comerciais importadores do milho patense em 2007, 2014 e 2020 de acordo com o volume comercializado.

Em 2007, a exportação do milho patense foi toda destinada ao Paraguai. O município exportou milho para nove países em 2014 e para mais de dez em 2020, com o Paraguai como o principal parceiro comercial. Percebe-se que grande parte da produção de milho patense destina-se a economias latino-americanas, principalmente para membros do Mercosul, em especial Argentina, Paraguai, Uruguai e Venezuela<sup>5</sup>. Por serem membros de uma mesma união aduaneira, essas economias se beneficiam de incentivos



**Figura 1.** Patos de Minas, MG – fluxos de comércio internacional do milho e totais do município em 2007–2020.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021).

<sup>5</sup> A Venezuela está suspensa de todos os direitos e obrigações inerentes à sua condição de Estado Parte do Mercosul (Mercosul, 2021).

**Tabela 3.** Patos de Minas, MG – principais destinos das exportações de milho em 2007, 2014 e 2020.

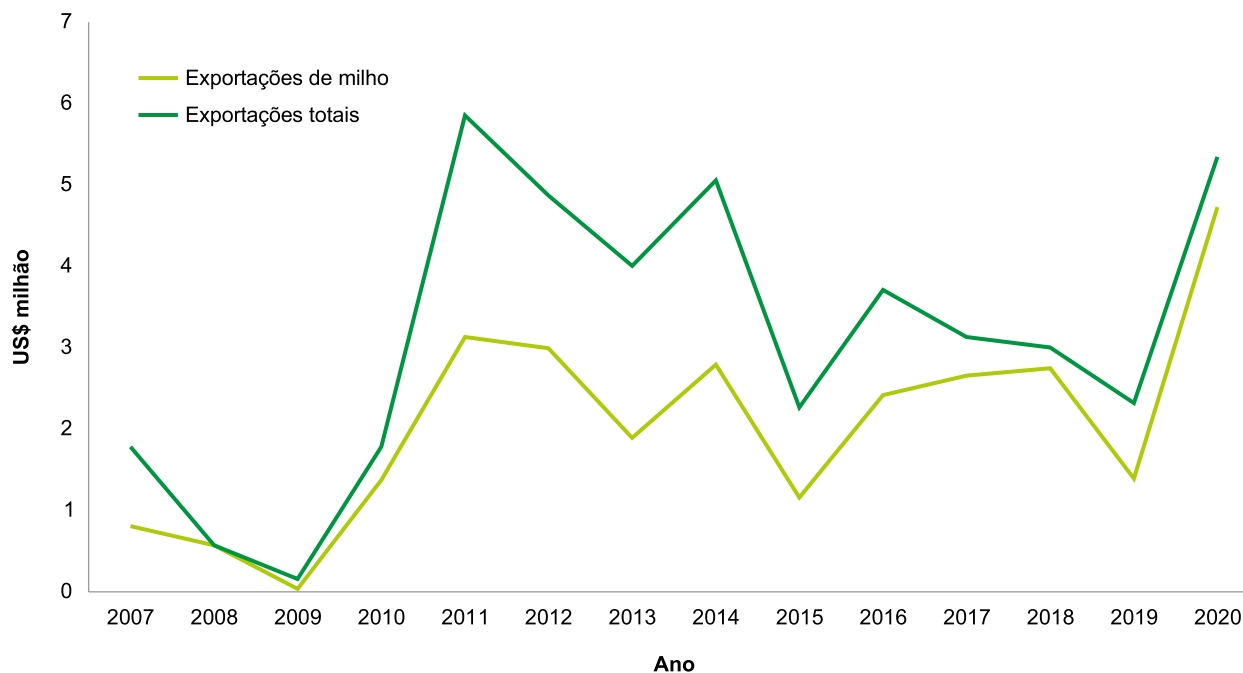
Posição	Destino		
	2007	2014	2020
1º	Paraguai	Paraguai	Paraguai
2º	-	Equador	Equador
3º	-	Bolívia	Peru
4º	-	Peru	Bolívia
5º	-	Colômbia	Argentina
6º	-	Venezuela	México
7º	-	Senegal	Angola
8º	-	Paquistão	Venezuela
9º	-	Uruguai	Sudão
10º	-	-	Guatemala

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021).

tarifários que podem orientar o comércio intra-bloco em detrimento do comércio com países terceiros.

A Figura 2 mostra as exportações de milho e totais de Patos de Minas para os países mercosulistas em 2007–2020.

Depois dos efeitos da crise do *subprime* originada nos EUA em 2008, as exportações patenses de milho e totais destinadas ao Mercosul foram mais significativas. Nota-se também que a performance das exportações de milho acompanha, em grande parte, o desempenho das expor-



**Figura 2.** Patos de Minas, MG – exportações de milho e totais destinadas ao Mercosul em 2007–2020.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021).

tações totais de Patos de Minas por praticamente todo o período. A maior preponderância desses destinos pode decorrer das reduzidas tarifas de importação que os países do bloco desfrutaram e da proximidade geográfica, que resulta em custos de transporte mais baixos.

## Fundamentação teórica

### Teorias do comércio internacional

Diversas teorias tentam explicar as relações comerciais entre os países, principalmente quanto aos fatores determinantes e aos benefícios gerados. Estudiosos buscam aprimorar, complementar ou corrigir teorias propostas, com base em suas concepções acerca da importância e das contribuições do comércio internacional. É possível estabelecer uma linha do tempo dessas teorias, desde Smith, em 1776, até Helpman & Krugman, em 1985, passando pelas significativas fases de Ricardo (1817), Heckscher & Ohlin (1933) e Balassa (1965).

Adam Smith, em 1776, apresentou em *A Riqueza das Nações* uma das primeiras análises clássicas das relações de comércio internacional, a Teoria das Vantagens Absolutas. Nela, ele demonstrou que a diferença de eficiência de produção entre os países geraria uma concentração de mão de obra em torno daquele bem ou setor considerado eficiente. Assim, o excedente de produção seria exportado e os eventuais bens ineficientes seriam importados. (Smith, 1985). Porém, de acordo com Trindade & Beppler (2020), Smith deveria ter considerado a possibilidade de um país não possuir vantagem absoluta em relação a nada.

Para complementar o trabalho de Smith, Ricardo (1817) introduziu o conceito de Vantagens Comparativas, pois, segundo ele, os países podem se beneficiar do comércio internacional mesmo não possuindo vantagem absoluta. Nesse caso, torna-se necessário identificar o menor custo de produção entre os países analisados em relação a produtos específicos para

que, assim, ambos possam obter vantagens mútuas dos vínculos de comércio.

Apesar de ser mais aceito do que a teoria anterior, o modelo ricardiano considera que as diferenças de produtividade internacional se devem exclusivamente ao trabalho como fator de produção. Trindade & Beppler (2020) apontam que limitações da época em que o modelo foi desenvolvido levaram Ricardo a não ponderar que os custos de fabricação variam de país para país ou mesmo entre regiões de uma mesma nação. Essas limitações foram, mais tarde, sanadas pelo modelo de Heckscher-Ohlin (Favaretto et al., 2018; Trindade & Beppler, 2020).

O modelo de Heckscher-Ohlin (1933) busca corrigir as falhas observadas no modelo de Ricardo e aperfeiçoá-lo. Ele discorre a respeito das diferenças dos custos de fabricação entre as nações para um mesmo produto e expande os fatores de produção considerados para além do trabalho, acrescentando o capital e a terra. Logo, é possível pressupor que um país tende a se especializar e exportar produtos que, no momento de sua confecção, são intensivos nos seus fatores de produção mais abundantes (Bender et al., 2019; Trindade & Beppler, 2020). Isso acontece, segundo Heckscher et al. (1991), como consequência da impossibilidade da troca dos fatores de produção em si, o que aconteceria caso houvesse livre mobilidade para que eles circulassem.

Com o aprimoramento das teorias, surgiu a necessidade de mensurar, na prática, o desempenho e as reais vantagens que cada país ou região teria em suas trocas comerciais, para que fosse possível medir e explicar a competitividade internacional de cada um deles (Favaretto et al., 2018). A partir dessa necessidade, Balassa (1965) formulou o índice de vantagens comparativas reveladas (*IVCR*) para determinar os produtos para os quais a região analisada teria vantagem na exportação e também mensurar as vantagens entre as respectivas regiões e produtos.

Em 1985, Helpman & Krugman (1985) apresentaram um modelo que considerava novos fatores determinantes para o desenvolvimen-

to da integração econômica entre os países. O modelo, que leva em consideração variáveis como o avanço exponencial da tecnologia, a competição imperfeita, as diferenças entre produtos e as economias de escala e escopo, foi de fundamental importância para sanar uma limitação comum entre praticamente todas as teorias anteriormente citadas, que são suas fracas comprovações empíricas.

Mesmo assim, Deardorff (2005) faz uma ressalva quanto às teorias das vantagens comparativas quando afirma que embora elas sejam o principal e mais importante meio para explicar o comércio internacional, um único conceito com certeza apresenta dificuldades para explicar relações tão amplas e complexas.

Percebe-se então que as teorias do comércio internacional, em geral, e desconsiderando-se grandes falhas ou distorções de mercado, buscam – via abertura comercial proporcionada por políticas de comércio exterior que elevem o bem-estar social – incentivar o desenvolvimento (Trindade & Beppler, 2020).

### **Pesquisas correlatas**

Existem muitos estudos que aplicam as teorias mencionadas, pois é imensa a possibilidade de combinações entre regiões e produtos cujas competitividades merecem ou precisam ser analisadas. Porém, muitas pesquisas esbarram na dificuldade de acesso aos dados para os estudos, principalmente quando relacionadas a regiões menores. No entanto, os resultados desses trabalhos normalmente exercem influência significativa para a economia internacional dos territórios em questão – para mensuração, expansão ou realocação dos recursos (financeiros e não financeiros) destinados a eles (De Benedictis, 2005).

Zin (2014), um dos autores mais recentes que se destacaram no emprego dos métodos citados em microrregiões, analisou se as pequenas empresas do Município de Caxias do Sul, RS, poderiam ser competitivas internacionalmente. A constatação foi o crescente desempenho das

exportações das empresas, e superior ao de suas similares estaduais e nacionais.

Também nas macrorregiões, inúmeras pesquisas com objetivos semelhantes foram publicadas na última década. Silva et al. (2011) focaram os países do Brics e sua participação comercial internacional e concluíram que o crescimento das economias emergentes está diretamente ligado ao fortalecimento de suas relações comerciais, acrescentando que o Brasil se inseriu e ganhou espaço no comércio internacional exportando bens não industriais e de baixa intensidade tecnológica.

Bampi et al. (2016), num estudo sobre a competitividade e orientação das exportações brasileiras de milho para a União Europeia, descobriram que o crescimento das exportações do grão não apresentou vantagem comparativa entre 2000 e 2014 nem foi orientado para o bloco. Dilly et al. (2017) também estudaram o milho exportado pelo Brasil em 2000–2014, mas, diferentemente de Bampi et al. (2016), usaram como comparação os EUA, o maior produtor e exportador mundial do grão. Dilly et al. (2017) confirmaram a não existência de vantagem comparativa por parte do Brasil. Já os EUA apresentaram vantagem no período, mas com índices constantemente decrescentes, o que evidencia a redução da participação mundial nas exportações do país.

As constatações de Bampi et al. (2016) e Dilly et al. (2017), em suma, sugerem que não houve vantagens competitivas para o Brasil nas exportações de milho em comparação com as exportações mundiais do grão. Entretanto, isso não exclui a possibilidade de um município brasileiro apresentar vantagens comparativas em relação à unidade da federação. Mesmo diante a inexistência de vantagem comparativa numa escala mais abrangente – Brasil em relação ao mundo –, pode ser que o Município de Patos de Minas, por exemplo, exiba vantagens competitivas em relação a Minas Gerais.

Mais recentemente, Favaretto et al. (2018) e Bender et al. (2019) analisaram a competitivi-

dade das carnes de frango e suína, respectivamente, exportadas pelo Brasil. Concluíram que, apesar da burocracia excessiva e da falta de infraestrutura no País, somos competitivos diante do mercado internacional dessas carnes, pois os dois tipos apresentaram vantagens comparativas durante o período estudado. Cabe ressaltar que as dificuldades de exportação mencionadas pelos autores afetam principalmente gêneros alimentícios derivados da agropecuária, como é o caso do milho, pois, para esses itens, as exigências dos países importadores são elevadas e, por isso, são muitas as barreiras técnicas e sanitárias impostas à exportação.

Este trabalho se diferencia pela região exportadora selecionada e por se valer de formas comumente adotadas para mensurar a competitividade proposta, aproximando-se de Bampi et al. (2016) e Dilly et al. (2017) quanto à teoria e a pesquisas prévias em torno do milho especificamente e de Favaretto et al. (2018) e Bender et al. (2019) em relação aos métodos e cálculos dos índices.

## Procedimentos metodológicos

Os índices de vantagem comparativa revelada (*IVCR*), orientação regional (*IOR*), Grubel-Lloyd (*GL*), além do grau de abertura comercial do município (*GA*) e do coeficiente de dependência das importações (*CDI*), foram adotados em vários estudos semelhantes: Silva et al. (2011), Bampi et al. (2016), Sossa (2018) e Silva (2019), entre outros. Segundo os autores, os índices, de maneira isolada, exibem modesta força explicativa, mas, quando relacionados, eliminam falhas inerentes a um ou outro indicador.

### Índice de vantagem comparativa revelada

Inicialmente apresentado por Balassa (1965), com base no modelo ricardiano de vantagens comparativas, o *IVCR* mede a eficiência de produção e a intensidade de especialização no comércio internacional de determinada re-

gião em comparação a outras regiões. Segundo Trindade & Beppler (2020), quanto maior o foco na comparação de um produto específico, em vez de uma gama de produtos, maior também será a credibilidade do índice, principalmente em relação a produtos agrícolas de grande participação nas exportações da região, que são os principais alvos de subsídios e barreiras técnicas, sanitárias e tarifárias.

O *IVCR* é representado por

$$IVCR_{ij} = (X_{ij}/X_i)/(X_{zj}/X_z) \quad (1)$$

em que  $X_{ij}$  é o valor das exportações da região  $i$  (Patos de Minas) do produto  $j$  (milho);  $X_i$  é o valor total das exportações da região  $i$  (Patos de Minas);  $X_{zj}$  é o valor das exportações da região  $z$  (Minas Gerais) do produto  $j$  (milho); e  $X_z$  é o valor total das exportações da região  $z$  (Minas Gerais).

O *IVCR* mostra a existência, ou não, de vantagem comparativa revelada por meio da razão entre o percentual de participação das exportações de milho e as exportações totais de ambas as regiões analisadas – Patos de Minas e Minas Gerais, nesse caso. Se  $IVCR > 1$ , então o município apresenta vantagem comparativa revelada em relação ao estado; se  $IVCR < 1$ , então não há vantagem comparativa revelada; se  $IVCR = 1$ , isso mostra um ponto de equilíbrio no comércio. Por fim, há que se destacar que o *IVCR* é um índice que tende ao infinito, ou seja, quanto maior seu valor, maior será a vantagem da região estudada.

### Índice de orientação regional

O *IOR* foi proposto por Yeats (1997) para identificar os fluxos comerciais nas regiões analisadas. O autor salienta que o índice se mostra efetivo quando analisado através de períodos, pois, desse modo, ele fornece informações importantes sobre eventuais mudanças nos padrões de comércio. Neste trabalho, de modo a identificar o direcionamento das exportações patenses de milho, o Mercosul foi escolhido como ponto de referência. A opção foi feita com base em Vasconcelos (2003) e Amann et al. (2016), que

concluíram que a participação do Brasil no bloco fez crescer de maneira exponencial o intercâmbio de produtos entre os membros, que avança cada vez mais com a evolução da especialização da produção e a liberalização comercial intra-bloco. O *IOR* é expresso por

$$IOR_j = (X_{rj}/X_{rt})/(X_{oj}/X_{ot}) \quad (2)$$

em que  $X_{rj}$  é o valor das exportações do produto  $j$  (milho) para a região  $r$  (Mercosul);  $X_{rt}$  é o valor total das exportações para a região  $r$  (Mercosul);  $X_{oj}$  é o valor das exportações do produto  $j$  (milho) para fora da região  $r$  (Mercosul) ou região  $o$ ; e  $X_{ot}$  é o valor total das exportações para fora da região  $r$  (Mercosul) ou região  $o$ .

Se  $IOR > 1$ , isso mostra tendência de exportação para países do bloco. Já  $IOR < 1$  indica exportações para fora do bloco. O equilíbrio entre exportações intra e extrabloco ocorre quando  $IOR = 1$ .

### Índice Grubel-Lloyd

O índice *GL* foi estabelecido quando Grubel & Lloyd (1975) notaram a importância de se analisar os tipos de trocas comerciais internacionais entre regiões. Eles observaram que uma região, em certos casos, poderia importar um produto mesmo que este possuísse vantagem comparativa e, assim, desenvolveram os cálculos do comércio intraindustrial, representados por

$$GL_{ij} = 1 - [|X_{ij} - M_{ij}| / X_{ij} + M_{ij}] \quad (3)$$

em que  $X_{ij}$  é o valor das exportações da região  $i$  (Patos de Minas) do produto  $j$  (milho), e  $M_{ij}$  é o valor das importações da região  $i$  (Patos de Minas) do produto  $j$  (milho).

O valor do índice *GL* está no intervalo entre 0 e 1. Com isso, Grubel & Lloyd (1975) estabeleceram um critério para classificar o índice. De acordo com os autores, se  $GL < 0,5$ , então ocorre o comércio interindustrial, ou seja, as trocas entre os países ou regiões se verificam entre diferentes produtos e segmentos; quando  $GL > 0,5$ , isso indica a ocorrência do comércio

intraindustrial, ou seja, há certo equilíbrio entre as exportações e as importações do setor ou produto estudado.

### Grau de abertura comercial

O *GA* expressa o quanto uma região está aberta ao comércio internacional. Segundo Silva (2019), diversos fatores políticos e econômicos contribuem para um país ser mais (ou menos) inclinado às relações internacionais – seu perfil tarifário, diretamente influenciado pela balança comercial histórica e pelas medidas de proteção aplicadas a diferentes produtos; acordos preferenciais de comércio; e influências dos blocos econômicos dos quais o país participa, por exemplo. A autora ressalta que a abertura comercial de sub-regiões de um país, como estados e municípios, está diretamente ligada ao nível de abertura da nação. O *GA*, uma variante da fórmula que compara a corrente de comércio ( $X + M$ ) com o PIB, sem dividi-la pela metade (Silva et al., 2011), é dado por

$$GA = 1/2 (X_i + M_i)/PIB_i \quad (4)$$

em que  $X_i$  é o valor total das exportações da região  $i$  (Patos de Minas);  $M_i$  é o valor total das importações da região  $i$  (Patos de Minas); e  $PIB_i$  é o valor do PIB da região  $i$  (Patos de Minas).

A fórmula mostra o quanto uma economia está voltada ao comércio internacional. Por isso, quanto maior o resultado, mais intensas são as relações comerciais. Silva et al. (2011) destacam que essa medida tem sentido relativo, e não absoluto, e, portanto, deve ser indicada em valor percentual.

### Coefficiente de dependência das importações

Ao contrário do *GA*, o *CDI* representa, em termos absolutos, a dimensão do intercâmbio internacional de um país ou região, num determinado ano ou período. Ele funciona como uma medida primária para comparar o volume de comércio da região considerada ao longo do tem-

po; contudo, a comparação com outras regiões também é exequível (Veit & Coronel, 2018). O *CDI* é expresso por

$$CDI = M_i/PIB_i \quad (5)$$

em que  $M_i$  é o valor total das importações da região  $i$  (Patos de Minas), e  $PIB_i$  é o valor do PIB da região  $i$  (Patos de Minas).

O indicador sinaliza o quão importante foram as importações na composição do PIB da região examinada durante a série temporal proposta. Consequentemente, quanto maior o resultado, mais dependente das importações é a região.

### Fontes de dados

Os dados sobre o comércio internacional de milho – exportações (US\$), importações (US\$) e principais destinos por parte de Patos de Minas e de Minas Gerais – foram obtidos do Sistema para Consulta e Extração de Dados do Comércio Exterior Brasileiro<sup>6</sup> (Comex Stat) (Brasil, 2021). Para a identificação do produto milho, utilizou-se o código 1005, de acordo com o sistema harmonizado de 4 dígitos (SH4). Os dados referentes ao produto interno bruto do Município de Patos de Minas foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), em reais e convertidos para dólares americanos pelo conversor do Banco Central do Brasil (Bacen, 2021).

## Competitividade das exportações de milho de Patos de Minas

A análise dos resultados baseou-se na pesquisa das vantagens comparativas reveladas das exportações de milho do Município de Patos de Minas em relação a Minas Gerais; da orientação regional dessas exportações para o Mercosul; e do padrão comercial do município, ou seja, sua

abertura ao comércio internacional e dependência de importações.

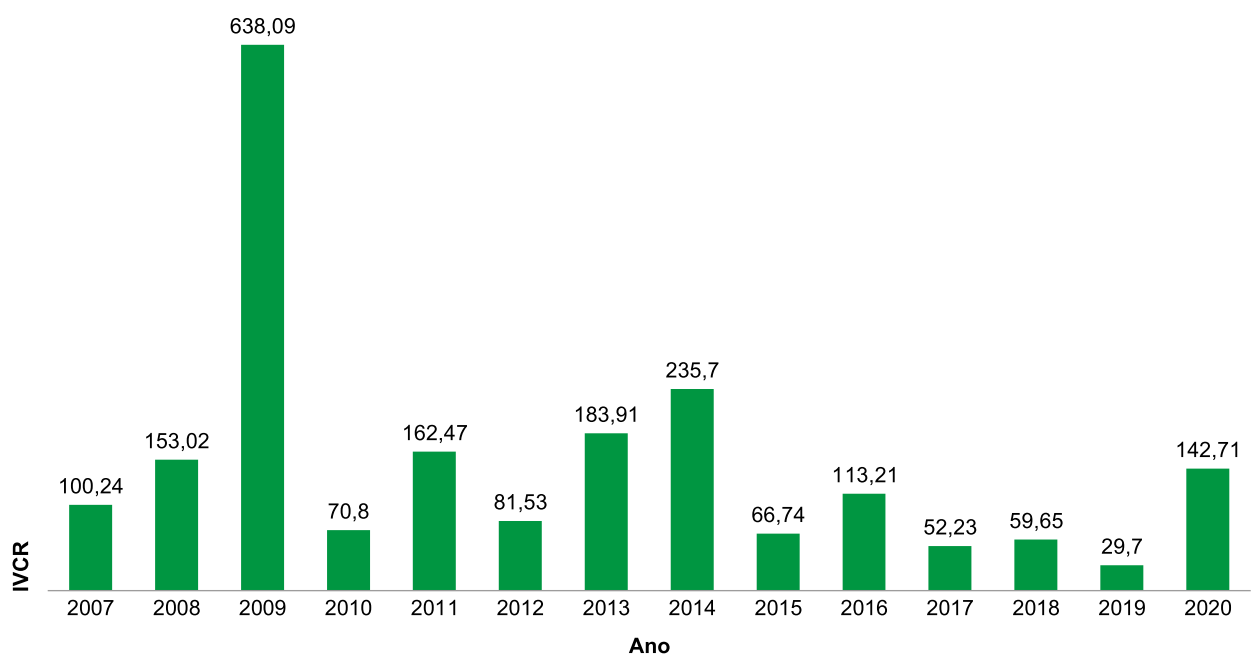
Na Figura 3, que mostra o comportamento do *IVCR* das exportações patenses de milho em 2007–2020, o indicador superou expressivamente a unidade em todo o período analisado, o que revela elevada vantagem comparativa das exportações de milho patense em relação a Minas Gerais.

Apesar das variações anuais significativas, Patos de Minas apresentou vantagem comparativa revelada no comércio externo de milho em todo o período, com valores extremos de 29,7 e 638,09 em 2019 e 2009, respectivamente. No geral, as oscilações podem estar relacionadas à alternância do enfoque produtivo no município entre as culturas de milho, café e soja (IBGE, 2020). Isso contribui para a diversificação da produção local e, conseqüentemente, para recuos/aumentos das parcelas de milho da pauta exportadora patense.

Vale destacar o *IVCR* de 2009, muito acima dos demais, possivelmente constituído por implicações decorrentes da crise de desabastecimento de alimentos no mercado internacional em 2007 e 2008. Essa recessão afetou a produção e os estoques mundiais de diversos grãos, entre eles o milho. Segundo Ferreira & Capitani (2017), o Brasil e, por consequência, seus estados e municípios, já num período de crescimento agrícola, incentivaram a produção e a exportação nesse ramo, destacando-se como uma alternativa no comércio internacional.

Grosso modo, o *IVCR* mostrou que Patos de Minas possui vantagem comparativa na exportação de milho em relação a Minas Gerais em 2007–2020. As variações verificadas na Figura 3 incorporam as mais variadas potencialidades do município analisado, como sua capacidade produtiva, força de trabalho, questões climáticas e expertise adquirida com seus fluxos comerciais destinados ao estrangeiro. O índice, entretanto,

<sup>6</sup> O Comex Stat é um sistema para consultas e obtenção de dados do comércio externo brasileiro. São disponibilizados, mensalmente, os dados detalhados das exportações e importações brasileiras, baseados na declaração dos exportadores e importadores (Brasil, 2021).



**Figura 3.** Patos de Minas, MG – IVCR das exportações de milho em 2007 e 2020.

Fonte: elaborado com dados do Brasil (2021).

não estabelece para onde as exportações patenses de milho são orientadas. A Tabela 4 mostra os resultados para o *IOR*, que analisa se as exportações de milho de Patos de Minas são voltadas aos membros do Mercosul.

Nota-se que o índice supera a unidade em todo o período, ou seja, o comércio externo do milho patense foi orientado ao mercado mercosulista. De fato, na Tabela 3 os principais importadores de milho de Patos de Minas são países latino-americanos, sobretudo os do Mercosul, com destaque para o Paraguai.

Destaca-se o resultado para 2007, representado por uma divisão por zero. Como o índice varia de zero ao infinito, esse resultado indica o "infinito" da situação observada, ou seja, o todo. Em resumo, isso significa que as exportações de milho em 2007 foram destinadas, em sua totalidade, para o Mercosul. Como esperado, o resultado do *IOR* em relação ao resto do mundo foi igual a zero para o mesmo ano, validando o achado. Além disso, a Tabela 3 confirma esse resultado: todo o milho exportado por Patos de Minas em 2007 destinou-se ao Paraguai.

**Tabela 4.** Patos de Minas, MG – *IOR* do milho em 2007–2020.

Ano	<i>IOR</i> Mercosul	<i>IOR</i> Resto do mundo
2007	∞	0,00
2008	5,49	0,18
2009	1,26	0,79
2010	4,94	0,20
2011	3,56	0,28
2012	5,94	0,17
2013	5,84	0,17
2014	3,06	0,33
2015	3,58	0,28
2016	3,85	0,26
2017	4,31	0,23
2018	2,71	0,37
2019	5,40	0,19
2020	12,99	0,08

Fonte: elaborado com dados do Comex Stat (Brasil, 2021).

O menor valor para o índice em relação ao Mercosul (1,26 em 2009) salienta a observação de Ferreira & Capitani (2017) de que o Brasil se



transformou em uma alternativa ao comércio internacional de commodities, como o milho, por causa da crise americana em 2008/2009. Assim, ao mesmo tempo que o *IVCR* do produto cresceu naquele período, seu direcionamento para outros países e regiões para além do Mercosul acompanhou de certa forma o aumento – o *IOR* atingiu o maior valor para o resto do mundo (0,79) em 2009.

De modo geral, a variação do índice se manteve equilibrada no período, com tendência exportadora para o Mercosul. Essa orientação pode ser compreendida por diversos fatores – de tarifários até geográficos – que favorecem os ganhos de competitividade do milho patense.

Destaca-se também o *IOR* Mercosul em 2020 (12,99). O valor, de acordo com a Agência Safras (2020), pode ser explicado por uma série de questões climáticas, como chuvas favoráveis na região mineira e, ao mesmo tempo, precipitações irregulares no sul dos países sul-americanos, que exigiram que os países do Mercosul recorressem ao milho brasileiro.

A Tabela 5 mostra os resultados para os outros três indicadores (*GL*, *GA* e *CDI*).

O indicador *GL* mensura se o comércio da região analisada é do tipo interindustrial ou intraindustrial, ou seja, se as trocas comerciais de Patos de Minas ocorrem entre produtos diferentes ou se a cidade exporta e importa um mesmo produto, no caso, o milho. O valor igual a zero para todo o período significa que o município não importa milho, ou seja, o tipo de comércio é puramente interindustrial. Situações desse tipo, segundo Silva (2019), não são tão comuns para produtos agrícolas, passíveis de sazonalidades. Patos de Minas, porém, conseguiu produzir milho o suficiente para exportar e atender ao mercado interno sem a necessidade de importar o grão. Outro aspecto que reduz a dependência de importações do milho pelo município é a possibilidade de estocagem da commodity, que acaba por "contornar" a questão da sazonalidade.

O grau de abertura comercial de um município é diretamente influenciado pela abertura comercial do estado e do país. Logo, a tendên-

**Tabela 5.** Patos de Minas, MG – Índice de comércio interindustrial, grau de abertura comercial e coeficiente de dependência das importações referentes ao milho em 2007–2020<sup>(1)</sup>.

Ano	GL	GA (%)	CDI
2007	0,00	0,89	0,0111
2008	0,00	1,72	0,0286
2009	0,00	0,46	0,0061
2010	0,00	0,65	0,0076
2011	0,00	1,41	0,0166
2012	0,00	1,72	0,0212
2013	0,00	2,74	0,0428
2014	0,00	2,96	0,0391
2015	0,00	2,75	0,0305
2016	0,00	1,80	0,0172
2017	0,00	1,97	0,0230
2018	0,00	1,89	0,0240
2019	0,00	-	-
2020	0,00	-	-

<sup>(1)</sup> Os resultados para os indicadores GA e CDI são reportados para 2007–2018. A fórmula para o cálculo do GA faz uso do PIB de Patos de Minas. O PIB de 2018 do município, como o de todos os demais municípios da federação, foi publicado apenas em 2020, pelo IBGE.

Fonte: elaborado a partir de dados do Comex Stat (Brasil, 2021).

cia, de acordo com Silva (2019), é que um município, analisado de maneira isolada, não exiba altos valores de abertura comercial, pois ele não é o único responsável pelas trocas comerciais do estado, menos ainda do país, e isso pode ser observado na Tabela 5 entre 2007 e 2018. Os valores de *GA* não são expressivos quanto à abertura comercial de Patos de Minas, o que faz dela uma cidade relativamente fechada ao comércio internacional.

A título de comparação, o Brasil, numa pesquisa de 2017 do Banco Mundial em 188 nações, com a mesma métrica deste estudo, exibiu um grau de abertura comercial de 22%, índice relativamente baixo, já que a média mundial foi de 45,19%. As principais explicações da pesquisa para tal resultado foram as políticas públicas demasiadamente protecionistas, os altos níveis tarifários nacionais e a estagnação tecnológica de inovações (Von Doellinger, 2019).

Quanto ao *CDI*, a Tabela 5 mostra valores muito baixos, próximos de zero, indicativo de que o município, praticamente, não depende das importações. Já que o índice mensura a participação das importações de Patos de Minas sobre seu nível de produto, imagina-se que valores iguais à unidade indicariam que a totalidade do PIB do município seria resultado, puramente, de suas importações. No entanto, os resultados próximos de zero mostram justamente o contrário, ou seja, que as importações feitas pelo município representam pouco em relação ao seu nível total de produto. Mais claramente, outros aspectos constituintes do produto agregado de Patos de Minas, como consumo, investimentos e gastos públicos, provavelmente representam fatia muito superior àquela oriunda das exportações líquidas do município.

Por causa de particularidades de cada município produtor e exportador de milho, como oferta de mão de obra, disponibilidade hídrica e a área para plantio, a comparação dos resultados alcançados neste estudo com outros trabalhos se torna desafiadora. Bampi et al. (2016), apesar de investigarem a competitividade das exportações de milho, fornecem uma análise agregada do comércio externo brasileiro destinado à União Europeia que não captura as especificidades de cada unidade federativa ou município brasileiros. Esses autores verificaram, como Dilly et al. (2017), que o Brasil não apresentou vantagem comparativa nas exportações de milho em 2000–2014, o que vai de encontro aos resultados deste trabalho. Entretanto, destaca-se que mesmo mediante a eventual inexistência de vantagem comparativa numa escala mais abrangente (Brasil em relação ao mundo), a condução de investigações em nível municipal ou regional pode encontrar resultados dissimilares.

## Considerações finais

Este trabalho verificou os níveis de competitividade das exportações de milho de Patos de Minas, MG, em 2007–2020, com o uso dos índices de vantagem comparativa revelada,

orientação regional, Grubel-Lloyd (ou comércio intraindustrial), o grau de abertura comercial e o coeficiente de dependência das importações do município.

O *IVCR* mostrou que as exportações patenses de milho exibem alta vantagem comparativa em todo o período analisado. Apesar de não figurar entre as cinco cidades que mais exportam o grão em Minas Gerais, a "capital nacional do milho" se mostrou consideravelmente competitiva no comércio internacional da commodity. Isso se deve possivelmente às condições climáticas, de solo e históricas da região. Quanto ao *IOR*, houve tendência de exportações para os países do Mercosul, evidenciando a facilidade de comércio gerada por acordos desse tipo, indo na direção oposta das exportações de milho realizadas pelo Brasil como um todo, cujos principais destinos são países da Ásia e do Oriente Médio.

O indicador *GL* revelou o tipo de comércio completamente interindustrial para todo o período analisado. Desse modo, Patos de Minas apresentou total independência de importações de milho para suprir possíveis faltas causadas pelas exportações ou por qualquer tipo de situação que possa afetar a produção do município. Já o *GA* mostrou que Patos de Minas não possui um comércio tão aberto ao mercado internacional, pois o município seguiu, proporcionalmente, o resultado notado para o Brasil, considerado fechado em comparação com outras economias, por suas diversas medidas protecionistas. Por fim, o *CDI* revelou que Patos de Minas não depende das importações para desenvolver suas atividades, o que é claramente observável pela baixa participação do volume de importação sobre o nível agregado de produto do município no período.

Em suma, a pesquisa reúne informações que, conjuntamente, mostram a competitividade das exportações de milho oriundas do município de Patos de Minas. Os resultados trazem aos formuladores de políticas elementos interessantes para a condução de medidas mais alinhadas com o crescimento e o desenvolvimento econômico do município e de Minas Gerais.

O conhecimento dos ganhos de competitividade do milho ao longo do tempo, dos principais parceiros e destinos das exportações patenses e da representatividade das importações sobre o PIB do município, por exemplo, pode servir para o direcionamento de políticas agrícolas e de comércio mais voltadas aos interesses dos órgãos competentes.

Como limitações, destaca-se que os indicadores empregados neste trabalho descon sideram distorções em fatores econômicos, como variações no consumo interno, condições climáticas e subsídios. Os índices de competitividade usados consideram os fluxos de comércio agregados, mas não isoladamente. Pesquisas como esta têm potencial para, num cenário próximo, mensurar os possíveis efeitos causados pela pandemia do novo coronavírus sobre a competitividade das exportações das mais diversas regiões e produtos.

## Referências

- AGÊNCIA SAFRAS. **Milho**: plantio de verão é concluído em Patos de Minas (MG). 2020. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/radar/milho-plantio-de-verao-e-concluido-em-patos-de-minas-mg>>. Acesso em: 13 maio 2021.
- AMANN, J.C.; STONA, F.; GEWEHR, A.C. Comércio intraindustrial brasileiro com países desenvolvidos e em desenvolvimento: análise do período 1997-2013. **Revista de Economia**, v.42, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/re.v42i1.40002>.
- BACEN. Banco Central do Brasil. **Conversor de Moedas**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/conversao>>. Acesso em: 26 maio 2021.
- BALASSA, B. Trade liberalisation and “revealed” comparative advantage. **The Manchester School**, v.33, p.99-123, 1965. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x>.
- BAMPI, S.L.; PAULA, C.V. de; ZILLI, J.B. A competitividade das exportações de milho do Brasil para a União Europeia no período de 2000 a 2014. **Tiempo y Economía**, v.3, p.115-136, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21789/24222704.1130>.
- BENDER, M.; SCHWERTNER, J.J.G.; CORONEL, D.A. Competitividade das exportações brasileiras de carne de frango: uma análise empírica. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, p.1-13, septiembre 2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**: Exportações e Importação de Municipais. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/municipio>>. Acesso em: 22 out. 2021.

CABAUGH, R.J. **Economia internacional**. São Paulo: Cengage, 2004.

DE BENEDICTIS, L. Three decades of Italian comparative advantages. **The World Economy**, v.28, p.1679-1709, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2005.00752.x>.

DEARDORFF, A.V. How robust is comparative advantage? **Review of International Economics**, v.13, p.1004-1016, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2005.00552.x>.

DILLY, R.F.; MASSUQUETI, A.; FREITAS, G. da S.; FERNANDES, J. de J. Exportações mundiais de milho: um estudo da competitividade e do grau de concentração do Brasil e dos Estados Unidos da América (EUA) no período 2000/2014. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v.11, p.1-19, 2017.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (SITE-MLog)**. Campinas, 2020. Disponível em: <[www.embrapa.br/macrologistica](http://www.embrapa.br/macrologistica)>. Acesso em: 23 nov. 2020.

FAVARETTO, J.; GELATTI, E.; CORONEL, D.A. Competitividade das exportações brasileiras de carne suína (1999-2017). **Revista UNEMAT de Contabilidade**, v.7, p.155-169, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30681/ruc.v7i14.3288>.

FERREIRA, B.; CAPITANI, D.H.D. Competitividade do milho brasileiro no mercado internacional. **Revista de Política Agrícola**, ano26, p.86-99, 2017.

GRUBEL, H.G.; LLOYD, P.J. **Intra-Industry Trade**: the theory and the measurement of international trade in differentiated products. London: Macmillan, 1975.

HECKSCHER, E.F.; OHLIN, B.; FLAM, H.; FLANDERS, M.J. **Heckscher-Ohlin trade theory**. Cambridge: MIT Press, 1991.

HELPMAN, E.; KRUGMAN, P. **Market Structure and International Trade**. Cambridge: MIT Press, 1985.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Patos de Minas**: Produção Agrícola – Lavoura Permanente. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/patos-de-minas/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 22 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola – Lavoura Temporária**. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/patos-de-minas/pesquisa/14/10193?indicador=10354&a>>

no=2020&localidade1=31&tipo=ranking>. Acesso em: 8 fev. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Rio de Janeiro, 2019.

KRUGMAN, P.; OBSTFELD, M.; MERLITZ, M.J. **Economia Internacional**. 10.ed. São Paulo: Pearson, 2015.

MERCOSUL. **Países do Mercosul**. 2021. Disponível em: <<https://www.mercosur.int/pt-br/quem-somos/paises-do-mercocul/>>. Acesso em: 9 out. 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Milho**. Belo Horizonte: Governo de Minas Gerais, 2020. 25 slides, color.

RICARDO, D. **On the Principles of Political Economy and Taxation**. London: John Murray, 1817.

SILVA, D.M. da. **Pernambuco e o comércio exterior: uma análise da abertura comercial no período de 2008 a 2018**. 2019. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, M.G. da; LIMA, D.J.P.; XAVIER, C.L. Comércio internacional e especialização tecnológica dos BRICS entre os anos de 2000-2010. **Revista Economia Ensaios**, v.25, p.53-70, 2011.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. 2.ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

SOSSA, C.O. **A competitividade das exportações do Benin no comércio internacional 2006-2017**. 2018. 127p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

TRINDADE, C.S. da; BEPLER, L.S. Análise das vantagens comparativas e orientação regional das exportações do tabaco brasileiro entre 2006 e 2016. **Revista Estudo & Debate**, v.27, p.83-98, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v27i1a2020.2306>.

VASCONCELOS, C.R.F. O comércio Brasil-Mercosul na década de 90: uma análise pela ótica do comércio intra-indústria. **Revista Brasileira de Economia**, v.57, p.283-313, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402003000100012>.

VEIT, M.F.; CORONEL, D.A. Análise das importações do setor farmacêutico brasileiro. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, p.1-10, febrero 2018.

VON DOELLINGER, C. **Os desafios da “abertura da economia” brasileira**. 2019. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/os-desafios-da-abertura-da-economia-brasileira>>. Acesso em: 13 maio 2021.

YEATS, A. **Does Mercosur’s trade performance raise concerns about the effects of regional trade arrangements?** Washington: World Bank, 1997. (Policy Research Working Paper, 1729).

ZIN, R.A. Pequenas empresas podem ser competitivas no mercado internacional? **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.10, p.264-287, 2014.

# Assimetria na transmissão de preços na cadeia do arroz no Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

Henrique dos Santos Maxir<sup>2</sup>  
Roberta Rodrigues Salvini<sup>3</sup>  
Sérgio Roberto Gomes dos Santos Júnior<sup>4</sup>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi investigar a presença de assimetria nas transmissões de preços do arroz no Rio Grande do Sul, ao longo dos estágios de produção e de distribuição. A análise compreendeu o período de janeiro de 1998 a agosto de 2020 e foi realizada por meio de uma abordagem de modelos de correção de erros com cointegração threshold. A partir dessa análise, obteve-se evidência de assimetria nos repasses de preços, ao longo da cadeia de oferta do arroz, no curto prazo. Observou-se que os acréscimos são transmitidos com maior intensidade do que os decréscimos nos preços. Portanto, tais evidências apontam para uma ineficiência no mercado em questão.

**Palavras-chave:** cointegração threshold, rizicultura, transmissão assimétrica de preços.

## Asymmetry in price transmission in the rice chain in Rio Grande do Sul

**Abstract** – This work aimed to investigate the presence of asymmetry in the price transmissions of rice in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, throughout the production and distribution stages. The analysis was performed for the period from January 1998 to August 2020, using the threshold cointegration error-correction models approach. From this analysis, the evidence of asymmetry was obtained in the transfer of prices along the supply chain of rice in the short term. It was observed that additions are transmitted with greater intensity in view of price decreases. Therefore, these evidences indicate inefficiencies in the analyzed market.

**Keywords:** threshold cointegration, riziculture, asymmetric price transmission.

## Introdução

O arroz é um dos principais componentes da alimentação de grupos populacionais em di-

versas partes do mundo e assume papel relevante na dieta básica dos brasileiros. Alterações nos preços, como os acréscimos verificados em perío-

<sup>1</sup> Original recebido em 23/4/2021 e aprovado em 16/2/2022.

<sup>2</sup> Assessor da Diretoria de Política Agrícola e Informações (Dipai) da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). E-mail: henriquemaxir@alumni.usp.br

<sup>3</sup> Doutora em Economia Aplicada. E-mail: salvini.roberta@gmail.com

<sup>4</sup> Gerente de Inteligência, Análise Econômica e Projetos Especiais (Geiap) da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). E-mail: sergio.santos@conab.gov.br

dos recentes, chamam a atenção e têm impacto direto sobre o poder de compra da população. A estagnação produtiva brasileira – levando-se em consideração que a maior parte do arroz consumido internamente tem procedência nacional –, em conjunto com a expansão das exportações, provoca pressão do lado da demanda, o que ajuda a explicar a alta recente dos preços. Além disso, a pandemia de Covid-19 e os programas emergenciais, que agora visam reforçar o estoque alimentar, contribuem para mudanças nos hábitos de consumo (Nonnemberg et al., 2020). No entanto, a percepção de consumidores e do governo é a de que elevações de preços perpassam a cadeia de oferta de produtos agrícolas de modo mais intenso do que as reduções. Desse modo, é preciso compreender se a cadeia de comercialização do arroz reage igualmente a decréscimos e a acréscimos dos preços nos elos a montante.

Segundo Meyer & Cramon-Taubadel (2004), nos últimos anos, especial atenção tem sido dada ao que se convencionou chamar de processo de transmissão de preços assimétrico, no qual o mecanismo de transferência entre diferentes segmentos de uma cadeia de mercado difere, conforme os preços aumentem ou diminuam. Esse comportamento pode decorrer de uma falha de mercado e representar uma redistribuição de bem-estar entre os agentes envolvidos nas negociações (produtores e consumidores) ou mesmo perdas de bem-estar líquidas associadas. Entre as causas propostas para tal mecanismo, estão: i) o poder de mercado decorrente de estruturas de mercado não competitivas; ii) custos de menu, provenientes das diferenças de custos para ajustes positivos e negativos dos preços no mercado; iii) gestão de estoque, que pode ser elevado em momentos de baixa demanda (postergando redução de preços) – em situações de alta na demanda, os preços sobem; iv) e causas diversas, como a intervenção política no setor e a assimetria de informação entre concorrentes.

Grande preocupação quanto a esse tema tem sido direcionada aos mercados agrícolas, o que não é diferente para a cadeia de oferta do arroz. Conforme a Tabela 1, diversos estudos investigaram a assimetria nas transmissões de preços para o arroz em diferentes mercados no mundo. Em todos eles, alguma evidência de assimetria foi obtida. Desse modo, depreende-se que a assimetria pode ser tida como regra – e não exceção – e, por causa dos possíveis danos associados, ela deve ser constantemente investigada.

Para o Brasil, destaca-se o estudo de Zanin et al. (2020), que investigou a presença de assimetrias de preços ao longo dos estágios de produção e de distribuição do arroz, especificamente para o Rio Grande do Sul. O objetivo foi avaliar, além da presença de assimetria, a influência da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM) sobre tal mecanismo. A PGPM procura garantir uma renda mínima para os produtores em momentos de queda acentuada dos preços de mercado. O preço mínimo oficial atua como um indicador da possível intervenção do Estado no setor, por diferentes instrumentos, por meio dos quais o governo pode: i) comprar diretamente a produção e estocá-la; ii) lançar ou estimular o setor privado a criar opções de compra; ou iii) oferecer subsídios para o direcionamento do produto para mercados regionais deficitários. Todavia, a direção do impacto de tal política sobre os preços ainda é ambígua. De um lado, pode-se esperar que os agentes antevejam uma intervenção do governo em casos de reduções de preços, dando a elas um aspecto de temporalidade, o que não ocorre em caso de acréscimos, resultando, assim, em assimetria positiva<sup>5</sup>. De outro, produtores podem se ver tentados a incorporar com maior intensidade decréscimos nos preços, no sentido de angariar recursos, como os provenientes de subsídios ao setor, reproduzindo, dessa forma, a assimetria negativa.

De todo modo, os resultados de Zanin et al. (2020) foram contundentes: constatou-se

<sup>5</sup> Quando o preço do produto responde com maior intensidade a um aumento do preço do insumo do que a um decréscimo nessa variável, identifica-se a assimetria positiva; caso contrário, se o preço do produto responder de maneira mais intensa a uma redução do preço do insumo, a assimetria é negativa (Peltzman, 2000).

**Tabela 1.** Estudos empíricos sobre a assimetria na transmissão de preços nos mercados de arroz.

Referência	Estágio	Período	Local	Frequência dos dados	Econometria	Evidência
Aguiar & Figueiredo (2011)	Produtor - Atacado Atacado - Varejo	1989–2008	Brasil (SP)	Mensal	ECM assimétrico	Assimetria
Alam et al. (2016)	Atacado - Varejo	2002–2007	Bangladesh	Mensal	ECM assimétrico	Assimetria
Chen & Saghaian (2016)	Preços nominais Tailândia, Vietnã e Estados Unidos	2000–2013	Tailândia, Vietnã e Estados Unidos	Mensal	TVECM	Assimetria
Chou & Lin (2019)	Produtor - Varejo	2006–2015	Taiwan	Semanal	Cointegração TAR/MTAR	Assimetria
Darbandi (2018)	Atacado - Varejo	2008–2015	Nicarágua	Mensal	ARDL	Assimetria
Deb et al. (2020)	Produtor – Atacado Atacado – Varejo	2006–2017	Bangladesh	Mensal	ECM assimétrico/ cointegração TAR/MTAR	Assimetria
Fiamohe et al. (2013)	Malanville – Parakou Segou Centre – Bamako	2000–2010	Benin e Mali	Mensal	Cointegração TAR/MTAR	Assimetria (Benin) Simetria (Mali)
Morale Gedara et al. (2016)	Atacado – Varejo	2005–2011	Sri Lanka	Semanal	Cointegração TAR/MTAR	Assimetria
Ghoshray (2008)	Exportação Tailândia – Exportação Vietnã	1997–2006	Tailândia e Vietnã	Mensal	Cointegração TAR/MTAR	Assimetria
Jezezhani et al. (2011)	Produtor – Atacado Atacado – Varejo Produtor – Varejo	2000–2009	Irã	Mensal	ECM assimétrico	Assimetria
Otoo (2012)	Importado – Nacional	2000–2011	Burkina Faso	Mensal	Cointegração TAR/MTAR	Assimetria
Zanin et al. (2020)	Produtor – Indústria Indústria – Varejo Produtor – Varejo	2003–2018	Brasil (RS)	Mensal	ECM assimétrico	Assimetria

Notas: ECM – error correction model; TVECM – threshold vector error correction model; TAR – threshold autoregressive; MTAR – momentum threshold autoregressive; ARDL – autoregressive distributed lag.

assimetria positiva em diferentes segmentos da cadeia analisada, especialmente para o elo produtor-indústria. Além disso, segmentou-se a amostra para períodos em que os preços estavam acima ou abaixo do preço mínimo. A assimetria permaneceu em ambas as situações, com assimetria negativa em alguns estágios para preços abaixo do preço mínimo. Logo, a política de preços mínimos pode atuar como fonte para a assimetria verificada, mas não é a única.

Contudo, deve-se reforçar que, em caso de assimetria nos ajustes de preços, os testes padrão para cointegração e suas extensões (como os utilizados por Zanin et al., 2020) são mal especificados (Enders & Siklos, 2001). A literatura reconhece o potencial de ajustes do tipo threshold no contexto de modelos de correção de erros para contornar tal inconveniente (Ghoshray, 2008). Nesse sentido, observa-se que, até onde se tem ciência, essa abordagem, muito empregada pe-

los referencias teóricos, nunca foi empenhada em um estudo dessa natureza, voltado ao mercado de arroz no Brasil, fato digno de atenção.

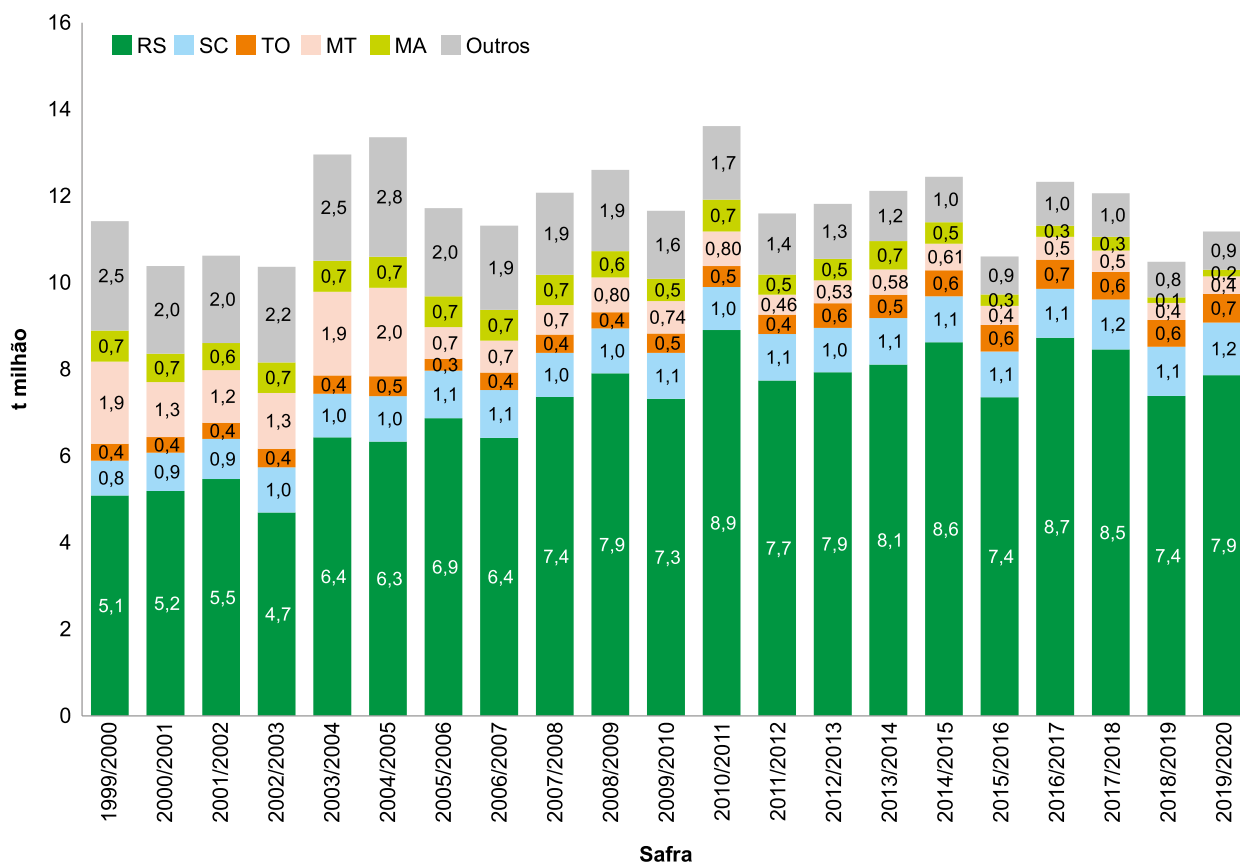
O objetivo deste trabalho foi identificar a existência de assimetria na transmissão de preços ao longo da cadeia de oferta (entre produtor e atacado e entre atacado e varejo) do arroz no Rio Grande do Sul. A análise compreende os meses de janeiro de 1998 a agosto de 2020 e faz uso da abordagem de modelos de correção de erros com cointegração threshold.

Acresce dizer que estudos acerca dos links de preços entre diferentes níveis de mercado visam auxiliar os *policy makers* na avaliação dos potenciais impactos de políticas agrícolas sobre produtores e consumidores (Darbandi, 2018), em especial para um produto como o arroz, de destaque na cesta de consumo do brasileiro. A escolha pelo Rio Grande do Sul decorre do fato

de o estado ser o maior produtor brasileiro de arroz. Além disso, acredita-se que uma análise dessa natureza dê suporte para que órgãos públicos corrijam falhas de mercado caso a assimetria seja confirmada.

## O setor de arroz no Brasil

A oferta brasileira de arroz tem permanecido próxima da estabilidade nas últimas duas décadas. De acordo com a Conab (2021), a produção de arroz foi de 11,4 milhões de toneladas na safra 1999/2000 e de 11,2 milhões de toneladas em 2019/2020, decréscimo de 2,1%. O recorde histórico de produção ocorreu em 2010/2011, com 13,6 milhões de toneladas (Figura 1). Porém, a composição dos estados produtores mudou significativamente. A adoção de novas tecnologias e a substituição entre dife-



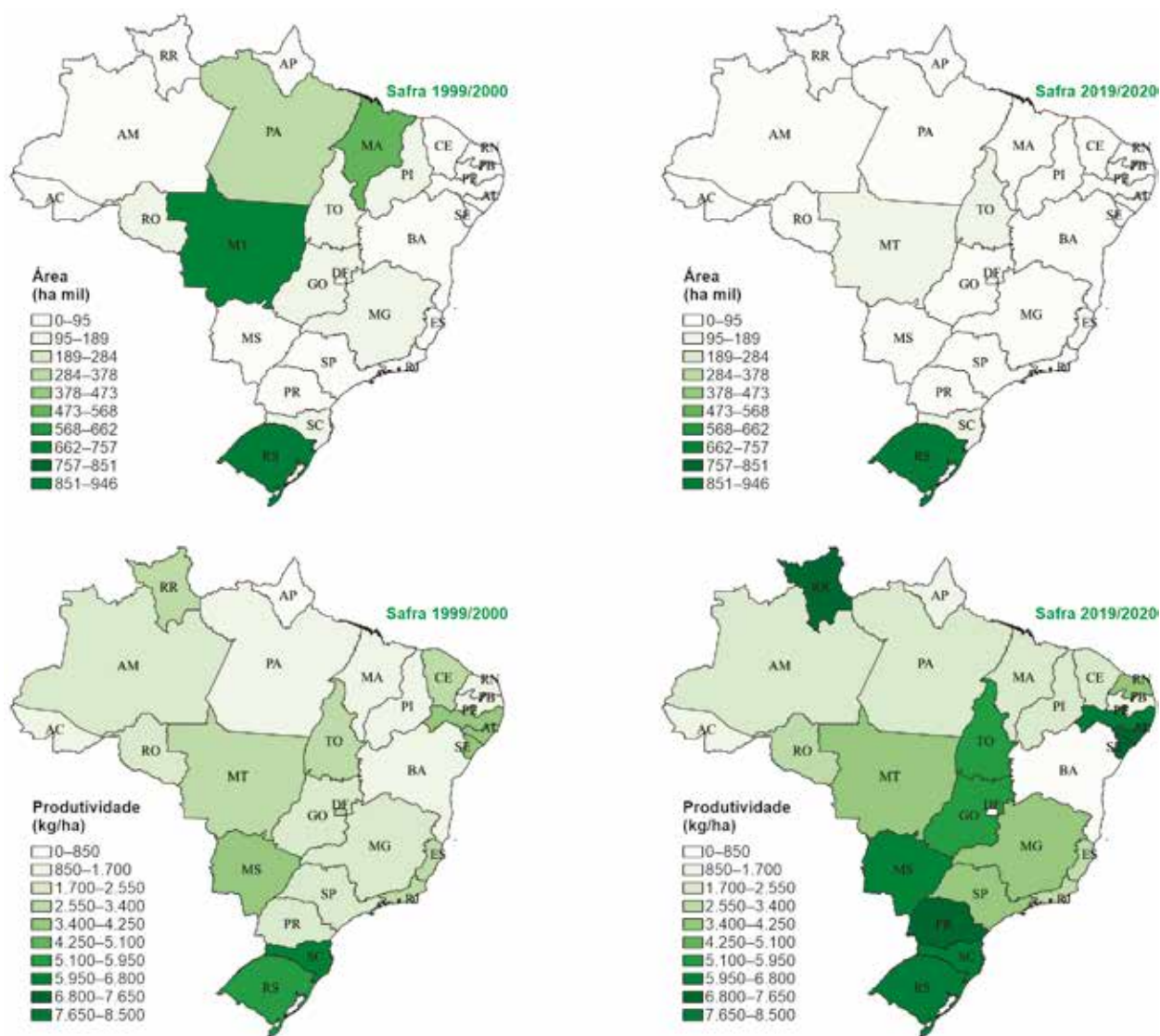
**Figura 1.** Produção de arroz no Brasil de 1999/2000 a 2019/2020.

Fonte: elaborado com dados da Conab (2021).



rentes lavouras em diversas partes do território brasileiro levaram ao avanço da concentração do cultivo no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. A participação do Rio Grande do Sul na produção brasileira de arroz subiu de 44,7% em 1999/2000 para 70,3% em 2019/2020, de 5,1 para 7,9 milhões de toneladas. Santa Catarina é o segundo maior produtor, com participação de 10,8%. Em contrapartida, Mato Grosso, que era responsável por 16,5% em 1999/2000, passou a contribuir com apenas 3,6% na safra 2019/2020.

A Figura 2 mostra a especialização da produção. De 1999/2000 a 2019/2020, a área destinada ao cultivo do arroz sofreu expressiva concentração e, com exceção do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, recuou em todas as unidades da federação. A área de cultivo do arroz no Rio Grande do Sul cresceu 0,4%, saindo de 942 mil para 946 mil hectares de 1999/2000 a 2019/2020. Já em Santa Catarina, a área cresceu 11,9%, de 134 mil para 149 mil ha no mesmo período. Mato Grosso, que era o segundo maior produtor na safra 1999/2000, viu sua área de



**Figura 2.** Área destinada ao cultivo (ha mil) e produtividade (kg/ha) do arroz no Brasil nas safras de 1999/2000 e 2019/2020.

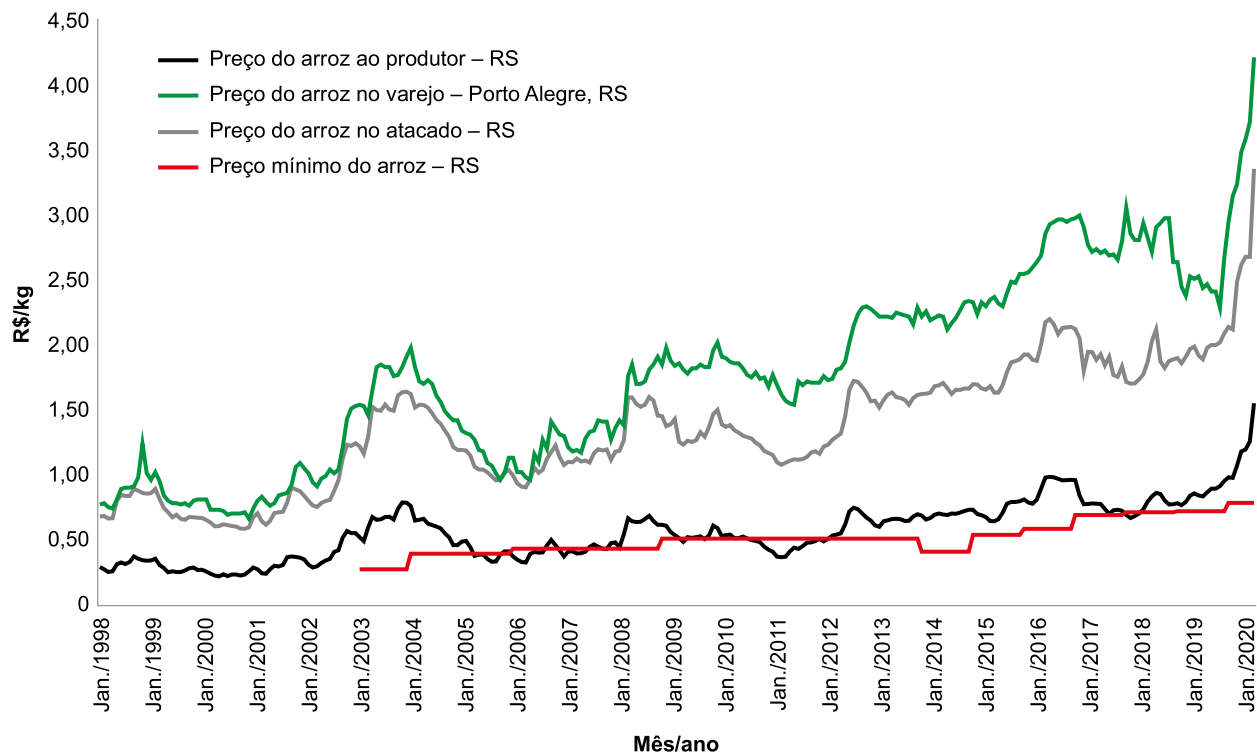
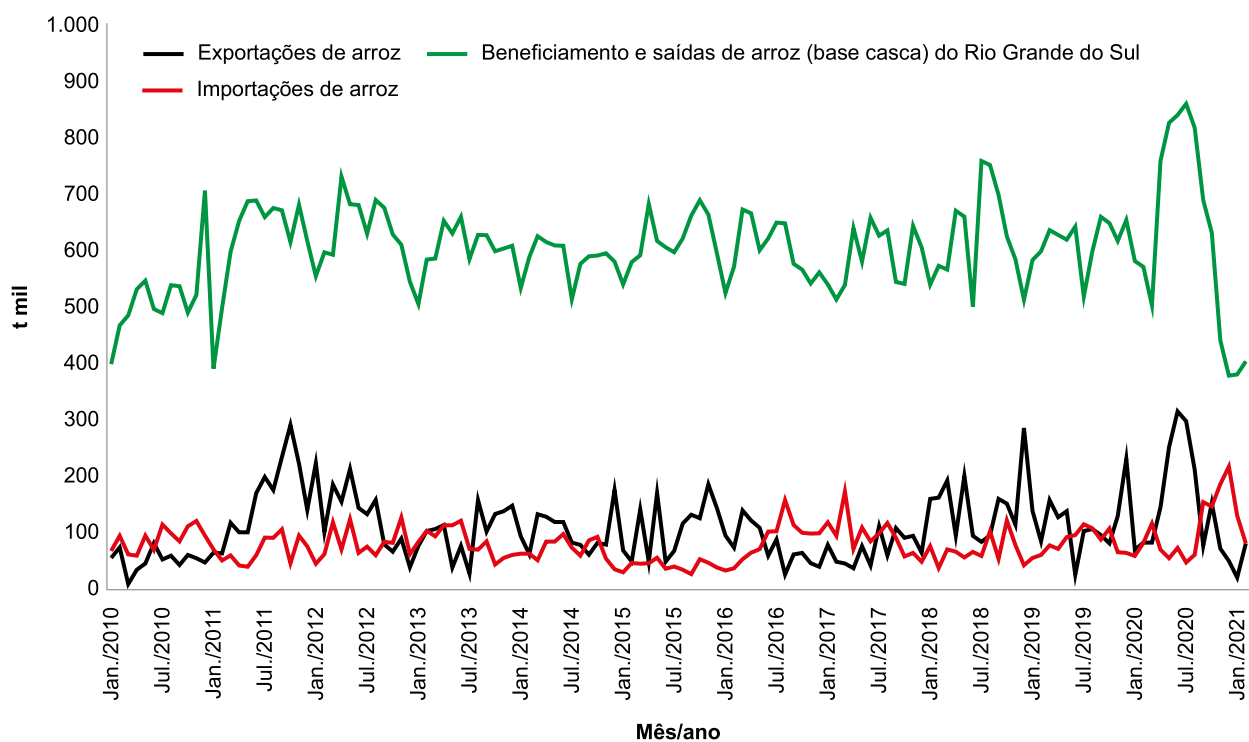
cultivo do arroz recuar 82,4%, sendo o avanço da produção de soja, milho e algodão uma das principais causas. A Figura 2 mostra também que a produtividade do arroz experimentou expressivo crescimento em diversos estados. No Rio Grande do Sul, a produtividade subiu de 5,4 t/ha em 1999/2000 para 8,3 t/ha em 2019/2020, incremento de 54%; em Santa Catarina, o incremento foi de 35%. Mas na safra 2019/2020, a maior produtividade coube a Pernambuco: 8,5 t/h. O estado, entretanto, possui baixa participação na produção de arroz, apenas 0,04% da produção nacional.

Sobre a participação do setor orizícola no mercado internacional, ressalta-se que as transações comerciais de arroz entre países correspondem a apenas 9,1% do total produzido do grão no mundo, considerando a safra 2020/2021, segundo dados do United States Department of Agriculture (Usda) (Estados Unidos, 2021). No Brasil, identifica-se clara tendência de crescimento dos volumes transacionados, especialmente a partir da safra 2010/2011. Nessa época, com uma produção significativamente acima da média histórica e com o consumo interno estável, houve necessidade de alternativas de comercialização para escoar o excedente produtivo. Cabe ressaltar que até a safra 2010/2011 o País exportava de forma consistente volumes abaixo de 1 milhão de toneladas de arroz em base casca (Figura 3). Mas depois da safra recorde, passou a exportar, de forma consistente, montantes acima de 1 milhão de toneladas, com exceção de 2015/2016 e 2016/2017, pois, em razão da forte quebra da safra de arroz em 2015/2016, foram baixas a disponibilidade do nosso produto para o mercado internacional e a competitividade do grão, com os preços internos e a paridade de exportação elevados (Brasil, 2021; Conab, 2021). Como principais destinos das vendas brasileiras, destacam-se a comercialização de arroz quebrado para países africanos (Senegal, Serra Leoa e Gâmbia) e de arroz beneficiado polido para países da América Latina (Venezuela, Peru, Cuba e Costa Rica).

Quanto às importações de arroz pelo Brasil, nota-se comportamento homogêneo nas últimas duas décadas, com oscilações de acordo com o cenário de oferta interna (Figura 3). Como principais origens das importações brasileiras, destacam-se os membros do Mercosul, com a liderança do Paraguai, posição consolidada na última década. De 2000 a 2010, segundo Brasil (2021), o Paraguai foi responsável por 6,1% do montante adquirido pelo Brasil no mercado internacional – somado com os outros membros do bloco (Argentina e Uruguai), o valor atingiu 90,2%. Já de 2011 a 2020, o Paraguai foi responsável por 50,0% do montante adquirido pelo Brasil no mercado internacional (92,9%, com os outros membros).

Um importante parâmetro de análise do setor orizícola brasileiro é a taxa de Cooperação e Defesa da Orizicultura (CDO), do Instituto Rio-Grandense de Arroz (Irga, 2021), cujo objetivo é promover medidas de defesa e de estímulo da produção de arroz. A taxa CDO foi criada pela Lei nº 5.645/68 (Rio Grande do Sul, 1968) e é recolhida do produtor, por saca de arroz comercializado para fora do Rio Grande do Sul ou depois do beneficiamento do grão no estado. Isso configura uma importante *proxy* de comercialização do alimento no País, pois o estado responde por mais de dois terços da produção nacional. Historicamente, observa-se que o maior volume comercializado ocorre de março a agosto, coincidindo com o período do núcleo da colheita e imediatamente depois (Figura 3). Correlacionado com o volume comercializado e, consequentemente, com a oferta disponível de arroz, destaca-se o comportamento sazonal de preços bem definidos ao longo do ano, sendo usualmente identificados preços mais reduzidos de março a julho e mais elevados nos meses seguintes.

Ainda sobre preços ao produtor, a evolução anual das cotações do grão revela a volatilidade dos últimos 20 anos, já que, em diversos momentos, houve intervenção governamental por intermédio da PGPM. A safra 2010/2011 registrou, dado o grande volume colhido, intensa desvalorização durante sua comercialização.



**Figura 3.** Brasil – taxa CDO, exportações, importações e preços nominais do arroz.

Fonte: elaborado com dados da Conab (2021), Dieese (2021) e Irga (2021).

Na sequência, de 2011/2012 a 2014/2015, o mercado operou de forma mais estável, com cotações que proporcionaram boa rentabilidade ao produtor. Em 2015/2016, depois de problemas climáticos no Sul, houve forte quebra da safra e, com isso, os preços exibiram forte valorização. Como resultado dos valores de comercialização mais altos no período de plantio da safra 2016/2017, identificou-se incrementos de área e de produção e, dessa forma, o mercado iniciou um período de cotações que proporcionaram baixas rentabilidades ao produtor, o que, por sua vez, culminou no recuo da área nas três safras seguintes – 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020 –, mas as perdas foram amenizadas com os incrementos de produtividade do setor.

No início de 2020, a combinação de oferta menor, estoque de passagem mais enxuto e reflexos da pandemia, o aumento das demandas interna e externa por arroz resultou numa intensa valorização do produto no mercado brasileiro. Com os preços mais atrativos no momento do plantio, as estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2021) apontam para um incremento de área de 1,4% para a safra 2020/2021 de arroz.

## Metodologia

### Modelo de correção de erros com cointegração threshold

O modelo de correção de erros com cointegração threshold (Enders & Granger, 1998; Enders & Siklos, 2001) avança em relação ao modelo de correção de erros assimétrico padrão – método de destaque nas análises voltadas à assimetria de preços em cadeias agroindustriais – e ao modelo de correção de erros threshold autoregressive, já que ele cuida da assimetria na realização dos testes de cointegração entre as séries.

A princípio, considerando a abordagem padrão de Engle & Granger (1987), estima-se a seguinte relação

$$P_t^{out} = \beta_0 + \beta_1 P_t^{in} + \mu_t \quad (1)$$

entre as variáveis  $I(1)$  no nível, em que  $P_t^{in}$  é o preço médio para o arroz a montante, no instante  $t$ ;  $P_t^{out}$  é o preço médio do arroz a jusante; e  $\mu$  é o termo de erro. A expressão 1 pode ser estimada por mínimos quadrados ordinários, e a estacionariedade dos resíduos  $\hat{\mu}_t$  pode ser confirmada pela estatística de teste ADF<sup>6</sup>. Em caso afirmativo, diz-se que as séries de preço em questão são cointegradas, sendo a expressão 1 uma estimativa da relação de equilíbrio de longo prazo entre elas.

Segundo Enders & Granger (1998), o teste de Dickey-Fuller e suas extensões são mal especificados se o ajuste para o equilíbrio de longo prazo é assimétrico. De modo a trabalhar essa questão, considera-se uma especificação alternativa à empregada no teste ADF, como um processo threshold autoregressive (TAR), na forma

$$\Delta \hat{\mu}_t^{cs} = I_t^{cs} \rho_1^{cs} \hat{\mu}_{t-1}^{cs} + (1 - I_t^{cs}) \rho_2^{cs} \hat{\mu}_{t-1}^{cs} + \sum_{k=1}^{p-1} \phi_k^{cs} \Delta \hat{\mu}_{t-k}^{cs} + \varepsilon_t^{cs} \quad (2)$$

em que  $I_t^{cs}$  representa uma função indicador:

$$I_t^{cs} = \begin{cases} 1, & \text{se } \hat{\mu}_{t-1}^{cs} \geq 0 \\ 0, & \text{se } \hat{\mu}_{t-1}^{cs} < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Conjuntamente, 1 e 2 constituem a estimação denominada cointegração threshold autoregressive (TAR). Por esse modelo, é possível capturar a persistência dos desvios em relação ao equilíbrio. Por exemplo, se  $|\rho_1^{cs}| < |\rho_2^{cs}|$ , desvios positivos permaneceriam por mais tempo do que desvios negativos. Em contrapartida, se  $\rho_1^{cs} = \rho_2^{cs}$ , o ajuste é simétrico, e o procedimento padrão, a

<sup>6</sup> Augmented Dickey-Fuller.

partir da expressão 1, torna-se um caso especial de 2 e 3.

Além disso, quando a assimetria se manifesta com predominância de determinada direção, uma possibilidade é substituir a relação 3 pela função indicador (Enders & Granger, 1998; Enders & Siklos, 2001)

$$I_t^{\pi} = \begin{cases} 1, & \text{se } \Delta \hat{\mu}_{t-1}^{\pi} \geq 0 \\ 0, & \text{se } \Delta \hat{\mu}_{t-1}^{\pi} < 0 \end{cases} \quad (4)$$

que passa a depender da variação em  $\hat{\mu}_{t-1}^{\pi}$ . A estimativa de 2 com 4 resulta na cointegração momentum threshold (MTAR). Nesse caso, se  $|\rho_1^{\pi}| < |\rho_2^{\pi}|$ , a função exibe moderado decaimento para variações positivas em  $\hat{\mu}_{t-1}^{\pi}$ , em contraste com acentuados ajustes depois de variações negativas em  $\hat{\mu}_{t-1}^{\pi}$ . Como não há pressuposto, a priori, sobre qual dos dois modelos é o mais apropriado, recomenda-se a escolha com base em critérios de seleção, como o Akaike (AIC) ou o Schwarz (BIC).

O parâmetro threshold não precisa ser necessariamente igual a zero, como em 3 e 4. Em caso de divergência, ele deve ser estimado a partir dos dados. Entretanto, neste trabalho a escolha pelo threshold igual a zero se mostrou conveniente, dado o interesse principal em avaliar diferenças entre os ajustes de preços a jusante para variações positivas e negativas a montante. Além disso, em aplicações econômicas é comum definir o threshold como zero, para que o vetor de cointegração coincida com o vetor de equilíbrio (Silva et al., 2014).

Os testes de cointegração TAR e MTAR podem ser operacionalizados com base nas estimativas da expressão 2 e têm como hipótese nula a não existência de cointegração, ou  $H_0 = \rho_1^{\pi} = \rho_2^{\pi} = 0$ . Se a hipótese nula for rejeitada, então uma condição suficiente para que  $\hat{\mu}_t^{\pi}$  seja estacionário é  $\rho_1^{\pi} < 0$ ,  $\rho_2^{\pi} < 0$  e  $(1 + \rho_1^{\pi})(1 + \rho_2^{\pi}) < 1$ . A estatística do teste  $F$  padrão não se aplica nesse caso e, portanto, faz-se necessária a obtenção de valores críticos acertados, como em Wane et al. (2004). Se a hipótese nula é rejeitada, atesta-se a

existência de um único vetor de cointegração, e  $\hat{\rho}_1^{\pi}$  e  $\hat{\rho}_2^{\pi}$  convergem para uma distribuição normal multivariada.

O modelo de correção de erros com cointegração threshold pode ser expresso por

$$\Delta P_t^{out} = \theta_{\pi}^+ I_t^{\pi} \hat{\mu}_{t-1}^{\pi} + \theta_{\pi}^-(1 - I_t^{\pi}) \hat{\mu}_{t-1}^{\pi} + \sum_{j=0}^{J^+} \gamma_j^+ \Delta P_{t-j}^{in+} + \sum_{j=0}^{J^-} \gamma_j^- \Delta P_{t-j}^{in-} + \sum_{l=0}^{L^+} \lambda_j^+ \Delta P_{t-l}^{out+} + \sum_{l=0}^{L^-} \lambda_j^- \Delta P_{t-l}^{out-} + \xi_t^{\pi} \quad (5)$$

em que os coeficientes  $\theta_{\pi}^+$  e  $\theta_{\pi}^-$  são a velocidade de ajuste para o equilíbrio de longo prazo, e os demais termos são especificados como na expressão 1. O teste de simetria para longo prazo consiste em verificar a hipótese nula  $H_0 = \theta_{\pi}^+ = \theta_{\pi}^-$ , mediante a estatística  $F$  padrão. Em caso de rejeição, há indicação de ajustamento assimétrico entre os preços no longo prazo. Para a análise de assimetria de curto prazo, testa-se a seguinte hipótese:

$$H_0 = \sum_{j=0}^{J^+} \gamma_j^+ = \sum_{j=0}^{J^-} \gamma_j^-$$

tanto para  $t = 0$  quanto na inclusão de mais defasagens.

## Dados

Os dados empregados nesta pesquisa são séries temporais dos preços do arroz do Rio Grande do Sul observados em três estágios da cadeia produtiva: preço pago ao produtor, atacado (indústria) e varejo. Os preços do grão ao produtor foram coletados no Sistema de Informações Agropecuárias e de Abastecimento (Siagro) da Conab (2021) e referem-se à média estadual da saca de 50 quilos. O preço no atacado diz respeito ao produto beneficiado embalado em fardos de 30 quilos, e a série foi obtida no Instituto Rio Grandense do Arroz – Irga (2021). Já o preço no varejo foi obtido no Irga (2021) e no Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – Dieese

(2021), tratando-se do preço em Porto Alegre, RS. A Tabela 2 mostra a descrição das séries.

As unidades de medida das séries foram todas convertidas para R\$/kg e trata-se de preços nominais<sup>7</sup>. O período de análise vai até agosto de 2020, pois, a partir de setembro os preços sofreram mudanças expressivas, o que poderia modificar a magnitude dos coeficientes estimados.

## Resultados

Para verificar a ordem de integração das séries, foi empregado o teste de raiz unitária Dickey-Fuller Generalized Least Squares (DF-GLS) (Elliott et al., 1996). A Tabela 3 mostra que as séries são não estacionárias no nível, mas são estacionárias em primeira diferença com 1% de significância. Isso permite, portanto, atestar a

existência de uma relação de longo prazo entre elas.

A Tabela 4 mostra as estatísticas para os testes de cointegração do traço e de máximo autovalor (Johansen, 1988; Johansen & Juselius, 1990) para os preços do arroz. Há pelo menos um vetor de cointegração entre os preços ao produtor e no atacado tanto para o traço quanto para o máximo autovalor. Em relação aos preços no atacado e no varejo, os testes indicam que o rank de cointegração é igual a 1 para os dois testes avaliados. Dessa forma, conclui-se que as séries são cointegradas.

No entanto, estatísticas de teste, como as da Tabela 4, podem ser inconsistentes em caso de assimetria de preços (Enders & Siklos, 2001). Para contornar tal inconveniente, a Tabela 5 mostra os resultados para os testes de cointegração com base nos modelos TAR e MTAR. A

**Tabela 2.** Variáveis selecionadas.

Sigla	Descrição	Fonte
p_arroz_prod_rs_kg	Preço médio do arroz pago ao produtor do Rio Grande do Sul (R\$/kg)	Conab (2021)
p_arroz_atc_rs_kg	Preço médio do arroz no atacado (indústria) do Rio Grande do Sul (R\$/kg)	Irga (2021)
p_arroz_varejo_rs_kg	Preço médio do arroz no varejo em Porto Alegre, RS (R\$/kg)	Dieese (2021); Irga (2021)

**Tabela 3.** Teste de raiz unitária DF-GLS para o preço do arroz no Rio Grande do Sul.

Variável	Nível					Diferença				
	Lags	Estatística do teste	Significativo			Lags	Estatística do teste	Significativo		
			1%	5%	10%			1%	5%	10%
Constante										
p_arroz_prod_rs_kg	4	1,679				4	-3,192	***	**	*
p_arroz_atc_rs_kg	4	1,729				4	-3,629	***	**	*
p_arroz_varejo_rs_kg	4	1,652				4	-4,920	***	**	*

Nota: os símbolos \*\*\*, \*\* e \* indicam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

<sup>7</sup> Conforme Azevedo & Politi (2008), as estimações foram feitas com séries nominais, já que o objetivo é avaliar como as variações dos preços a jusante respondem às alterações a montante, independentemente da origem de tais oscilações. Nesse contexto, a própria inflação pode contribuir para a assimetria, caso constatada.

**Tabela 4.** Resultados do teste de cointegração de Johansen para os preços do arroz.

Hipótese		Estatística do teste	Valores críticos	
Nula	Alternativa		5%	1%
<b>Preços produtor x atacado</b>				
Teste do traço				
$r = 0$	$r > 0$	30,99	15,41	20,04
$r \leq 1$	$r > 1$	1,64	3,76	6,65
<b>Teste de máximo autovalor</b>				
$r = 0$	$r = 1$	29,35	14,07	18,63
$r = 1$	$r = 2$	1,64	3,76	6,65
<b>Preços atacado x varejo</b>				
Teste do traço				
$r = 0$	$r > 0$	22,51	15,41	20,04
$r \leq 1$	$r > 1$	2,64	3,76	6,65
<b>Teste de máximo autovalor</b>				
$r = 0$	$r = 1$	19,87	14,07	18,63
$r = 1$	$r = 2$	2,64	3,76	6,65

Nota:  $r$  é o *rank* de cointegração. Optou-se pela inclusão de constante na relação cointegrante e no vetor autorregressivo.

estatística  $F$  indica a rejeição de  $H_0 = \rho_1^{\text{at}} = \rho_2^{\text{at}} = 0$ , para os modelos TAR e MTAR, levando-se em consideração os diferentes níveis da cadeia do arroz. Atesta-se, assim, a cointegração entre as séries de preços.

Os resultados dos modelos TAR e MTAR (Tabela 6) revelam evidências de assimetria na transmissão de preços do arroz entre o produtor e o atacado e entre os preços no atacado e no varejo no Rio Grande do Sul. Tais resultados

**Tabela 5.** Resultados dos modelos TAR e MTAR.

	Produtor x atacado				Atacado x varejo			
	TAR		MTAR		TAR		MTAR	
$\rho_1^{\text{at}}$	-0,335	(-4,04)***	-0,274	(-4,54)***	-0,195	(-3,13)***	-0,176	(-3,39)***
$\rho_2^{\text{at}}$	-0,107	(-1,27)	-0,167	(-2,72)***	-0,112	(-1,55)	-0,141	(-2,82)***
$\varphi_1^{\text{at}}$	-0,127	(-2,08)**	-0,131	(-2,14)**	-0,029	(-0,46)	-0,028	(-0,43)
Akaike	-869,042		-868,050		-438,748		-438,441	
Schwarz	-854,648		-853,656		-424,355		-424,047	
Estatística $Q_{40}$ de Ljung-Box	40,266 [0,459]		44,220 [0,298]		45,160 [0,265]		46,928 [0,210]	
Estatística $Q_2$ de Cumby e Huizinga	1,986 [0,370]		2,263 [0,323]		2,181 [0,336]		2,124 [0,346]	
N	270		270		270		270	
Estatística $F (H_0: \rho_1^{\text{at}} = \rho_2^{\text{at}} = 0)$	14,14***		13,60***		9,61***		9,44**	

Nota: os símbolos \*\*\* e \*\* indicam significância a 1% e 5%, respectivamente. As estatísticas  $t$  ( $p$ -valores) são reportadas entre parênteses (colchetes). Os valores críticos, obtidos em Wane et al. (2004), são de 9,38 e 7,11 para o modelo TAR, e de 10,15 e 7,76 para o modelo MTAR, aos níveis de significância de 1% e 5%, respectivamente (para 250 observações e 1 defasagem).

**Tabela 6.** Resultados dos modelos de correção de erros TAR e MTAR.

Variável	Produtor × atacado (TAR)		Produtor × atacado (MTAR)		Atacado × varejo (TAR)		Atacado × varejo (MTAR)	
$\gamma_0^+$	1,797	(0,095)***	1,783	(0,095)***	0,621	(0,074)***	0,615	(0,075)***
$\gamma_1^+$	0,740	(0,189)***	0,762	(0,190)***	0,442	(0,111)***	0,417	(0,111)***
$\gamma_0^-$	0,761	(0,159)***	0,777	(0,159)***	0,078	(0,136)	0,070	(0,136)
$\gamma_1^-$	0,373	(0,186)**	0,370	(0,189)*	0,334	(0,146)**	0,403	(0,150)***
$\lambda_1^+$	-0,224	(0,085)***	-0,230	(0,085)***	0,030	(0,083)	0,019	(0,082)
$\lambda_1^-$	-0,263	(0,088)***	-0,265	(0,088)***	0,039	(0,111)	-0,034	(0,110)
$\theta^+$	-0,288	(0,071)***	-0,226	(0,052)***	-0,124	(0,044)***	-0,074	(0,037)**
$\theta^-$	-0,091	(0,073)	-0,155	(0,054)***	-0,070	(0,052)	-0,124	(0,035)***
Constante	-0,009	(0,005)	-0,014	(0,004)***	-0,007	(0,009)	-0,008	(0,008)
R <sup>2</sup> ajustado	0,732		0,731		0,378		0,379	
Akaike	-959,197		-957,427		-641,610		-642,133	
Schwarz	-926,811		-925,041		-609,224		-609,748	
Estatística Q <sub>40</sub> de Ljung-Box	51,133 [0,112]		57,312 [0,037]		46,889 [0,211]		47,123 [0,204]	
Estatística Q <sub>2</sub> de Cumby e Huizinga	4,234 [0,120]		4,644 [0,098]		0,068 [0,967]		0,032 [0,984]	
<b>Resultados dos testes de simetria de longo e curto prazos</b>								
Longo prazo (H <sub>0</sub> : $\theta^+ = \theta^-$ )	F (1, 261) = 2,67 p-valor [0,104]		F (1, 261) = 0,94 p-valor [0,332]		F (1, 261) = 0,44 p-valor [0,508]		F (1, 261) = 0,95 p-valor [0,332]	
Curto prazo (H <sub>0</sub> : $\gamma_0^+ = \gamma_0^-$ )	F (1, 261) = 25,67 p-valor [0,000]***		F (1, 261) = 24,31 p-valor [0,000]***		F (1, 261) = 10,28 p-valor [0,002]***		F (1, 261) = 10,34 p-valor [0,002]***	
Curto prazo	F (1, 261) = 18,93		F (1, 261) = 18,38		F (1, 261) = 6,72		F (1, 261) = 4,69	
$H_0 = \sum_{j=0}^1 \gamma_j^+ = \sum_{j=0}^1 \gamma_j^-$	p-valor [0,000]***		p-valor [0,000]***		p-valor [0,010]***		p-valor [0,031]**	

Nota: os símbolos \*\*\*, \*\* e \* indicam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Erros-padrão (p-valores) entre parênteses (colchetes).

indicam ineficiência de mercado no setor do arroz, no qual não há repasse imediato das alterações de preços entre os diferentes níveis de comercialização. A distorção na transmissão de preços entre atacado e varejo pode penalizar os consumidores se os aumentos forem repassados rapidamente e as reduções, lentamente, aumentando assim a margem para o varejista em determinados períodos. Desse modo, é relevante citar que os resultados encontrados corroboram esse efeito, para os modelos TAR e MTAR, considerando os preços de atacado e de varejo. O mesmo efeito pode ocorrer entre produtores e

atacadistas. Mas surgem perguntas importantes: qual é a duração da assimetria no repasse? Quais são as intensidades?

O teste de simetria de curto prazo avaliou o ajuste imediato de preços, com a hipótese nula  $\gamma_0^+ = \gamma_0^-$ , ou seja, verificou-se que, contemporaneamente, a transmissão de acréscimo ocorre na mesma intensidade que a transmissão de redução. Os resultados mostrados na Tabela 6 rejeitam a hipótese nula de simetria em  $t = 0$  para todos os modelos TAR e MTAR, indicando assim que os repasses não ocorrem com mesma



intensidade do produtor ao atacado e do atacado para o varejo. Dessa forma, foi feito um teste adicional, que considerou até um mês de defasagem, com

$$H_0 = \sum_{j=0}^1 \gamma_j^+ = \sum_{j=0}^1 \gamma_j^-$$

ou seja, observou-se que as variações positivas e negativas não possuem diferença temporal com até um mês de extensão entre os ajustes. Tal hipótese também foi rejeitada para todos os modelos e, portanto, os ajustes de preços positivos e negativos diferem no intervalo de um mês. Entretanto, o ajuste assimétrico dos preços do arroz decorre principalmente dos acréscimos repassados mais rapidamente do que as reduções, já que, para os modelos de preço do produtor ao atacado,  $\gamma_0^+ > \gamma_0^-$  e  $\gamma_1^+ > \gamma_1^-$ . Na relação entre os preços do atacado e do varejo, existe o mesmo efeito, isto é, as altas ocorridas no atacado são repassadas rapidamente pelo varejo, mas as baixas de preços ocorrem de forma branda.

Na equação 5, os coeficientes  $\theta_{\pm}^+$  e  $\theta_{\pm}^-$  medem a velocidade de ajustamento para o equilíbrio de longo prazo. Os testes para esses coeficientes não rejeitam a hipótese de simetria de preços no longo prazo ( $H_0 = \theta_{\pm}^+ = \theta_{\pm}^-$ ), revelando que não existem dissimetrias no repasse dos ajustes de preço ao longo de todo o período analisado, 1998 até 2020. Assim, as assimetrias observadas no curto prazo entre os produtores, atacadistas e varejistas não perduram, não influenciando o equilíbrio de longo prazo no Rio Grande do Sul. Tais resultados evidenciam uma característica importante dos mercados de produtos agrícolas no longo prazo: os preços tendem a se ajustar, convergindo para uma margem média de equilíbrio em cada elo produtivo. Nesse sentido, as variações sazonais da oferta de arroz no Rio Grande do Sul, decorrentes da temporalidade de produção, podem influenciar os ganhos de curto prazo por causa dos desajustes de repasse de queda de preços decorrente da entrada da safra no mercado, mas no longo prazo não há efeito.

Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com a literatura sobre o setor de arroz no Brasil. Para Zanin et al. (2020), os choques de oferta no Rio Grande do Sul tendem a se propagar entre os elos da cadeia produtiva, ou seja, do produtor se estendem para o atacado e depois para o varejo. Os autores verificaram assimetria contemporânea entre os preços ao produtor e no atacado e entre os preços no atacado e no varejo. Dessa forma, os aumentos de preços são repassados de maneira mais rápida e intensa, e as reduções costumam ser brandas. Aguiar & Figueiredo (2011) avaliaram o setor de arroz no Estado de São Paulo, de janeiro de 1989 a dezembro de 2008, e observaram que a hipótese de simetria foi rejeitada, já que as elevações de preços no atacado foram transmitidas fortemente pelo varejo, quando comparadas às reduções. Todavia, no longo prazo não há assimetria na transmissão dos preços. Em relação ao preço ao produtor e no atacado, os autores observaram assimetria com efeito contrário – os decréscimos eram repassados rapidamente, quando comparados aos acréscimos. Segundo os autores, esse fenômeno decorreria do maior poder de mercado dos varejistas em relação aos atacadistas em São Paulo. Assim, ao perceberem redução do preço ao produtor, negociavam a preços menores com os atacadistas. Adami & Miranda (2011) avaliaram a transmissão de preços ao produtor entre o Rio Grande do Sul e Mato Grosso, para o período de agosto de 1999 a junho de 2010, e verificaram que, quando o preço do arroz sobe 1% no Rio Grande do Sul, o preço em Mato Grosso aumenta 0,44% no mesmo período e 0,17% mês seguinte. Então, Adami & Miranda (2011) revelam que havia um efeito de repasse assimétrico de preços entre os dois grandes estados produtores entre 1999 e 2010. Esses estudos reforçam a ideia de assimetria de preços no setor orizícola no Brasil, seja entre estágios da cadeia produtiva, seja entre regiões.

Tal contratempo também se repete em outros setores. Souza et al. (2016) identificam assimetrias de preços para o feijão, principalmente no segmento atacadista em Goiás, onde há a figura de um intermediário (corretor) que

possui maior número de informações que os demais agentes, o que resulta em assimetria de informações e maior custo de transação. Cunha & Wander (2014) investigaram as transmissões de preços do feijão entre o produtor e o varejo em São Paulo e atribuíram a assimetria encontrada à concentração de mercado e à consequente assimetria de informação, que criam condições para o comportamento oportunista dos agentes.

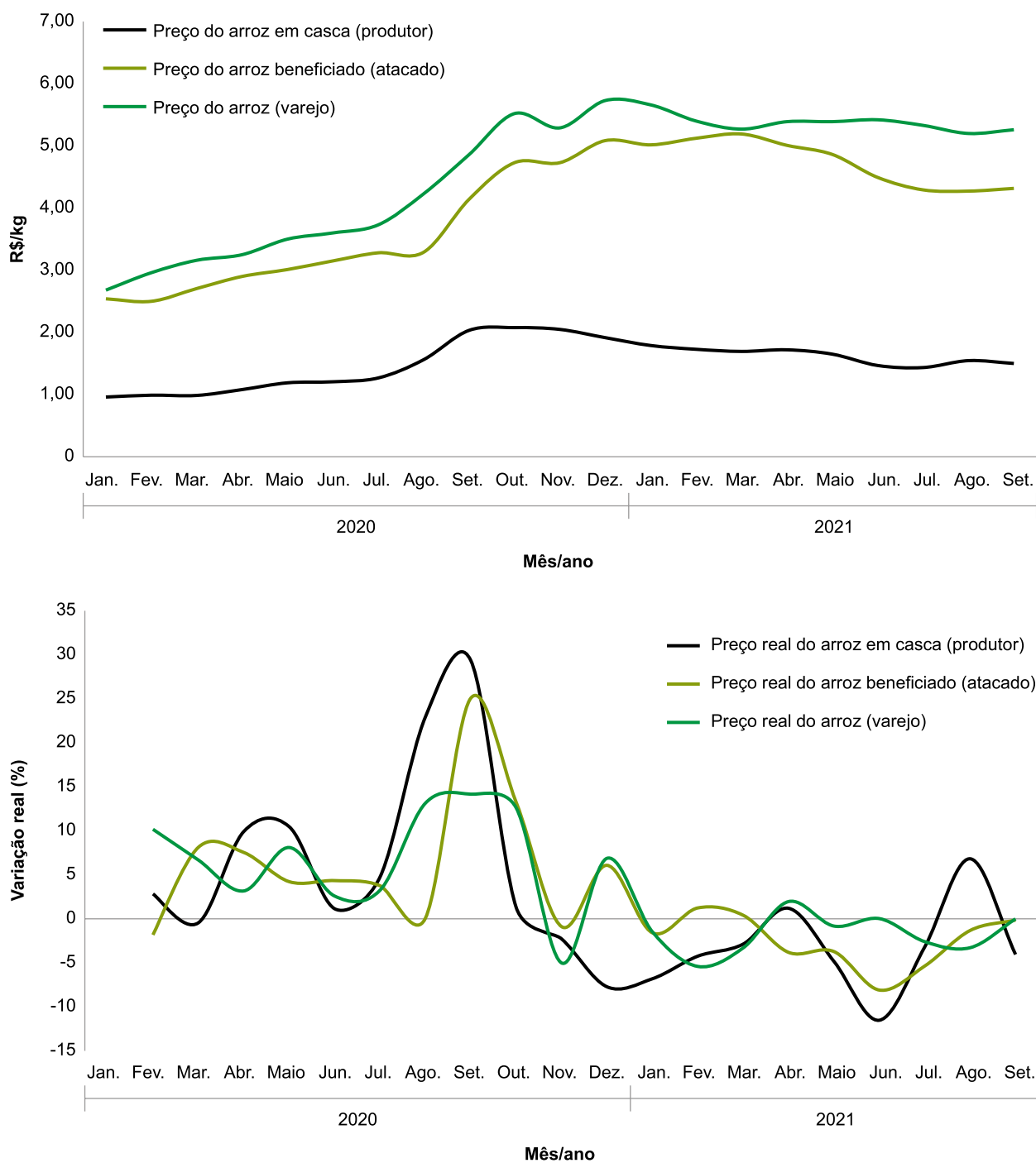
Um ponto importante da dinâmica da assimetria de preços do arroz no Brasil é a capacidade de estocagem. Quando é possível estocar, os atacadistas (varejistas) podem se beneficiar dos preços baixos ao produtor (atacadista) e formar estoques para vender a preços maiores para o varejo (consumidores). Dessa forma, a possibilidade de formação de estoques, o baixo nível de perdas na comercialização e a demanda mais inelástica possibilitam o exercício do poder de mercado nos elos do setor de arroz, mesmo que por períodos curtos (Aguiar & Figueiredo, 2011; Zanin et al., 2020). Cabe ressaltar que a cadeia produtiva do arroz possui características que contribuem para o repasse assimétrico de preços no Rio Grande do Sul, o maior produtor de arroz do Brasil. Espera-se, portanto, que os efeitos sejam ainda mais acentuados nos outros estados, principalmente naqueles onde existem grandes centros consumidores, como São Paulo.

Recentemente, com a intensificação da pandemia no País, identificaram-se oscilações significativas dos preços nos três elos da cadeia produtiva do arroz – produção, distribuição e varejo –, mas notou-se, no período, que a transmissão de preços não ocorreu de forma imediata (Figura 4). Mais especificamente, convém pontuar a intensa valorização do arroz em meados de 2020, decorrente de uma conjunção de fatores, com destaques para o baixo estoque de passagem do grão no Brasil no início daquele ano, a produção da safra 2020/2021 abaixo da média histórica e a intensa exportação de arroz no primeiro semestre de 2020. Sobre os dois primeiros fatores, o mercado ao produtor de arroz

contabilizou, durante as três safras anteriores à pandemia, baixa rentabilidade em meio aos reduzidos preços comercializados e às constantes elevações dos custos de produção. Como resultado, houve desincentivo à manutenção de áreas da cultura, principalmente no Rio Grande do Sul, que acumulou perda de 14,1% da área semeada entre as Safras 2016/2017 e 2020/2021. Desse modo, com a constante redução de área, a produção nacional de arroz recuou. Além disso, nos anos anteriores à pandemia o setor registrou persistentes superávits na balança comercial, já que os desvalorizados preços internos refletiram em boa competitividade do grão brasileiro no mercado mundial. Com a evolução da pandemia no mundo, importantes países exportadores se retiraram do mercado com o receio de desabastecimento e buscaram garantir sua segurança alimentar, o que, somado aos preços nacionais competitivos, acarretou forte ampliação do volume exportado no primeiro semestre de 2020.

Como resultado dos três fatores citados, no segundo semestre de 2020 identificou-se um cenário de oferta restrita no Brasil. Desse modo, foi necessária a atuação governamental para normalizar o abastecimento e os valores comercializados nacionalmente. Então, o governo federal suspendeu a Tarifa Externa Comum (TEC)<sup>8</sup> para o arroz sobre as importações de 400 mil toneladas do grão (base casca) de países de fora do Mercosul, o que, de fato, refletiu em arrefecimento do viés de alta e gerou estabilidade nas cotações de mercado a partir de outubro de 2020. Em 2021, com a entrada da safra 2020/2021, com evolução produtiva, e com o menor volume exportado ao longo do ano, resultado dos elevados preços internos e da baixa competitividade do grão no mercado internacional, nota-se a correção das cotações internas e a recomposição da oferta nacional.

<sup>8</sup> Correspondia a 12% sobre o arroz beneficiado e 10% sobre o produto em casca.



**Figura 4.** Preços do arroz ao produtor, atacado e varejo no Rio Grande do Sul (jan. 2020 a set. 2021).

\* Deflacionados pelo IPCA (IBGE, 2022).

Fonte: elaborado com dados da Conab (2021).

## Conclusão

Esta pesquisa avaliou a transmissão dos preços do arroz entre produtores, atacadistas e varejistas no Rio Grande do Sul, entre 1998 e 2020, com o uso de modelos de correção de erros com cointegração threshold. Os resultados obtidos indicaram que não há assimetria de preços no longo prazo entre os diferentes estágios da cadeia produtiva. Entretanto, a hipótese de repasse assimétrico contemporâneo não é descartada, bem como a assimetria com até um mês de diferença entre os elos produtivos. A assimetria de preços observada corrobora os resultados encontrados na literatura: os acréscimos de preços são transmitidos mais rapidamente do que as reduções, tanto na relação entre produtores e atacadistas quanto na comercialização entre atacadistas e varejistas. Nesse sentido, a assimetria de preços pode penalizar os consumidores finais, já que, ao atrasar os repasses de queda de preços, os varejistas podem desfrutar maior margem em determinado período. Nesta pesquisa, observou-se que, dados os efeitos da pandemia sobre o mercado de arroz, a política agrícola adotada de redução da TEC provocou queda dos preços do arroz no Rio Grande do Sul. Entretanto, tal redução ocorreu de forma gradual e lenta por causa das assimetrias de transmissão no curto prazo entre os três elos da cadeia: produtor, atacado e varejo.

A orizicultura no Brasil sofreu grandes transformações, e a concentração da produção no Rio Grande do Sul, na última década, proporcionou maior possibilidade do exercício do poder de mercado nos diferentes estágios do setor de arroz. Com base no ponto de vista exposto, pode-se apontar que a presença de falhas de mercado, como a transmissão assimétrica de preços no setor, pode não só influenciar o nível de preços no Rio Grande do Sul, mas também afetar o atacado ou o varejo em outros estados. Sugere-se, para análises futuras, o estudo da transmissão de preços do arroz entre os estados brasileiros, considerando principalmente o atacado e o varejo.

## Referências

- ADAMI, A.C. de O.; MIRANDA, S.H.G. de. Transmissão de preços e cointegração no mercado brasileiro de arroz. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.49, p.55-80, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000100003>.
- AGUIAR, D.R.D.; FIGUEIREDO, A.M. Poder de mercado no varejo alimentar: uma análise usando os preços do estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.49, p.967-990, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032011000400007>.
- ALAM, M.J.; MCKENZIE, A.M.; BEGUM, I.A.; BUYSSE, J.; WAILES, E.J.; HUYLENBROECK, G.V. Asymmetry price transmission in the deregulated rice markets in Bangladesh: asymmetric error correction model. **Agribusiness**, v.32, p.498-511, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/agr.21461>.
- AZEVEDO, P.F. de; POLITI, R.B. Concorrência e estratégias de precificação no sistema agroindustrial do leite. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, p.767-802, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000300008>.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Exportação e Importação Geral**. 2021. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- CHEN, B.; SAGHAIAN, S. Market integration and price transmission in the world rice export markets. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v.41, p.444-457, 2016.
- CHOU, K.-W.; LIN, P.-C. Asymmetric price transmission and consumer costs in the Taiwanese rice market. **Romanian Journal of Economic Forecasting**, v.22, p.67-86, 2019.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- CUNHA, C.A. da; WANDER, A.E. Asymmetry in farm-to-retail dry bean price transmission in São Paulo, Brazil. **Journal on Chain and Network Science**, v.14, p.31-41, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3920/JCNS2014.0233>.
- DARBANDI, E. Price transmission analysis for Nicaragua rice market. **International Journal of Food and Agricultural Economics**, v.6, p.85-94, 2018.
- DEB, L.; LEE, Y.; LEE, S.H. Market integration and price transmission in the vertical supply chain of rice: an evidence from Bangladesh. **Agriculture**, v.10, art.271, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10070271>.

- DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Banco de Dados da Pesquisa Nacional da Cesta Básica de Alimentos**. 2021. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/notaBancoDados.html>>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- ELLIOTT, G.; ROTHENBERG, T.J.; STOCK, J.H. Efficient tests for an autoregressive unit root. **Econometrica**, v.64, p.813-836, 1996. DOI: <https://doi.org/10.2307/2171846>.
- ENDERS, W.; GRANGER, C.W.J. Unit-root tests and asymmetric adjustment with an example using the term structure of interest rates. **Journal of Business & Economic Statistics**, v.16, p.304-311, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/07350015.1998.10524769>.
- ENDERS, W.; SIKLOS, P.L. Cointegration and threshold adjustment. **Journal of Business & Economic Statistics**, v.19, p.166-176, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1198/073500101316970395>.
- ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W.J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica**, v.55, p.251-276, 1987. DOI: <https://doi.org/10.2307/1913236>.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Rice**. Disponível em: <[https://www.fas.usda.gov/data/search?f%5B0%5D=field\\_commodities%3A16](https://www.fas.usda.gov/data/search?f%5B0%5D=field_commodities%3A16)>. Acesso em: 25 fev. 2021.
- FIAMOHE, R.; SECK, P.A.; ALIA, D.Y.; DIAGNE, A. Price transmission analysis using threshold models: an application to local rice markets in Benin and Mali. **Food Security**, v.5, p.427-438, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0254-z>.
- GHOSHAY, A. Asymmetric adjustment of rice export prices: the case of Thailand and Vietnam. **International Journal of Applied Economics**, v.5, p.80-91, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **[Dados socioeconômicos e regionais do Brasil]**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2 ago. 2022.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Mercado**. 2021. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/mercado>>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- JEZGHANI, F.; MOGHADDASI, R.; YAZDANI, S.; MOHAMADINEJAD, A. Price transmission mechanism in the Iranian rice market. **International Journal of Agricultural Science and Research**, v.2, p.29-38, 2011.
- JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v.12, p.231-254, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3).
- JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration-with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v.52, p.169-210, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>.
- MEYER, J.; CRAMON-TAUBADEL, S. von. Asymmetric price transmission: a survey. **Journal of Agricultural Economics**, v.55, p.581-611, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2004.tb00116.x>.
- MORALE GEDARA, P.M.; RATNASIRI, S.; BANDARA, J.S. Does asymmetry in price transmission exist in the rice market in Sri Lanka? **Applied Economics**, v.48, p.2491-2505, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1125427>.
- NONNEMBERG, M.J.B.; MARTINS, M.M.V.; CECHIN, A. O que está acontecendo com os preços do arroz no Brasil? **Carta de Conjuntura**, n.49, nota 3, 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- OTOO, E.A. Asymmetric price transmission between local and imported rice prices in Burkina Faso. **Journal of Economics and Behavioral Studies**, v.4, p.523-531, 2012. DOI: <https://doi.org/10.22610/jebis.v4i9.354>.
- PELTZMAN, S. Prices rise faster than they fall. **Journal of Political Economy**, v.108, p.466-502, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1086/262126>.
- RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 5.645, de 24 de setembro de 1968**. Modifica os artigos 25 e 27 da Lei nº 533, de 31 de dezembro de 1948, alterada pela Lei nº 4.059, de 29 de dezembro de 1960. 1968. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=153573>>. Acesso em: 2 ago. 2022.
- SILVA, A.S. da; VASCONCELOS, C.R.F.; VASCONCELOS, S.P.; MATTOS, R.S. de. Symmetric transmission of prices in the retail gasoline market in Brazil. **Energy Economics**, v.43, p.11-21, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.02.002>.
- SOUZA, R. da S.; WANDER, A.E.; CUNHA, C.A. da; SCALCO, P.R. Ajustamento assimétrico de preços na cadeia produtiva do feijão no estado de Goiás, Brasil. **Agroalimentaria**, v.22, p.133-148, 2016.
- WANE, A.; GILBERT, S.; DIBOGLU, S. **Critical values of the empirical F-distribution for threshold autoregressive and momentum threshold autoregressive models**. Carbondale: Southern Illinois University, 2004. (Discussion paper, 23). Disponível em: <[http://opensiuc.lib.siu.edu/econ\\_dp/23](http://opensiuc.lib.siu.edu/econ_dp/23)>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- ZANIN, V.; TONIN, J.M.; HALMENSCHLAGER, V. Asymmetric price transmission in the commercialization of rice in Brazil. **Italian Review of Agricultural Economics**, v.75, p.19-35, 2020.

# Oferta de crédito rural livre

## Modelo VAR<sup>1</sup>

Guilherme André Peleglini Rocha<sup>2</sup>  
Vitor Augusto Ozaki<sup>3</sup>  
Daniel Lima Miquelluti<sup>4</sup>

**Resumo** – Cerca de 80% dos recursos tomados pelos produtores rurais são da modalidade regulada, mas, há interesse, do lado do governo, de aumentar a participação do mercado livre na concessão de recursos para o setor agropecuário. Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho foi entender quais são as variáveis que exercem influência direta na oferta de crédito rural a juros livres no Brasil. Para isso, estimou-se um modelo VAR, com as seguintes variáveis: crédito rural livre; IBC-BR; IGP-DI; inadimplência; taxa de juros livre; e taxa de juros regulada. Os resultados mostram que as taxas de juros reguladas exercem impacto negativo na oferta de crédito rural livre. A inadimplência e a inflação corroboram os resultados encontrados na literatura, enquanto a atividade econômica não exerceu impacto.

**Palavras-chave:** política agrícola, política creditícia, política rural.

### Free rural credit offer: VAR model

**Abstract** – About 80% of the financial resources borrowed by agricultural producers are regulated. However, the Brazilian government is interested in the increase of the participation of the free market on the offering of credit to the agricultural sector. In this context, the main objective of this work was to understand which variables exert a direct influence on the offer of rural credit at free interest rates in Brazil. To do so, a VAR model was estimated with the following variables: free rural credit; IBC-BR; IGP-DI; default; free interest rate; regulated interest rate. The results showed that the regulated interest rates have a negative impact on the supply of free rural credit. Default and inflation corroborate the results found in the literature, while the economic activity had no impact.

**Keywords:** agricultural policy, credit policy, rural policy.

### Introdução

Desde o início da década de 1990, o governo brasileiro tenta estimular o aumento da participação do setor privado no mercado de crédito rural. A ideia é que o Estado atue como agente regulador e não mais como gerador dos

recursos, como acontecia nas décadas de 1970 e 1980 (Cardoso, 2018). Com isso, diversos instrumentos de financiamento privados surgiram nesse período.

Em 1994, foi criada a Cédula de Produto Rural (CPR) na modalidade física (Brasil, 1994).

<sup>1</sup> Original recebido em 2/1/2022 e aprovado em 18/3/2022.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo. E-mail: guilhermerocha\_7@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo. E-mail: vitorozaki@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade de São Paulo. E-mail: danielmiquelluti@yahoo.com.br

Já em 2004, pela lei 11.076 (Brasil, 2004), foram criados cinco títulos de financiamento: Certificado de Depósito Agropecuário e Warrant Agropecuário (CDA/WA); Letra de Crédito do Agronegócio (LCA); Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA); e Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA).

Além disso, a participação dos bancos privados no repasse do crédito rural cresceu significativamente. Em 1995, o valor dos empréstimos dos bancos privados representava 12,3% do total de crédito bancário agropecuário, contra 87,7% dos bancos públicos (Silva & Lapo, 2012). Já em 2019, os números eram 45% e 55%, respectivamente (Bacen, 2020).

Mesmo com a crescente participação dos agentes privados no setor, os recursos tomados pelos produtores rurais são majoritariamente regulados pelo governo. No Plano Agrícola e Pecuário (PAP) 2018/2019, foram disponibilizados R\$ 191,1 bilhões para o crédito rural, R\$ 153,7 bilhões (80%) dos quais a juros controlados e R\$ 37,4 bilhões (20%) a juros livres (Brasil, 2018).

O objetivo principal deste trabalho foi entender se, ao mesmo tempo que o governo ajudou os produtores rurais no acesso ao crédito, pela política de equalização da taxa de juros, ele atrapalhou o desenvolvimento do mercado do crédito rural a juros livres.

Em outras palavras, almeja-se responder: as taxas de juros reguladas do crédito rural exercem alguma influência negativa sobre a oferta do crédito rural a juros livres? De maneira complementar, busca-se avaliar econometricamente a influência de variáveis determinantes para a oferta de crédito<sup>5</sup>: atividade econômica do Brasil (IBC-BR); inadimplência; e inflação.

Este estudo pode auxiliar os formuladores de políticas públicas a entenderem os pontos a serem analisados mais minuciosamente para

fazer crescer a oferta de crédito rural a juros livres no País. Para isso, fez-se uma análise, para o período de março de 2011 a outubro de 2019, como emprego da metodologia econométrica de vetores autorregressivos (VAR). O método para a identificação correta da oferta do crédito rural livre é baseado no método proposto por Walsh & Wilcox (1995).

## Referencial teórico

### Relação de substitutibilidade entre o crédito rural livre e o crédito rural regulado

A curva de oferta, amplamente estudada em microeconomia, informa a quantidade de mercadoria que os produtores estão dispostos a vender a determinado preço. Já a curva de demanda ilustra quanto os consumidores desejam comprar à medida que muda o preço unitário. Além da relação preço/quantidade, outros fatores podem influenciar as curvas de oferta e demanda de um determinado bem: custos de produção; renda; bens substitutos; e bens complementares, por exemplo (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

No caso específico do crédito, define-se preço como a taxa de juros vigente e a quantidade como o montante monetário transacionado. Para o caso do crédito rural, supõe-se aqui que as modalidades livre e regulada se comportam de maneira semelhante a dois bens substitutos (concorrentes)<sup>6</sup>. Os dois tipos de crédito são utilizados para as mesmas finalidades, distinguindo-se apenas pelos prazos, preços e condições.

Pode-se presumir que o consumidor sempre vai optar pelo bem mais barato (considerando que não exista assimetria de informação). O produtor rural só não vai usar a modalidade de crédito regulado, que possui as menores

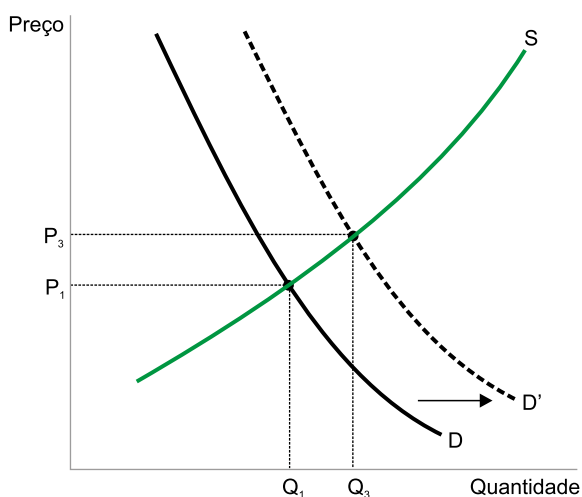
<sup>5</sup> Variáveis selecionadas na literatura tradicional de crédito (Fucidji & Prince, 2009; Tabak et al., 2010; Guo & Stepanyan, 2011; Imran & Nishat, 2013; Telles, 2017).

<sup>6</sup> Além do crédito rural livre e regulado, o crédito rural não oficial e os recursos tomados no mercado financeiro fazem parte da relação de substituição entre os bens.

taxas de juros, caso não consiga ter acesso a esse benefício, algumas vezes pela burocracia excessiva.

De acordo com o Manual de Crédito Rural (MCR) (Bacen, 2022d), muitos documentos podem ser exigidos do produtor rural: idoneidade; orçamento, plano ou projeto; oportunidade, suficiência e adequação dos recursos; observância de cronograma de utilização e de reembolso; fiscalização pelo financiador.

Estabelecida a relação de substitutibilidade, espera-se que o aumento do preço de um bem (crédito rural regulado) produza crescimento da quantidade demandada do outro (crédito rural livre). Esse movimento pode ser representado por meio do deslocamento da curva de demanda para a direita (Figura 1), oriundo da relação de equilíbrio entre oferta e demanda do segundo bem (crédito rural livre).



**Figura 1.** Deslocamento da curva de demanda ocasionado pelo aumento do preço de um bem substituto.

Fonte: Pyndyck & Rubinfeld (2013).

Depois do deslocamento da curva de demanda, o mercado se equilibra com uma maior quantidade ofertada do bem, passando de  $Q_1$  para  $Q_3$ , e com um maior preço ( $P_3$ ). Além dessa relação, a política monetária vigente pode afetar

a quantidade de crédito disponível. Na literatura, a teoria que defende essa conexão é denominada canal de crédito, explorada a seguir.

## Teoria do canal de crédito

A visão tradicional do mecanismo de transmissão de política monetária, por meio da taxa de juros, é vista como ensinamento padrão em macroeconomia. A visão keynesiana pode ser descrita pela seguinte relação: uma política monetária expansionista leva a uma queda da taxa de juros real por consequência de uma diminuição do custo do capital. Desse modo, os gastos com investimento aumentam, levando a uma elevação da demanda agregada e, portanto, do produto (Mishkin, 1995; Sato, 2013).

Essa visão tradicional ainda é adotada pelos formuladores de política monetária para influenciar o custo de capital e, conseqüentemente, afetar as decisões de gastos das famílias e investimentos das empresas. Porém, alguns autores argumentam que essa visão é incompleta, já que esse modelo não consegue explicar satisfatoriamente a magnitude, o *timing* e a composição dos efeitos de choques de política monetária na economia (Bernanke & Gertler, 1995; Sato, 2013).

Essa insatisfação em relação à teoria tradicional levou diversos economistas a estudarem imperfeições e a trajetória do mercado de crédito para explicar os efeitos da política monetária. Surge então a teoria do canal de crédito, que amplifica a propagação dos impactos de variações das taxas de juros. Esse canal complementa a visão tradicional de política monetária e não deve ser visto como alternativa à visão convencional (Sato, 2013).

De acordo com essa teoria, a política monetária não afeta apenas a taxa de juros, mas também o Prêmio de Financiamento Externo (*spread*)<sup>7</sup>. Colabora para explicar, de uma maneira mais satisfatória, a interação entre alterações

<sup>7</sup> Esse prêmio consiste na diferença entre os custos dos recursos captados externamente (emissão de títulos) e os custos dos recursos gerados internamente (retenção de lucros) (Evangelista & Araújo, 2018).



das taxas de juros e variáveis reais da economia. A sua magnitude representa as imperfeições do mercado que surgem da relação presente entre a expectativa de retorno dos emprestadores e os custos de capital com que se deparam os tomadores de empréstimo (Evangelista & Araújo, 2018).

Desse modo, uma alteração na política monetária que aumente ou diminua a taxa de juros de *open market* tende a variar o prêmio de financiamento externo para a mesma direção. O impacto direto da taxa de juros sobre o custo dos empréstimos e, conseqüentemente, sobre os gastos reais e a atividade real é potencializado por alterações no prêmio de financiamento externo (Bernanke & Gertler, 1995; Evangelista & Araújo, 2018).

Bernanke & Gertler (1995) apresentam dois meios de relação entre as ações do Banco Central e o prêmio de financiamento externo: por meio do balanço das empresas (*balance sheet*) e por meio dos empréstimos bancários (*banking lending channel*). Souza Sobrinho (2003, p.12) afirma que o primeiro

[...] é uma explicação mais geral para o canal de crédito, pois supõe que todas as fontes externas de financiamento (incluindo o empréstimo bancário) são substitutas imperfeitas para os fundos internos da firma (geração de caixa e lucros retidos).

Para o autor, o segundo

[...] é um caso particular do *broad credit channel*, pois enfatiza as implicações de apenas uma fonte de financiamento externo (a oferta de crédito bancário) para a transmissão de política monetária.

Sato (2013) afirma que, caso aconteça queda da oferta de crédito, espera-se que o prêmio aumente (custos para encontrar um novo emprestador e estabelecer relação, por exemplo) e a atividade econômica desacelere. Para a autora, a questão controversa nesse canal é se a política monetária consegue afetar significativamente a oferta de crédito por parte dos bancos. Portanto,

para que isso aconteça, é preciso admitir que os bancos não conseguem substituir facilmente sua fonte de financiamento quando a taxa referencial é elevada.

Para que o canal de crédito exista, duas condições são necessárias: em primeiro lugar, algumas firmas devem ser dependentes do crédito bancário e, assim, não conseguem facilmente encontrar outra forma de financiamento; em segundo, as ações de política monetária devem ter efeitos diretos sobre a oferta de crédito (Sato, 2013).

Satisfeitas essas condições, o canal pode ser sintetizado da seguinte forma: em uma política monetária contracionista ( $M\downarrow$ ), com aumento das taxas de juros ( $i\uparrow$ ) capaz de provocar redução nos depósitos bancários, aumentariam os problemas de seleção adversa e risco moral ( $SA\uparrow$  &  $RM\uparrow$ ), o que aprofundaria o grau de assimetria de informação do mercado e, como consequência, reduziriam os empréstimos bancários ( $Eb\downarrow$ ). Esse processo provoca aumento do prêmio de financiamento externo, que comprometeria os gastos em consumo ( $C\downarrow$ ) e investimento ( $I\downarrow$ ), gerando uma redução da demanda agregada e, como consequência, a queda do produto da economia ( $Y\downarrow$ ) (Evangelista & Araújo, 2018). Esquemáticamente:

$M\downarrow \rightarrow i\uparrow \rightarrow SA\uparrow \text{ \& \ } RM\uparrow \rightarrow Eb\downarrow \rightarrow C\downarrow \text{ e } I\downarrow \rightarrow Y\downarrow$

Estabelecida a relação das variáveis macroeconômicas com a disponibilidade de crédito, é preciso entender qual é a melhor maneira de identificar a oferta desse bem. Walsh & Wilcox (1995) usaram choques na taxa de juros de mercado como *proxy* para identificar a oferta de empréstimos. Esta pesquisa se valerá da mesma estratégia, já que esse procedimento de identificação da oferta de crédito é a principal contribuição dos autores para a literatura do canal de crédito.

Evangelista & Araújo (2018) explicam resumidamente a ideia:

[...] em uma situação de aperto monetário, caso os bancos não consigam recursos alternativos para manter os níveis de crédito no mes-

mo nível que antes do choque, eles terão que reduzir a oferta de crédito, como já discutido. Dessa forma, um aumento da Selic irá aumentar a taxa de juros de mercado, pois os bancos irão querer compensar a perda de rentabilidade causada pela redução da diferença entre as duas taxas. Assim, a elevação da taxa de juros de mercado irá refletir um choque negativo de oferta de crédito (Evangelista & Araújo, 2018, p.12).

Segundo os autores, o argumento de que a taxa de juros de mercado reflete a oferta de crédito é válido para o caso brasileiro, quando se observa a influência da inflação no mercado de crédito no País:

No período de alta inflação, entre o início dos anos 1980 até meados da década de 1990, o volume de crédito concedido era baixo, pois as taxas de juros do mercado eram altas para compensar a perda de receita do prestador no período. Já nos anos 2000, a estabilidade dos preços alcançada por meio do Plano Real permitiu ao setor bancário reduzir as taxas de juros, proporcionando uma maior oferta de crédito em relação à década anterior (Evangelista & Araújo, 2018, p.12).

## Revisão de literatura

Os estudos empíricos, para entender quais são as variáveis que exercem influência sobre a disponibilidade de crédito, começaram com Kahyap et al. (1993), que verificaram os efeitos de uma política monetária restritiva com base na composição de financiamento externo das firmas. Concluíram que a oferta de crédito é reduzida a partir de uma política monetária contractionista e, como consequência, também os investimentos e a demanda agregada.

Souza Sobrinho (2003) apresentou evidências empíricas para o *bank lending channel* no Brasil no pós-Plano Real. Por meio de análise da função impulso-resposta, concluiu que os ban-

cos reduzem a oferta de crédito e aumentam o *spread* em resposta a um arrocho monetário, o que afeta negativamente a atividade econômica.

Takeda (2003), que avaliou os efeitos da política monetária sobre a oferta de crédito, aponta a existência de uma correlação positiva entre a oferta de crédito e o PIB industrial e uma correlação negativa entre a oferta de crédito e a taxa de inflação do IPCA.

Blum & Nakane (2005) analisaram o impacto do requerimento de capital na oferta de crédito e concluíram que o Índice de Brasília<sup>8</sup> está positivamente correlacionado com essa variável, ou seja, bancos mais capitalizados e com menos custos de regulação ofertam mais crédito, *ceteris paribus*.

Fucidji & Prince (2009) mostraram evidências empíricas do comportamento do crédito bancário. Os principais resultados apontam para uma correlação inversa entre operações de crédito e aplicações em títulos públicos e uma correlação positiva entre grau de alavancagem e PIB a preços constantes, de um lado, e operações de crédito, de outro.

Tabak et al. (2010) mostraram que durante os períodos de afrouxamento/aperto da política monetária, os bancos aumentam/diminuem seus empréstimos. Esse estudo traz evidências empíricas para a existência do *bank lending channel*.

Guo & Stepanyan (2011) examinaram mudanças no crédito bancário em uma ampla gama de economias emergentes. Os resultados mostraram que financiamentos nacionais e estrangeiros, crescimento econômico, saúde financeira dos bancos<sup>9</sup> e uma política monetária expansionista contribuem para o crescimento do crédito. Já uma alta taxa de inflação aumenta o crédito nominal e prejudica o crescimento real do crédito.

Ianaze (2011) analisou se as características específicas dos bancos (liquidez e tamanho) in-

<sup>8</sup> Mede a saúde financeira de uma instituição com uma relação entre capital próprio e de terceiros.

<sup>9</sup> Percentual de inadimplência das instituições financeiras.

fluenciavam a qualidade do crédito de suas carteiras em momentos de aperto monetário. Além disso, o estudo usou dados mais recentes para atualizar o trabalho de Takeda (2003). O autor conclui que: o aumento da taxa Selic causa redução da oferta de crédito total; variações positivas nas taxas de inflação causam redução da oferta de crédito; e o volume de crédito de baixa qualidade é reduzido em momentos de apertos monetários.

Mendonça & Sachsida (2013), que estimaram o sistema de oferta e demanda de crédito bancário no Brasil, observaram os sinais esperados para a inadimplência, a taxa de captação e a inflação nas funções de oferta de crédito para os segmentos de crédito pessoa física (PF) e pessoa jurídica (PJ).

Imran & Nishat (2013) identificaram empiricamente os fatores que explicam o crédito bancário às empresas em diferentes ambientes financeiros. Os resultados indicam que o passivo externo, os depósitos domésticos, o crescimento econômico, a taxa de câmbio, as condições monetárias, a saúde financeira e a liquidez dos bancos estão significativamente associados ao crédito bancário.

Telles (2017) identificou os determinantes da oferta de crédito privado no Brasil em 2010–2017 e concluiu que o grau de alavancagem dos bancos, o montante de depósitos à vista, o Produto Interno Bruto (PIB) e a taxa de câmbio têm impacto positivo sobre a oferta de crédito privado.

## Base de dados

Com base na literatura, foram escolhidas cinco variáveis para esta pesquisa (além do próprio crédito rural livre). A base de dados consiste em séries temporais com frequência mensal, de março de 2011 a outubro de 2019 (104 observações). Esse intervalo é consequência da disponibilidade dos dados, ou seja, o maior período para o qual estão disponíveis todas as variáveis:

- IBC-BR – 24363 – Índice de atividade econômica do Banco Central (Bacen, 2022c).

- INFLAÇÃO – IGP-DI (Ipea, 2022).
- JUROS-MERCADO – 25494 – Taxa média mensal de juros das operações de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas de mercado (Bacen, 2022e).
- JUROS-REGULADOS – 25495 – Taxa média mensal de juros das operações de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas reguladas (Bacen, 2022f).
- INADIMPLÊNCIA – 21146 – Inadimplência da carteira de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas de mercado (Bacen, 2022b).
- CRÉDITO-RURAL-LIVRE – 20699 – Concessão de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas de mercado (Bacen, 2022a).

Quanto ao tratamento das séries, pode-se destacar:

- 1) A série CRÉDITO-RURAL-LIVRE representa o montante monetário em termos reais. O valor foi corrigido com base em outubro de 2019 pelo IGP-DI.
- 2) As séries JUROS-MERCADO e JUROS-REGULADOS representam valores reais, descontada a inflação (IGP-DI) do período.
- 3) As séries IBC-BR, INFLAÇÃO, INADIMPLÊNCIA e CRÉDITO-RURAL-LIVRE foram ajustadas sazonalmente pelo pacote X-13ARIMA-SEATS, no *software* R (Sax, 2016).

A ordenação das variáveis foi feita com base nos estudos de Walsh & Wilcox (1995), Souza Sobrinho (2003), Sato (2013) e Evangelista & Araújo (2018). O arranjo segue a seguinte ordem: IBC-BR; IGP-DI; INADIMPLÊNCIA; JUROS-REGULADOS; JUROS-MERCADO; CRÉDITO-RURAL-LIVRE.

O IBC-BR é a variável mais exógena do sistema, não sofrendo influência contemporânea das

demais. A variável IGP-DI sofre efeitos contemporâneos apenas do IBC-BR. A INADIMPLÊNCIA é afetada de maneira contemporânea pelas variáveis IBC-BR e IGP-DI. A variável JUROS-REGULADOS sofre os efeitos contemporâneos das variáveis IBC-BR, IGP-DI e INADIMPLÊNCIA. A variável JUROS-MERCADO é afetada de maneira contemporânea por IBC-BR, IGP-DI, INADIMPLÊNCIA e JUROS-REGULADOS. Por último, o CRÉDITO-RURAL-LIVRE é a variável mais endógena do sistema, sofrendo efeitos contemporâneos de todas as outras.

## Metodologia

Empregou-se aqui a metodologia de vetores autorregressivos (VAR), que é um sistema de equações que determina as inter-relações entre as variáveis do modelo, e não as estimativas dos parâmetros em si (Caldarelli, 2010). Com esse modelo, é possível gerar os seguintes resultados: funções impulso-resposta; decomposição da variância; e causalidade de Granger.

Segundo Bueno (2012), são necessárias as seguintes pressuposições para se estimar um modelo VAR: as variáveis devem ser estacionárias e os erros devem ter comportamento de ruído branco. Para o autor, pode-se expressar um modelo autorregressivo de ordem  $p$  por um vetor  $n$  de variáveis endógenas,  $X_t$ , que estão conectadas entre si por meio de uma matriz  $A$ , conforme a equação

$$AX_t = B_0 + \sum_{i=1}^p B_i X_{t-i} + B \epsilon_t \quad (1)$$

em que  $A$  é uma matriz  $n \times n$  que define as restrições contemporâneas entre as variáveis que constituem o vetor  $n \times 1$ ,  $X_t$ ;  $B_0$  é um vetor de constantes  $n \times 1$ ;  $B_i$  são matrizes  $n \times n$ ;  $B$  é uma matriz diagonal  $n \times n$  de desvios padrão; e  $\epsilon_t$  é um vetor  $n \times 1$  de perturbações aleatórias não correlacionadas entre si contemporânea ou temporalmente.

A equação 1 expressa a forma estrutural do modelo VAR, mas necessita-se da forma reduzida para estimar o modelo, por conta da endogeneidade das variáveis (Bueno, 2012). Multiplicando a equação por  $A^{-1}$ ,

$$X_t = A^{-1} B_0 + \sum_{i=1}^p A^{-1} B_i X_{t-i} + A^{-1} B \epsilon_t \quad (2)$$

ou, agrupando os termos,

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_1 X_{t-i} + \epsilon_t \quad (3)$$

A equação 3 representa a forma reduzida do modelo VAR<sup>10</sup>, em que  $A_0 = A^{-1} B_0$ ,  $A_1 = A^{-1} B_i$  e  $\epsilon_t = A^{-1} B \epsilon_t$ . Desse modo, estimou-se o modelo a partir da ordenação de Cholesky. Esse método de ordenação implica que os choques que afetam a primeira variável também afetam de maneira contemporânea as demais, mas os choques sobre as demais variáveis não afetam a primeira. Os choques na segunda variável afetam as variáveis a partir da terceira, mas a segunda variável não é afetada pelos choques dessas variáveis. E assim por diante (Souza Sobrinho, 2003).

Com base na advertência publicada por Cavalcanti (2010), não se empregou aqui o teste de causalidade de Granger para identificar a ordenação das variáveis. O autor afirma que

[...] o conceito de causalidade de Granger não guarda necessariamente nenhuma relação com a ocorrência (ou não) de efeitos contemporâneos de uma variável sobre outra (Cavalcanti, 2010, p.253).

Por esse motivo, um modelo VAR que possui uma ordenação das variáveis baseada nos testes de causalidade de Granger apresenta uma ordenação causal contemporânea desacertada.

Além disso, os coeficientes do modelo VAR não serão diretamente interpretados, já que a existência de multicolinearidade os torna, em muitos casos, não significativos estatisticamente

<sup>10</sup> Também conhecida como forma padrão.

(Evangelista & Araújo, 2018). As análises serão feitas com base nas funções impulso-resposta e na decomposição da variância dos erros.

De acordo com Mayorga et al. (2007, p.684-685),

Uma função impulso-resposta delinea o comportamento das séries incluídas no modelo VAR em resposta a choques ou mudanças provocadas por variáveis residuais.

Além disso, segundo Ishii (2009), a função impulso-resposta é escrita a partir de uma representação média móvel em que as variáveis do modelo são expressas em termos dos valores correntes e passados das perturbações aleatórias ( $\epsilon_i$ ). Pode-se representar a média móvel por

$$X_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A^i + \epsilon_{t-i} \quad (4)$$

em que  $\mu$  representa a média das variáveis escolhidas para o modelo. Nesta pesquisa, o horizonte de tempo escolhido para as funções foi de 48 meses, pois isso facilita a comparação dos momentos em que os choques se dissipam. O intervalo de confiança é de 95%.

A análise da decomposição de variância, por sua vez, permite verificar qual é a participação relativa de determinada variável na explicação da variância de outra variável do modelo (Vieira & Cardoso, 2007). Em outras palavras, a decomposição da variância exibe a evolução do comportamento dinâmico apresentado pelas variáveis do sistema econômico ao longo

do tempo. Ela permite separar a variância dos erros de previsão para cada variável em componentes que podem ser atribuídas a ela própria e às demais variáveis endógenas. Esse processo é determinado de forma isolada, apresentando em termos percentuais o efeito que um choque não antecipado sobre determinada variável tem sobre ela própria e as demais variáveis do sistema (Margarido et al., 2004).

Por fim, foram feitos os testes usuais de diagnósticos dos resíduos, cuja finalidade é confirmar a confiabilidade dos resultados: autocorrelação (Portmanteau); heterocedasticidade (White); e normalidade (Jarque-Bera).

## Resultados

### Análise dos dados e testes estatísticos

A Tabela 1 mostra as estatísticas descritivas das variáveis desta pesquisa.

O primeiro passo para aplicar a metodologia proposta, é verificar se as séries são estacionárias. A Tabela 2 mostra os resultados do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Foram reportados todos os resultados do teste para as séries em nível e, no caso das séries diferenciadas, os resultados são reportados até que a hipótese nula seja rejeitada.

As séries INFLAÇÃO, JUROS-MERCADO e JUROS-REGULADOS são estacionárias em nível por rejeitarem a hipótese nula ao nível de significância de 1% em M3, com ten-

**Tabela 1.** Estatísticas descritivas.

Variável	Unidade	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
IBC-BR	Número índice	140,38	4,64	131,67	153,04
INFLAÇÃO	% ao mês	0,465	0,59	-1,196	1,832
JUROS-MERCADO	% ao mês (média)	0,618	0,62	-1,002	2,299
JUROS-REGULADOS	% ao mês (média)	0,051	0,62	-1,257	1,954
INADIMPLÊNCIA	% ao mês	2,784	1,18	1,439	6,584
CRÉDITO-RURAL-LIVRE	R\$ milhão <sup>(1)</sup>	456,15	585,74	55,349	3.330,189

<sup>(1)</sup> A preços do último mês.

**Tabela 2.** Resultados do teste de raiz unitária (ADF).

Variável	Defasagens	tau3	$\Phi_3$	tau2	$\Phi_1$	tau1	Defasagens	tau3
Nível							Diferença	
IBC-BR	1	-1,4 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	-1,16 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	1	-9,9***
INFLAÇÃO	1	-5,2***	14,0***	-5,2***	13,8***	-3,6***	-	-
JUROS-MERCADO	1	-5,1***	13,0***	-5,4***	14,7***	-3,3***	-	-
JUROS-REGULADOS	1	-5,2***	13,6***	-5,3***	14,3***	-5,3***	-	-
INADIMPLÊNCIA	1	-1,3 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	-1,5 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	1	-5,7***
CRÉDITO-RURAL-LIVRE	1	1,2 <sup>ns</sup>	3,3 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>	4,9 <sup>ns</sup>	-2,3 <sup>ns</sup>	1	-7,9***

Notas: \*\*\* significância a 1%; \*\* significância a 5%; \* significância de 10%; <sup>ns</sup> não rejeição da hipótese nula.

dência e intercepto. Porém, as séries IBC-BR, INADIMPLÊNCIA e CRÉDITO-RURAL-LIVRE se tornaram estacionárias em M3 apenas ao realizar a primeira diferença. O próximo passo seria fazer um teste de cointegração entre as variáveis, já que três delas não são estacionárias em nível. Todavia, seguindo Sims et al. (1990), isso não foi feito aqui. Segundo eles, a análise com modelos autorregressivos tem o propósito de determinar as relações entre as variáveis, e não os parâmetros estimados. Assim, não é necessário preocupar-se com a estrutura de cointegração entre as variáveis. Diversos autores seguem essa suposição: Bernake & Gertler (1995), Fonseca (2008), Dias Júnior & Denardin (2010) e Evangelista & Araújo (2018), por exemplo.

Quanto ao número de defasagens ótimas para o modelo, o critério de SC (Schwarz) apontou para duas defasagens. Entretanto, para evitar a presença de autocorrelação dos resíduos<sup>11</sup>, decidiu-se utilizar três defasagens.

### Funções impulso-resposta

Neste estudo, os impulsos foram dados nas variáveis IBC-BR, INFLAÇÃO, JUROS-REGULADOS, INADIMPLÊNCIA. A resposta é dada na variável JUROS-MERCADO, sendo ela

a *proxy* escolhida para representar a oferta desse bem.

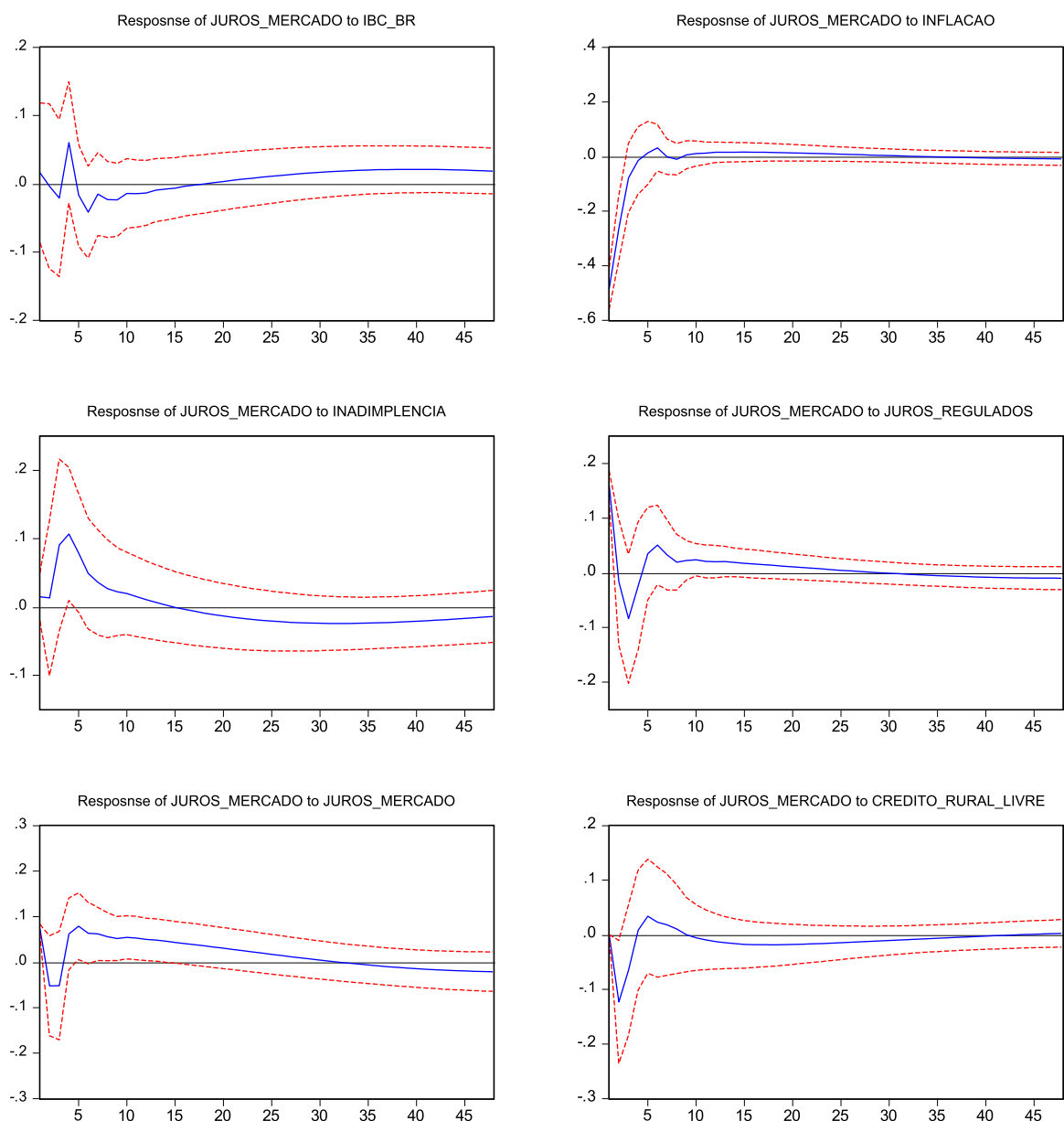
De acordo com a teoria microeconômica anteriormente exposta, espera-se que o aumento em JUROS-REGULADOS produza crescimento da demanda de crédito rural livre e, posteriormente, da oferta de crédito rural livre. Além disso, de acordo com a teoria do canal de crédito, o aumento de IBC-BR deve gerar aumento da oferta de crédito; a alta da INFLAÇÃO deve produzir queda da oferta de crédito; e o aumento da INADIMPLÊNCIA deve causar recuo da oferta de crédito.

A Figura 2 mostra as funções impulso-resposta geradas pelo *software* Eviews (IHS Markit, 2022).

Depois de um choque em JUROS-REGULADOS, nota-se aumento imediato em JUROS-MERCADO, seguido de uma trajetória de queda até o terceiro período, que ultrapassa inclusive a linha de base. A partir disso, pode-se afirmar que esse comportamento confirma a suposição de que o crédito rural a juros livres e o crédito rural a juros regulados se comportam como dois bens substitutos (Figura 3).

Inicialmente, os dois bens estão em equilíbrio no ponto A. Depois de um choque no preço

<sup>11</sup> O teste de Portmanteau indicou autocorrelação dos resíduos com duas defasagens.

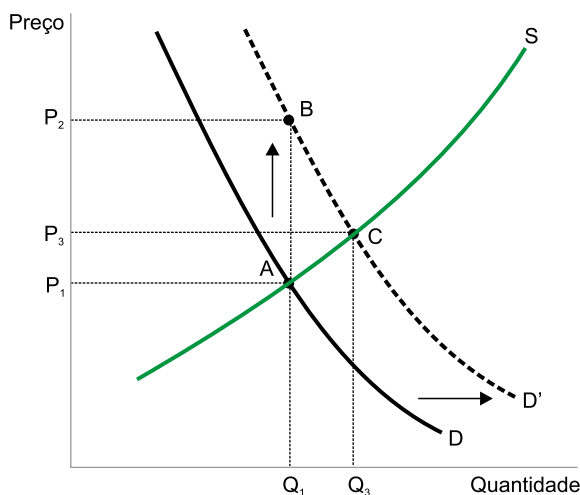


**Figura 2.** Funções de resposta da taxa de juros de mercado provenientes de impulsos nas demais variáveis.

do crédito rural regulado (taxa de juros), a curva de demanda do crédito rural a juros livres se desloca para a direita, como descrito anteriormente. A partir daqui, pode-se supor algumas relações de mercado.

Depois do choque, o mercado do crédito rural livre não está preparado para receber a demanda proveniente do crédito rural regulado, e isso gera um alta imediata do preço do bem ("es-

cashez do bem"), de A para B (a mesma quantidade Q1 com o preço superior P2). A partir desse ponto, o preço do crédito é maior do que o preço de equilíbrio inicial, o que torna atrativa a entrada de outros agentes no mercado e gera aumento gradativo da oferta. Esse aumento é representado pela queda da taxa de juros de mercado na função impulso-resposta, período 0 até o período 3.



**Figura 3.** Deslocamento da curva de demanda ocasionado pelo aumento do preço de um bem substituto – novo equilíbrio de mercado.

Fonte: adaptado de Pindyck & Rubinfeld (2013).

À medida que cresce a disponibilidade do bem, cai o preço, passando de B ( $Q_1, P_2$ ), para C ( $Q_3, P_3$ ). O ponto C, portanto, representa o novo equilíbrio de mercado depois do choque em JUROS-REGULADOS e contempla uma maior quantidade ofertada do bem com um maior preço quando comparado com a situação inicial (ponto A).

Quanto a um choque em IBC-BR, a linha de base ficou dentro do intervalo de confiança, sinalizando que o choque não teve efeito na variável JUROS-MERCADO. Pode-se tentar explicar esse resultado com base no fato de que o crédito rural a juros livres possui baixa participação em relação ao crédito total do País. Seria mais congruente utilizar o PIB agropecuário em vez do IBC-BR (*proxy* do PIB total). Todavia, não se tem disponível essa variável com frequência mensal dos dados, apenas trimestral.

Mesmo com essa limitação no modelo, a trajetória de resposta da variável JUROS-MERCADO, dado um choque em IBC-BR, concorda com o esperado (Souza Sobrinho, 2003; Takeda, 2003; Fucidji & Prince, 2009; Tabak et al., 2010; Guo & Stepanyan, 2011; Imran &

Nishat, 2013; Telles, 2017): queda entre os períodos 0 e 3 e entre os períodos 4 e 6 (representando aumento de oferta). Já o intervalo de 3 a 4 exibe aumento da variável (queda da oferta). Depois do sexto período, o choque começa a se dissipar.

Por sua vez, depois de um choque em INFLAÇÃO (IGP-DI), a variável JUROS-MERCADO cai imediatamente, iniciando uma trajetória de crescimento entre os períodos 0 e 6. A alta da taxa de juros no intervalo representa uma queda da quantidade ofertada de crédito rural livre. Esse comportamento converge com os resultados encontrados na literatura, já que um choque não esperado na inflação diminui o valor da taxa de juros real e faz cair a quantidade ofertada desse bem<sup>12</sup> (Takeda, 2003; Guo & Stepanyan, 2011; Ianaze, 2011; Mendonça & Sachsida, 2013; Evangelista & Araújo, 2018).

Esse resultado mostra a importância da política de crédito rural adotada no Brasil, já que o setor agropecuário é estratégico e possui alto nível de encadeamento com os outros segmentos produtivos. Em momentos de alta inflação, os juros de mercado acompanham os acréscimos. Os produtores rurais menos capitalizados e que dependem exclusivamente da oferta de crédito rural bancário sofrem com esse incremento do custo de capital, o que pode inviabilizar sua produção. Nesses casos, faz-se necessária a regulação da taxa de juros.

No que diz respeito a um choque na variável INADIMPLÊNCIA, o resultado encontrado concorda com a literatura (Guo & Stepanyan, 2011; Imran & Nishat, 2013; Mendonça & Sachsida, 2013). A linha de base ficou fora do intervalo de confiança apenas no quarto período, sinalizando que nesse ponto houve impacto. Pode-se supor que, depois do aumento inesperado da inadimplência, os agentes que atuam nesse mercado começam a perder o interesse em ofertar crédito rural livre. Dessa forma, reduz-se a quantidade ofertada, que é representada pela alta do preço (taxa de juros).

<sup>12</sup> Esse comportamento pode ser explicado por uma expectativa de aperto monetário (Ianaze, 2011).



Depois de um choque em CRÉDITO-RURAL-LIVRE, diminui-se gradativamente a variável JUROS-MERCADO, sinalizando aumento de oferta até o segundo período. A partir desse ponto, a linha de base fica fora do intervalo de confiança, indicando que o choque não tem mais efeito na variável.

### Decomposição da variância

A Tabela 3 mostra os resultados da decomposição da variância da variável JUROS-MERCADO para um período de 48 meses.

Os resultados da decomposição da variância dos erros de previsão da variável JUROS-MERCADO mostraram que, decorridos 48 meses de um choque não antecipado sobre ela, 61,80% de seu comportamento decorre da variável INFLAÇÃO e 12,17%, dela própria. As outras variáveis correspondem a 26,02%: INADIMPLÊNCIA (8,76%); JUROS-REGULADOS (8,65%); CRÉDITO-RURAL-LIVRE (5,25%); e IBC-BR (3,36%).

Chama a atenção a representatividade da variável INFLAÇÃO na decomposição da variância ao longo dos períodos. O resultado confirma sua importância na determinação da taxa de juros, corroborando a literatura do canal de crédito:

uma variação positiva da inflação resulta num aumento da taxa Selic, que, por sua vez, resulta em alta da taxa de juros de mercado (Souza Sobrinho, 2003; Tabak et al., 2010; Sato, 2013; Evangelista & Araújo, 2018). Além disso, a alta representatividade da inflação na determinação da taxa de juros reforça a relevância da política de regulação das taxas de juros para certos grupos de produtores rurais, como os de pequeno porte.

Quanto à variável JUROS-REGULADOS, os resultados confirmam a hipótese inicial desta pesquisa, ou seja, de que as taxas de juros reguladas do crédito rural exercem influência negativa sobre a oferta de crédito rural a juros livres<sup>13</sup>. Num contexto em que existe interesse em desenvolver e amadurecer o mercado privado de crédito rural, começa a não fazer sentido disponibilizar recursos regulados para grupos de produtores que não precisam acesso a esse benefício.

O diretor de agronegócios do banco Santander, Carlos Aguiar, em seminário realizado pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) em 2018, afirmou que as taxas subsidiadas devem permanecer só para programas como o Pronaf e o Pronamp. Segundo o diretor, parte dos recursos alocados em equalização da taxa de juros deve ser utilizada em políticas

**Tabela 3.** Decomposição da variância – JUROS-MERCADO.

Período	Desvio padrão	IBC-BR	INFLAÇÃO	INADIMPLÊNCIA	JUROS-REGULADOS	JUROS-MERCADO	CRÉDITO-RURAL-LIVRE
1	0,5154	0,0971	88,1642	0,0830	9,6512	2,0043	0,0000
6	0,6552	1,4826	72,4341	6,6861	8,6996	5,7731	4,9242
12	0,6759	1,8127	68,1975	6,9888	8,9124	9,3048	4,7836
18	0,6877	1,7945	66,1815	6,7902	8,9788	11,259	4,9957
24	0,6943	1,8109	65,0974	6,9830	8,9146	11,939	5,2547
30	0,6989	2,0358	64,3027	7,5250	8,8081	11,943	5,3845
36	0,7033	2,4605	63,4891	8,1239	8,7165	11,820	5,3891
42	0,7084	2,9515	62,6225	8,5537	8,6648	11,882	5,3244
48	0,7135	3,3651	61,8084	8,7484	8,6502	12,176	5,2514

<sup>13</sup> De março de 2011 a outubro de 2019.

de garantias de preço, *hedge* e seguro rural. (Financiamento para o agronegócio..., 2018).

Por fim, a importância da variável INADIMPLÊNCIA no comportamento do JUROS-MERCADO cresce gradativamente: 0,08%, no primeiro período; 6,68% no sexto; e 8,75% decorridos 48 meses. Supõe-se que à medida que os contratos que possuem inadimplência vencem, eles não são renovados. Dessa maneira, aumenta-se gradativamente a importância da variável INADIMPLÊNCIA no aumento da variável JUROS-MERCADO.

## Considerações finais

Este estudo analisou se a taxa de juros regulada do crédito rural exerce influência negativa sobre a oferta do crédito rural a juros livres. Para isso, testou-se a suposição de que o crédito rural regulado e o crédito rural livre se comportam como bens substitutos. Além disso, avaliou-se a influência do IBC-BR, da inadimplência e da inflação na disponibilidade do crédito rural livre.

Os resultados encontrados confirmam que a regulação das taxas de juros do crédito rural exerce influência negativa sobre oferta de crédito rural livre. Esse resultado era previsível, já que o produtor rural só contrata crédito rural livre quando não consegue ter acesso ao crédito rural regulado. No entanto, é sabido que o setor bancário privado demonstrou desinteresse em atuar no segmento agropecuário ao longo dos anos, por conta do alto risco inerente (indústria a céu aberto).

Algumas ações vêm sendo tomadas pelo governo para sanar esse problema, como o desenvolvimento e o amadurecimento do mercado de seguro rural. Com isso, é possível garantir o recebimento do saldo devedor por parte das instituições bancárias em situações de sinistro nas safras. Com esses mecanismos funcionando corretamente, é possível pensar em diminuir gradativamente as regulações do crédito rural nos grupos de agropecuaristas que não precisam mais ter acesso a esse benefício, como aqueles que possuem alto

nível de produtividade, alto nível tecnológico na lavoura, boa saúde financeira e garantias – de maneira geral, os grandes produtores.

Porém, entende-se que ainda se faz necessária a política de regulação das taxas de juros para os grupos de produtores menos capitalizados, aqueles que não possuem garantias e dependem exclusivamente do financiamento bancário (pequenos produtores; agricultura familiar). Justifica-se a regulação para esse segmento com o resultado encontrado depois do choque na variável INFLAÇÃO. A resposta mostra que o valor real da variável JUROS-MERCADO cai imediatamente, iniciando depois uma trajetória de alta para compensar o aumento da variável INFLAÇÃO. Um aumento abrupto da taxa de juros de mercado pode inviabilizar a operação daqueles que dependem de financiamento externo.

Por fim, o resultado encontrado depois do choque na variável INADIMPLÊNCIA concorda com a literatura de crédito (Guo & Stepanyan, 2011; Mendonça & Sachsida, 2013; Imran & Nishat, 2013). O aumento do nível de inadimplência retrai a quantidade ofertada de crédito – a queda do nível tende a dilatar a oferta.

Como estudo futuro, sugere-se verificar a viabilidade de se retirar gradativamente as regulações do crédito rural para os grandes produtores rurais. É de extrema importância entender quais seriam os impactos de reduzir as equalizações e regulações do crédito rural, tanto no que se diz respeito à oferta de crédito rural livre quanto no que diz respeito à economia para os cofres públicos.

## Referências

BACEN. Banco Central do Brasil. **Concessão de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas de mercado**. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/20699-concessoes-de-credito-com-recursos-direcionados-pessoas-fisicas-credito-rural-com-taxas-d>>. Acesso em: 12 ago. 2022a.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Inadimplência da carteira de crédito com recursos direcionados – Pessoas Físicas – Crédito rural com taxas de mercado**. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/21146-inadimplencia-da-carteira-de-credito-com-recursos>>

direcionados---pessoas-fisicas---credito-ru>. Acesso em: 12 ago. 2022b.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Índice de atividade econômica do Banco Central - IBC-Br**. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/24363-indice-de-atividade-economica-do-banco-central---ibc-br>>. Acesso em: 12 ago. 2022c.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Matriz de Dados do Crédito Rural: crédito concedido**. 2020. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BACEN. Banco Central do Brasil. **MCR – Manual de Crédito Rural**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/mcr>>. Acesso em: 12 ago. 2022d.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Taxa média mensal de juros das operações de crédito com recursos direcionados - Pessoas físicas - Crédito rural com taxas de mercado**. 25494. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/25494-taxa-media-mensal-de-juros-das-operacoes-de-credito-com-recursos-direcionados---pessoas-fisic>>. Acesso em: 12 ago. 2022e.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Taxa média mensal de juros das operações de crédito com recursos direcionados - Pessoas físicas - Crédito rural com taxas de mercado**. 25495. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/25495-taxa-media-mensal-de-juros-das-operacoes-de-credito-com-recursos-direcionados---pessoas-fisic>>. Acesso em: 12 ago. 2022f.

BERNANKE, B.S.; GERTLER, M. Inside the black box: the credit channel of monetary policy transmission. **Journal of Economic Perspectives**, v.9, p.27-48, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.27>.

BLUM, D.; NAKANE, M. **O impacto de requerimentos de capital na oferta de crédito bancário no Brasil**. 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/4904059\\_O\\_Impacto\\_De\\_Requerimentos\\_De\\_Capital\\_Na\\_Oferta\\_De\\_Credito\\_Bancario\\_No\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/4904059_O_Impacto_De_Requerimentos_De_Capital_Na_Oferta_De_Credito_Bancario_No_Brasil)>. Acesso em: 9 ago. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.076, de 30 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Certificado de Depósito Agropecuário – CDA, o Warrant Agropecuário – WA, o Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio – CDCA, a Letra de Crédito do Agronegócio – LCA e o Certificado de Recebíveis do Agronegócio – CRA, dá nova redação a dispositivos das Leis nºs 9.973, de 29 de maio de 2000, que dispõe sobre o sistema de armazenagem dos produtos agropecuários, 8.427, de 27 de maio de 1992, que dispõe sobre a concessão de subvenção econômica nas operações de crédito rural, 8.929, de 22 de agosto de 1994, que institui a Cédula de Produto Rural – CPR, 9.514, de 20 de novembro de 1997, que dispõe sobre o Sistema de Financiamento Imobiliário e institui a alienação fiduciária de coisa imóvel, e altera a

Taxa de Fiscalização de que trata a Lei nº 7.940, de 20 de dezembro de 1989, e dá outras providências. 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/lei/l11076.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/l11076.htm)>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8.929, de 22 de agosto de 1994**. Institui a Cédula de Produto Rural, e dá outras providências. 1994. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8929.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8929.htm)>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2018/2019**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/plano-agricola-pecuario/PlanoAgricolaePecurio20182019.pdf/view>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

BUENO, R.D.L. da S. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CALDARELLI, C.E. **Fatores de influência no preço do milho no Brasil**. 2010. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <http://doi.org/10.11606/T.11.2010.tde-19042010-110404>.

CARDOSO, A. Política agrícola e fontes de recurso para o crédito rural: um estudo sobre a dinâmica do financiamento de grãos. In: CONGRESSO SUL CATARINENSE DE ADMINISTRAÇÃO E COMÉRCIO EXTERIOR, 2., 2018, Criciúma. **Internacionalização, inovação e sustentabilidade**: anais. Criciúma: UNESC, 2018.

CAVALCANTI, M.A.F.H. Identificação de modelos VAR e causalidade de Granger: uma nota de advertência. **Economia Aplicada**, v.14, p.251-260, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-80502010000200008>.

DIAS JUNIOR, P.H.; DENARDIN, A.A. Mecanismo de transmissão de política monetária via canal do balanço patrimonial para o período Pós-Plano Real. In: ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 13., 2010, Porto Alegre. **Anais**. [S.l.]: Anpec, 2010. Anpec Sul 2010.

EVANGELISTA, T.F.; ARAÚJO, E.C. de. A eficácia do crédito como canal de transmissão da política monetária no Brasil: estratégia de identificação da oferta e demanda de crédito. **Revista de Economia Contemporânea**, v.22, p.1-27, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/198055272224>.

FINANCIAMENTO para o agronegócio. Desafios alternativos para garantir o crescimento do setor. **Agroanalysis**, v.38, p.34-39, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/78233/74941>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

FONSECA, M.W. da. **Mecanismo de transmissão da política monetária no Brasil**: uma análise pós-regime

- de metas de inflação. 2008. 222p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- FUCIDJI, J.R.; PRINCE, D. de. Determinantes do crédito bancário: uma análise com dados em painel para as maiores instituições. *Análise Econômica*, v.27, p.233-251, 2009. DOI: <https://doi.org/10.22456/2176-5456.6066>.
- GUO, K.; STEPANYAN, V. **Determinants of bank credit in emerging market economies**. [Washington]: International Monetary Fund, 2011. (IMF. WP/11/51). DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1784539>.
- IANAZE, A. **Efeito da política monetária sobre a qualidade do crédito bancário no Brasil**. 2011. 50p. Tese (Mestrado) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
- IHS MARKIT. **EViews 12**. Disponível em: <<https://www.eviews.com/home.html>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- IMRAN, K.; NISHAT, M. Determinants of bank credit in Pakistan: a supply side approach. *Economic Modelling*, v.35, p.384-390, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.07.022>.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Índice geral de preços - disponibilidade interna (IGP-DI) - geral: índice** (ago. 1994 = 100). Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=33593&module=M>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
- ISHII, K.S. **Área Monetária Ótima para o Brasil: análise das diferenças regionais**. 2008. 147p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2009.tde-10022009-145019>.
- KASHYAP, A.K.; STEIN, J.C.; WILCOX, D.W. Monetary policy and credit conditions: evidence from the composition of external finance. *American Economic Review*, v.83, p.78-98, 1993.
- MARGARIDO, M.A.; BUENO, C.R.F.; VAGNER, A.; CARNEVALLI, L.B. Análise dos efeitos preço e câmbio sobre o preço do óleo de soja na cidade de São Paulo: uma aplicação do modelo VAR. *Pesquisa & Debate*, v.15, p.69-106, 2004.
- MAYORGA, R. de O.; KHAN, A.S.; MAYORGA, R.D.; LIMA, P.V.P.S.; MARGARIDO, M.A. Análise de transmissão de preços do mercado atacadista de melão do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.45, p.675-704, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032007000300006>.
- MENDONÇA, M.J.; SACHSIDA, A. **Identificando a demanda e a oferta de crédito bancário no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2013. (Texto para discussão, 1837). Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1276/1/TD\\_1837.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1276/1/TD_1837.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- MISHKIN, F.S. Symposium on the monetary transmission mechanism. *Journal of Economic Perspectives*, v.9, p.3-10, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.3>.
- PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. *Microeconomia*. 8<sup>th</sup> ed. Boston: Pearson, 2013.
- SATO, C.Y. **O canal de crédito na transmissão de política monetária: evidências para o Brasil**. 2013. 41p. Dissertação (Mestrado) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.
- SAX, C. **Seasonal: R Interface to X-13-ARIMA-SEATS**. 2016. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/seasonal/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- SILVA, F.P.; LAPO, L.E.R. Modelos de financiamento da cadeia de grãos no Brasil. In: CONFERÊNCIA EM GESTÃO DE RISCO E COMERCIALIZAÇÃO DE COMMODITIES, 2., 2012, São Paulo. *Anais*. São Paulo: BM&F-Bovespa, 2012. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/CGRCC/download/Modelos-de-financiamento-da-cadeia-de-graos-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- SIMS, C.A.; STOCK, J.H.; WATSON, M.W. Inference in Linear time series models with some unit roots. *Econometrica*, v.58, p.113-144, 1990. DOI: <https://doi.org/10.2307/2938337>.
- SOUZA SOBRINHO, N.F. **Uma avaliação do canal de crédito no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, 2003. 25<sup>o</sup> Prêmio BNDES de Economia.
- TABAK, B.M.; LAIZ, M.T.; CAJUEIRO, D.O. **Financial stability and monetary policy: the case of Brazil**. Brasília: Bacen, 2010. (Banco Central do Brasil. Working Papers Series, 217).
- TAKEDA, T. Efeitos da política monetária sobre a oferta de crédito. In: LUNDBERG, E.L. (Coord.). **Economia bancária e crédito**. [S.l.]: Bacen, 2003. p.101-113.
- TELLES, E.J. da S. **Determinantes na oferta de crédito privado no Brasil**. 2017. 29p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ensino e Pesquisa, São Paulo.
- VIEIRA, F.V.; CARDOSO, C. de A. Câmbio, inflação, juros e reservas na transição de regimes cambiais: uma investigação econométrica para o Brasil. *Análise Econômica*, ano25, p.23-48, 2007. DOI: <https://doi.org/10.22456/2176-5456.10879>.
- WALSH, C.E.; WILCOX, J.A. Bank credit and economic activity. In: PEEK, J.; ROSENGREN, E.S. (Ed.). **Is bank lending important for the transmission of monetary policy?** Boston: Federal Reserve Bank of Boston, 1995. p.83-125. (Federal Reserve Bank of Boston. Conference Series, v.39).

# Competitividade da indústria brasileira de etanol<sup>1</sup>

João Gonsalo de Moura<sup>2</sup>  
Juliana Arouche Costa<sup>3</sup>

**Resumo** – O etanol tem recebido atenção destacada no decurso do debate a respeito da necessidade de mudança da matriz energética mundial que busca agregar fontes mais limpas e ambientalmente sustentáveis. Entretanto, colocando à parte as vantagens do etanol no contexto de uma matriz energética mais propícia, desde o início da segunda década do século 21 os produtores brasileiros têm enfrentado uma espécie de reestruturação da produção nacional fortemente impulsionada pelo quadro de reconfiguração dos padrões de competitividade. O objetivo deste artigo foi fazer uma análise abreviada sobre a competitividade da indústria do etanol no Brasil de 2003 a 2019. O período abarca os fenômenos do lançamento, da expansão e da consolidação dos carros *flex fuel* no Brasil. A metodologia está ancorada no trabalho de Coutinho & Ferraz (1993a), que propõem uma abordagem da competitividade, com base no uso de indicadores de desempenho, eficiência e capacitação. Os resultados apurados apontam para uma perda de competitividade da indústria brasileira de etanol, sobretudo quando a análise se concentra na segunda metade do período examinado.

**Palavras-chave:** biocombustível, cana-de-açúcar, indústria sucroenergética.

## Competitiveness of the Brazilian ethanol industry

**Abstract** – Ethanol has received an outstanding attention throughout the debate on the need for change of the global energy matrix, with the aim to add cleaner and environmentally sustainable sources. However, putting aside the advantages of ethanol in the context of a more favorable energy matrix, since the beginning of the second decade of the 21st century Brazilian producers have faced a kind of national production restructuring strongly driven by the reconfiguration of competitiveness standards. Therefore, the objective of this article was to perform an abbreviated analysis of the competitiveness of the ethanol industry in Brazil, in the period from 2003 to 2019. The proposed period covers the phenomena of the launch, expansion, and consolidation of flex fuel cars in Brazil. The methodology is anchored in the work by Coutinho & Ferraz (1993a), which proposes a competitiveness approach based on the use of performance, efficiency, and training indicators. The results indicate a loss of competitiveness of the Brazilian ethanol industry, especially when the analysis concentrates on the second half of the studied period.

**Keywords:** biofuel, sugarcane, sugar-energy industry.

<sup>1</sup> Original recebido em 7/7/2021 e aprovado em 18/3/2022.

<sup>2</sup> Doutor em Economia, professor associado do Departamento de Economia da Universidade Federal do Maranhão. E-mail: jgmoura1964@gmail.com

<sup>3</sup> Economista, mestranda em Desenvolvimento Socioeconômico. E-mail: juliana.arouche@hotmail.com

## Introdução

A capacidade de sobrevivência dos seres humanos está diretamente atrelada à sua competência para identificar e explorar as fontes de energia. Madeira, carvão e petróleo, entre outras, permitiram à humanidade sobreviver e promover avanços no seu modo de vida. Entretanto, recentemente, em razão da preocupação progressiva com questões relacionadas ao meio ambiente, tem ganhado força o clamor mundial pelo desenvolvimento e exploração de fontes de energia renováveis e, ao mesmo tempo, não poluidoras. Por isso, nas últimas décadas a matriz energética mundial tem sofrido modificações importantes.

Uma das transformações mais evidentes na matriz energética mundial revela a presença de produtos que até recentemente serviam primordialmente como fonte de alimento, como o milho e a cana-de-açúcar. Diante do novo quadro, esses produtos foram transformados em importantes fontes de energia, passando a ser utilizados para produzir etanol, que tornou um dos principais biocombustíveis de veículos automotores. Embora o Brasil cultive os dois produtos desde o início da colonização, foi a cana-de-açúcar que assumiu o lugar de destaque na matriz energética do País.

O Brasil detém o posto de maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 746 milhões de toneladas em 2018, enquanto o segundo colocado, a Índia, produziu no mesmo ano 376 milhões (FAO, 2020). No caso específico do etanol, o Brasil é o segundo maior produtor mundial, com 32,5 bilhões de litros em 2019, sendo responsável por cerca de 30% da produção mundial, atrás apenas dos Estados Unidos, que produziram 59,8 bilhões de litros no mesmo ano (RFA, 2022).

O motivo de o Brasil ser o maior produtor mundial de cana e o segundo maior produtor mundial de etanol pode ser entendido com base em dois fenômenos característicos do setor: o primeiro é o fato de a cana-de-açúcar ser destinada em grande medida para a produção de açúcar, fazendo do País o líder mundial na produção dessa mercadoria; o segundo motivo

é o fato de os EUA, líder na produção de etanol, usar como matéria-prima o milho. Além disso, a dimensão do mercado interno americano do biocombustível em análise supera em larga medida a dimensão do mercado interno brasileiro.

De qualquer modo, mesmo quando se considera que o Brasil produz cana em abundância, que há demanda crescente por energia limpa e renovável, que os carros atuais podem ser abastecidos com qualquer proporção entre gasolina e álcool e que as tecnologias disponíveis facilitam cada vez mais o alcance de níveis elevados de produtividade, ainda assim a indústria sucroenergética tem atravessado períodos de retraimento alternados com períodos favoráveis. Essas oscilações decorrem das condições de mercado e de ações diretas e indiretas do setor público, mas o setor tem sobrevivido a elas e está atualmente bem consolidado na matriz energética brasileira. Além disso, em razão de o etanol ser um bom substituto para a gasolina, a produção de álcool combustível fica sempre sujeita às oscilações do mercado mundial de petróleo.

O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica da competitividade da indústria sucroenergética brasileira em 2003–2019, com ênfase na indústria do etanol. O ano inicial é marcado pelo advento do carro *flex*, enquanto o ano final foi escolhido em razão da disponibilidade de dados. A metodologia proposta por Coutinho & Ferraz (1993a) será adotada como referência.

## Dinâmica da indústria sucroenergética

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil remonta ao início do período colonial. Em razão da importância de seus derivados, o interesse pela cana sofre alternâncias conforme o contexto histórico: em alguns momentos assume a condição de principal atividade comercial agrícola, por causa do açúcar; em outros, apresenta-se como a principal fonte de energia de biomassa, em decorrência da disseminação do uso do etanol (Shikida, 2014).

No caso particular da cana como fonte de energia, convém assinalar que o etanol passa a fazer parte da matriz energética brasileira no fim década de 1970, o que ocorreu em razão, sobretudo, dos choques do petróleo no mercado internacional. Na década de 1990, quando o mundo passou a valorizar fontes não poluentes de energia, o álcool passou a ser uma alternativa muito bem vista para superar os atritos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis (Szmrecsányi, 1991).

Mas não foi só a alternância do mérito momentâneo de cada derivado que pautou a importância da economia canavieira para determinadas regiões brasileiras e para o próprio País como um todo. O interesse e o peso das políticas governamentais para o setor também sofreram mudanças ao longo do tempo, influenciando ocasionalmente como elementos impulsores da atividade e, alternadamente, como enfraquecedores, conforme a ênfase atribuída à cultura canavieira pelo Estado em cada momento. O Estado brasileiro, através de suas políticas de apoio e incentivo, ou pela ausência delas, sempre exerceu perceptível influência sobre o setor.

Se for tomado o exemplo de 100 anos atrás, quando o açúcar era o cerne do setor, será encontrada uma cultura assentada numa robusta intervenção estatal em todas as etapas da cadeia produtiva, do plantio da cana até a comercialização do açúcar. Hoje a intervenção estatal é bastante visível, por exemplo, na adição obrigatória do álcool anidro à gasolina, de modo que, independentemente da opção de abastecer com gasolina ou etanol, o detentor de um carro *flex* sempre consumirá álcool combustível (Ramos, 2016).

O ponto culminante da intervenção estatal sobre a atividade canavieira se manifesta por ocasião da crise gerada pelos choques do petróleo na década de 1970, quando foi criado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Também àquela época, o setor açucareiro brasileiro atravessava um período de crise, contribuindo assim para despertar clamores pela intervenção governamental na agroindústria ca-

navieira, com vistas à manutenção do nível de atividade no setor (Shikida, 2014).

Portanto, o Proálcool foi criado na segunda metade da década de 1970 para promover a produção de etanol para veículos automotores, de forma que houvesse uma substituição gradativa da gasolina pelo álcool, o que contribuiria para amenizar o déficit na balança comercial brasileira. Isso significa que o programa ultrapassava a fronteira da economia canavieira, pois demandava uma adaptação da produção nacional de veículos, envolvendo a necessidade de produção em larga escala de um novo tipo de automóvel, em termos de queima de combustível, que na metade da década de 1980 chegou a representar aproximadamente dois terços da produção nacional (Szmrecsányi, 1991).

O Proálcool foi o cume da intervenção estatal na atividade canavieira nos últimos 100 anos, e, nesse período, é possível encontrar intervalos marcados pela ausência de qualquer ação estatal relevante. Foi na década de 1990 que a livre concorrência se manifestou com maior nitidez ao longo do século. Em tal período, por causa do fim dos incentivos e da desregulamentação setorial, os carros movidos a álcool deixaram de ser atrativos, fazendo com que a produção de álcool combustível se tornasse pouco lucrativa. Além disso, a prevalência de preços baixos no mercado internacional do petróleo contribuiu para manter baixo o preço da gasolina, agravando ainda mais a produção do biocombustível (Ramos, 2016).

A virada para o século 21 continuou marcada pela ausência de uma ação mais firme do governo. No entanto, um fenômeno aparentemente exógeno passou a contribuir sobremaneira para um ambiente propício ao desenvolvimento da atividade canavieira, que foi o clamor mundial pela migração de uma matriz energética assentada em combustíveis fósseis e poluentes para uma matriz alicerçada em combustíveis limpos e renováveis. Foi em meio a tal clamor que surgiram os carros *flex fuel*, em 2003. Tais acontecimentos, que com algum esforço podem ser listados como fatores mercadológicos, ensejaram forte disposição nacional para o consumo

de etanol e causaram novo impulso ao setor sucroenergético (Shikida, 2014).

Como os carros *flex* comportam qualquer mistura entre álcool e gasolina, a relação entre os preços dos dois produtos é que passou a determinar a disposição do consumidor para adotar a mistura mais apropriada. Entretanto, a partir de 2008 o governo brasileiro começou a controlar o preço da gasolina, principalmente através do atraso das permissões de repasse dos aumentos dos preços internacionais do petróleo à gasolina e demais derivados (Shikida, 2014).

Tais medidas culminaram em forte desvalorização do preço da gasolina em 2012, que passa a ser isenta da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide). Esse período de controle dos preços contribuiu para que o combustível fóssil se tornasse mais competitivo do que o etanol, o que provocou, em 2009–2012, queda substancial do consumo de etanol hidratado e alta vertiginosa do de gasolina, com números equivalentes a -40% e +56%, respectivamente (ANP, 2022). Tais acontecimentos tornaram o ano 2012 um momento de grande dificuldade para o setor, revelado pelo baixo uso da capacidade instalada das usinas, quando algumas delas optaram pela produção exclusiva de açúcar (Santos et al., 2016).

Recentemente, o etanol vem recuperando seu status na matriz energética brasileira. A alta do preço do petróleo e a desvalorização do câmbio no Brasil têm contribuído para a elevação do preço da gasolina. Portanto, essa nova fase de recuperação não se deve exatamente a uma intervenção direta do Estado, mas a movimentos do mercado. O governo brasileiro tem deixado a Petrobrás à vontade para definir sua política de formação de preços, adotando uma postura contrária àquela que começou em 2008.

Conforme a alta do preço do petróleo e a desvalorização da moeda brasileira eram repassadas para o preço da gasolina, o etanol retomava seu padrão de competitividade. Em 2018, por exemplo, os abastecimentos de veículos envolveram o quantitativo de 19 bilhões de litros, o melhor

resultado da série histórica para o biocombustível no País. Somando o etanol abastecido diretamente nas bombas com o etanol misturado à gasolina, o álcool atingiu o status de combustível mais utilizado no Brasil, com participação de aproximadamente 52% nas vendas no mercado interno de combustíveis (Anfavea, 2019).

Portanto, o que se observa, principalmente em décadas mais recentes, são expansões e retrações frequentes no mercado brasileiro de etanol, determinadas por fontes heterogêneas. Em alguns instantes, as oscilações foram causadas por intervenções diretas ou indiretas do Estado; em outros, por movimentação natural do mercado (Santos et al., 2016).

## Concepção de competitividade

Competitividade é um dos aspectos centrais para a abordagem de temas como a dinâmica industrial e o desenvolvimento econômico de regiões e países. Em meio ao fenômeno da integração crescente dos mercados internacionais, os setores industriais carecem cada vez mais de altos padrões de competitividade, sob pena de serem dilacerados pela concorrência, seja ela proveniente de unidades instaladas em outros países, seja de unidades que passam a ofertar bens substitutos. Negligenciar o pré-requisito de ser competitivo não só compromete a sobrevivência das firmas, mas também conduz à perda da capacidade de uma economia de gerar e manter empregos de qualidade.

Portanto, em razão da integração crescente dos mercados, promovida em larga medida pelo avanço dos transportes e das comunicações, a competitividade entra na agenda das empresas e dos países como um dos aspectos primordiais de suas políticas. Surgem não apenas novas empresas de sucesso dentro dos setores tradicionais, mas também produtos que podem substituir bens que não pareciam ter alternativas razoáveis no mercado. As empresas precisam estar constantemente sintonizadas com as novidades: novos produtos, novos métodos e técnicas e melhor acesso à informação, por exemplo. Essa onda de



coisas novas pode gerar, repentinamente, alterações profundas no sistema produtivo.

Por causa da importância crescente das questões relacionadas à competitividade nas agendas empresarial e governamental, sobretudo na agenda da política industrial, a temática vem recebendo atenção redobrada também no âmbito da academia. Recentemente, surgiram muitos trabalhos sobre o tema, aplicados a casos de setores econômicos, regiões e países. A vastidão de conceitos e abordagens sobre o tema, aliada às diferentes bases de fundamentação teórica e percepção sobre a dinâmica dos setores econômicos, tem implicado uma vasta diversidade de sugestões no campo das políticas industriais (Haguenauer, 2012).

O estudo de maior repercussão sobre o problema da competitividade na indústria brasileira foi desenvolvido no início da década de 1990, *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*, viabilizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, sob coordenação dos professores Luciano Coutinho e João Carlos Ferraz, e cujo objetivo foi identificar os condicionantes da competitividade no início do século 21. A obra tem sido a referência principal para os trabalhos acadêmicos que tratam da questão da competitividade da indústria no Brasil (Coutinho & Ferraz, 1993b).

Os trabalhos acadêmicos posteriores, baseados em Coutinho & Ferraz (1993a), contribuíram expressivamente para o avanço dos conhecimentos a respeito da realidade da indústria nacional, ensejando ainda uma série de aperfeiçoamentos conceituais em temas relacionados à competitividade. A partir daquela iniciativa acadêmica, foi acrescentada ao conceito de competitividade uma perspectiva dinâmica, e ela passou a ser entendida como a capacidade de uma unidade empresarial formular e implementar estratégias que possibilitem ampliar, ou preservar, num horizonte de longo prazo, uma posição sustentada no mercado. Dentro desse novo enfoque, a competitividade industrial passa a ser explicada por três grupos de fatores: 1) empresariais; 2) estruturais; e 3) sistêmicos (Ferraz et al., 1997).

Os fatores empresariais são representados por aqueles elementos que estão sob o domínio da empresa, podendo ser ajustados conforme as metas e os objetivos. São constituídos por variáveis passíveis de serem manejadas por decisão própria da unidade empresarial e, por essa razão, podem também ser chamados de fatores internos. A existência desses fatores implica o fato de que a própria firma tem uma parcela de responsabilidade na sustentabilidade de sua posição no mercado, pois, para se tornar competitiva, ela dispõe de mecanismos de ação que estão debaixo da sua responsabilidade. É o caso, por exemplo, dos custos operacionais, dos métodos de produção e da qualidade do produto.

Os fatores estruturais são representados pelos elementos que dizem respeito ao setor produtivo, ou complexo industrial. Tais elementos estão sob a influência do conjunto das empresas atuantes no setor produtivo, de forma que, embora a ação individual de cada firma exerça algum resultado, os acontecimentos decorrem, mais perceptivelmente, de movimentos coordenados praticados pelo grupo. Decorre, pois, desse contexto, o fato de que, em relação aos fatores estruturais, as ações isoladas das empresas possuem limitado poder de influência, ficando submetido ao padrão de concorrência sob o qual a firma está inserida. Portanto, esses fatores estão mais diretamente associados a aspectos como a relação com fornecedores, a disponibilidade de mão de obra qualificada e a amplitude do mercado consumidor.

Por fim, os fatores sistêmicos são representados pelos elementos que se afiguram independentes do controle da empresa, ou seja, fazem parte do sistema econômico, não tendo a firma nenhum domínio sobre eles. Esses fatores atuam de forma direta e indireta sobre a competitividade das empresas, interferindo sobre o ambiente que circunda a atividade. Nesse contexto, as variáveis sistêmicas são tomadas como parâmetros pelas firmas, pois nada podem fazer para alterar o nível e a direção dos acontecimentos. É o caso, por exemplo, da taxa de câmbio, da taxa de juros e da infraestrutura de transportes.

É evidente, portanto, que a competitividade deve fazer parte da agenda individual das firmas e das organizações públicas e privadas que visem à promoção industrial, considerando que, em mercados cada vez mais integrados, é o nível de competitividade que garante e preserva uma posição duradoura no mercado, independentemente do setor produtivo em análise. Assim, não pode ficar excluído dessa proposição o setor sucroenergético, fornecedor de um dos itens de consumo mais pertinentes para os brasileiros.

## Metodologia

A metodologia aqui adotada toma como referência os estudos de Coutinho & Ferraz (1993a, 1993b), que sugerem um sistema de indicadores de competitividade, classificados sob três dimensões: desempenho, eficiência e capacitação. Cada dimensão, por sua vez, pode ser analisada conforme a abrangência dos fatores estudados: empresariais, setoriais e sistêmicos. Como é grande a quantidade de indicadores disponíveis no âmbito de cada uma dessas categorias, uma das tarefas mais importantes para se chegar a bom termo é escolher os indicadores mais relevantes para a análise.

Como o objetivo deste estudo está centrado no comportamento de um setor, e não de firmas individuais, serão enfatizados os fatores estruturais e sistêmicos. Além disso, a escolha dos indicadores relevantes deve levar em consideração um conjunto de pormenores, com destaques para os três seguintes: nível de agregação setorial; características do setor sucroalcooleiro; e disponibilidade de dados no contexto de uma série temporal que começa em 2003 e termina em 2019.

### Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho costumam ser direcionados para a apuração das exportações. O bom desempenho no comércio externo é visto como sinal de que as empresas locais conseguem alargar seus padrões de com-

petitividade diante das empresas estrangeiras do mesmo setor. A performance comercial revela a dinâmica da competitividade prevalecente no setor produtivo. Foram escolhidos os seguintes indicadores de desempenho:

- Participação do etanol nas exportações nacionais.
- Coeficiente de exportação.
- Participação do etanol produzido no Brasil no consumo interno.

Por causa de peculiaridades do mercado de combustíveis, no caso da participação do etanol brasileiro no mercado interno, toma-se como referência apenas o etanol hidratado, já que é esse tipo de álcool que pode ser utilizado individualmente como combustível – não será considerado o etanol tipo anidro, que é misturado à gasolina. Aumentos do uso desta última modalidade poderiam ser o reflexo de altas do consumo de gasolina.

Já a finalidade do coeficiente de exportação é revelar o grau de integração do setor ao mercado mundial, bem como fornecer indícios do grau de exposição da indústria local a choques externos. O indicador fornece também uma noção apropriada da relevância do mercado externo para a indústria interna. Matematicamente,

$$CEX_t = X_t / Y_t \quad (1)$$

em que  $CEX_t$  é o coeficiente de exportação no ano  $t$ ;  $X_t$ , as exportações de etanol no ano  $t$ ; e  $Y_t$ , a produção nacional de etanol referente ao ano  $t$ . Quanto mais próximo de 1 estiver o coeficiente de exportação, maior será a relevância do mercado externo para o setor interno. Quando o indicador exibir tendência de crescimento, pode-se inferir que o setor está experimentando aumento de competitividade no transcurso do tempo.

Finalmente, a participação da produção nacional no consumo interno se manifesta como um indicativo da necessidade de recorrer à importação para suprir a demanda local por etanol. Quanto mais representativa é a produção do-

méstica para o consumo local, mais competitiva deve ser a indústria interna. Da mesma forma, um aumento dos valores do indicador ao longo dos anos revela uma dinâmica de melhoria dos padrões de competitividade do setor produtivo doméstico.

### Indicadores de eficiência

Na dimensão eficiência, os indicadores propostos avaliam quesitos como preço, custo de produção e uso adequado dos recursos. Trata-se, pois, de uma aferição a respeito da gestão adequada dos recursos escassos da sociedade, de forma que o seu emprego deve proporcionar o melhor resultado possível. No mesmo sentido, para determinado resultado, o emprego dos recursos deve resultar no menor custo alcançável. Convém ressaltar que, quando o comércio externo faz parte do setor, o indicador preço está atrelado à taxa de câmbio, cuja variação é capaz de modificar a relação entre os preços internos e externos.

Aqui, a dimensão eficiência será investigada por estes indicadores:

- Mix de produtos.
- Relação de preços entre etanol e gasolina.
- Produtividade do trabalho na indústria.

Quando o preço cobrado à sociedade pode ser diminuído e a produtividade do trabalho mobilizado pode ser aumentada, então é possível inferir que os recursos escassos da sociedade estão sendo manejados por meio de padrões cada vez mais eficientes.

Quanto à produtividade do trabalho, sua apuração em relação ao caso particular do setor industrial do etanol envolveu dados referentes ao valor da transformação industrial (VTI)<sup>4</sup> e dados relativos à população ocupada (PO) fornecidos pela Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresa/IBGE) (IBGE, 2022). Ou seja,

$$PT_t = VTI_t / PO_t \quad (2)$$

em que  $PT_t$  é a produtividade do trabalho no ano  $t$ . Quando o indicador exibe trajetória crescente, então o setor experimenta ganhos de competitividade, pelo menos quanto ao emprego adequado dos recursos de mão de obra, que exprime o comportamento da dimensão eficiência.

### Indicadores de capacitação

Os indicadores de capacitação captam os resultados dos esforços para qualificar os agentes econômicos do setor, de modo que possam atuar com maior nível de competitividade e gerar melhores resultados (Coutinho & Ferraz, 1993a, 1993b). Referem-se, portanto, a todos os movimentos que visam tornar os recursos humanos mais aptos a desenvolver suas atividades e operar equipamentos mais modernos, considerando também os movimentos dos gestores no sentido de incorporar as técnicas e os métodos de produção mais modernos.

São propostos dois indicadores nesse caso: i) liberação de crédito por parte de agentes públicos para o setor sucroalcooleiro; e ii) nível de escolaridade dos trabalhadores da indústria sucroenergética. O primeiro indicador permite inferências sobre o potencial de investimento em aperfeiçoamentos e melhorias; o segundo oferece uma percepção razoável a respeito da capacidade de os trabalhadores desenvolverem suas funções a contento e se adaptarem ao uso de novos instrumentos de trabalho e novos métodos de produção.

### Fontes de dados

Para o cálculo da produtividade, recorreu-se à Pesquisa Industrial Anual (PIA-Empresa), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Dados sobre produção, consumo de etanol e preços dos combustíveis foram colhidos na Agência Nacional de Petróleo,

<sup>4</sup> Corresponde ao montante, expresso em valores correntes, acrescido à matéria-prima; representa a capacidade da indústria em transformar matéria-prima em produto industrial.

Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2022). Do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (Brasil, 2021a), atual Ministério da Economia (ME), foram extraídas as informações referentes às exportações e importações de etanol. As informações sobre trabalho foram obtidas da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (Brasil, 2021b), também disponibilizadas no ME. No site do BNDES, foram encontrados os dados sobre financiamentos e desembolsos para o setor sucroenergético, que se aliam com dados de Santos et al. (2016).

## Resultados e discussão

### Fatores estruturais e sistemáticos

O Proálcool foi o ápice da intervenção estatal na atividade canavieira nos últimos 100 anos. Com o programa, o produtor esteve fortemente sujeito a uma série de arranjos institucionais do Estado, em um tipo de paradigma subvencionista, por muito tempo considerado um modelo de sobrevivência das firmas, caracterizado pelo relativo atraso tecnológico e falta de um progresso técnico mais robusto e acelerado (Shikida, 1997).

Entende-se como paradigma subvencionista o padrão de solução de problemas políticos e tecno-econômicos em que o Estado se caracteriza como um agente que presta auxílio (subvencionador) para o setor produtivo. Esse paradigma tem um caráter altamente intervencionista, cuja forma de protecionismo estatal foi materializada através do Proálcool, que instituiu, de modo latente, expedientes como subsídios, quotas de produção e incentivos fiscais e creditícios (entre 1975 e 1979, mais de 75% dos recursos para investimentos no setor eram originários dos cofres públicos), além da implantação de políticas favoráveis ao mercado do álcool (mistura etanol/gasolina e controle de preços mínimos para o etanol através da compra do biocombustível pelo próprio Estado, por exemplo) (Shikida & Bacha, 1999).

A partir da década de 1990, o setor sucroenergético enfrenta uma fase marcada pelo fim dessa intervenção estatal e início da desregulamentação. O setor começou a passar por um processo de reestruturação e desregulamentação, decorrência da incapacidade do Estado de exercer o papel de planejador e regulador que antes desempenhava com maior eficiência (Shikida, 1997). A reorganização do Estado baseado nas ideias neoliberais também contribuiu para o aprofundamento do processo.

Outro fato importante é que a partir da desregulamentação, além da passagem para o paradigma tecnológico, uma das formas de superação dos obstáculos quanto à diversificação foi o processo de aquisição/fusão entre firmas já instaladas e a nova indústria. Essas fusões diversificantes visavam superar os obstáculos para ir além da base tecnológica ou área de comercialização. Siqueira (2013) e Rissardi Júnior (2015) indicam que ocorreram 52 operações de incorporação e fusão em 2004–2013, envolvendo muitos grupos econômicos, nove deles sem negócios anteriores na produção canavieira.

Um fenômeno aparentemente distante passou a contribuir sobremaneira para criar um ambiente propício ao desenvolvimento da atividade canavieira, que foi a exigência mundial da migração de uma matriz energética assentada em combustíveis fósseis e poluentes para uma matriz alicerçada em combustíveis limpos e renováveis. Foi neste cenário que, em 2003, surgiram os carros *flex fuel* (movidos a álcool ou a gasolina, com qualquer taxa de mistura entre ambos). Tais acontecimentos, que podem ser considerados fatores mercadológicos, ensejaram forte disposição nacional para o consumo de etanol, causando um novo impulso ao setor sucroenergético e à produção canavieira (Shikida, 2014).

### Fatores empresariais

A partir da década de 1990, algumas empresas seguiram um paradigma tecnológico próprio, o que realçou a existência de uma evolução diferenciada do setor entre as regiões brasileiras.

Por causa de problemas climáticos e da baixa qualidade do solo, a atividade sucroenergética no Norte/Nordeste era relativamente mais atrasada e menos produtiva, enquanto o Centro-Sul, sobretudo o Estado de São Paulo, possuía técnica razoável em todas as fases do cultivo – maior concentração técnica e econômica aliada ao surgimento de grandes centros de pesquisa e indústrias de máquinas e equipamentos agrícolas.

O fato é que essas firmas que adotaram o novo paradigma obtiveram maiores ganhos de produtividade e maior redução dos custos de produção com a introdução de inovações. A trajetória tecnológica adotada nesse paradigma foi baseada em atividades de pesquisa industrial e agrônômica voltadas para o desenvolvimento setorial, e as inovações tecnológicas iam sendo implantadas como resolução de problemas, através da aprendizagem experimental via processo produtivo (*learning-by-doing*). As firmas que mais implementaram tais inovações eram situadas em sua maioria no Centro-Sul, com destaque para São Paulo. (Shikida, 1997).

A busca inovativa, como prerrogativa do paradigma tecnológico escolhido por parte das firmas sucroenergéticas, foi caracterizada pela introdução de inovações biológicas, como variedades de cana de maior produtividade; inovações físico-químicas, como o uso de fer-

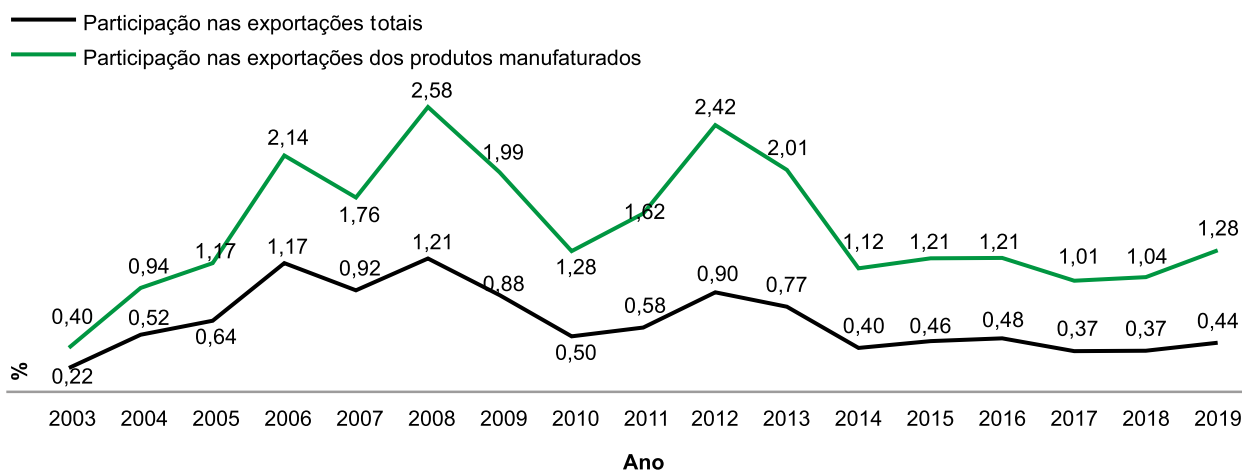
tirrigação com a vinhaça e as novas técnicas de fermentação alcoólica; inovações mecânicas, como o uso de tratores e implementos agrícolas mais desenvolvidos; e inovações associadas às formas de organização do trabalho e métodos de produção, como as novas formas de gerenciamento da produção agrícola e industrial.

## Indicadores de desempenho

### Participação do etanol nas exportações

A Figura 1 mostra a representatividade do etanol nas exportações brasileiras com base em dois parâmetros: as exportações totais e as exportações de manufaturados.

Para o indicador de participação nas exportações totais, percebe-se desempenho insatisfatório no período. O biocombustível parece ganhar força de 2003 até 2008, quando ultrapassa a marca de 1%. Entretanto, com a crise de 2009, o produto perde desempenho, mas logo recupera a posição perdida, sobretudo em 2011 e 2012. Mas, com os subsídios concedidos ao consumo de gasolina naquele momento, a partir de 2013 o álcool combustível entra numa trajetória de declínio, caindo para não mais retornar, estabilizando-se daí em diante em patamares do início da série.



**Figura 1.** Participação do etanol nas exportações brasileiras em 2003–2019.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021a).

Ou seja, além de a participação do etanol no fim da série exibir estabilidade num nível um pouco abaixo de 0,5% das exportações totais e próximo de 1% das exportações de manufaturados, esses dados revelam um desempenho débil, pois, em anos anteriores, tais indicadores atingiram o dobro dessas marcas.

### Coeficiente de exportação

Reitera-se que esse indicador é dado pela razão entre as exportações do produto e a produção interna. Portanto, em linhas gerais, seu comportamento retrata a parcela da produção interna de etanol que é exportada em cada ano contemplado na série.

A Figura 2 mostra um comportamento semelhante ao do indicador anterior, com a vantagem de oferecer novo ângulo de visão para o mesmo fenômeno. Ou seja, o coeficiente revela bom desempenho no início da série, com interrupção em torno de 2010 e breve recuperação nos anos seguintes. Contudo, do mesmo modo que antes, a partir de 2013 observa-se declínio e depois a estabilização do indicador num nível que só pode ser comparado ao do primeiro ano da série.

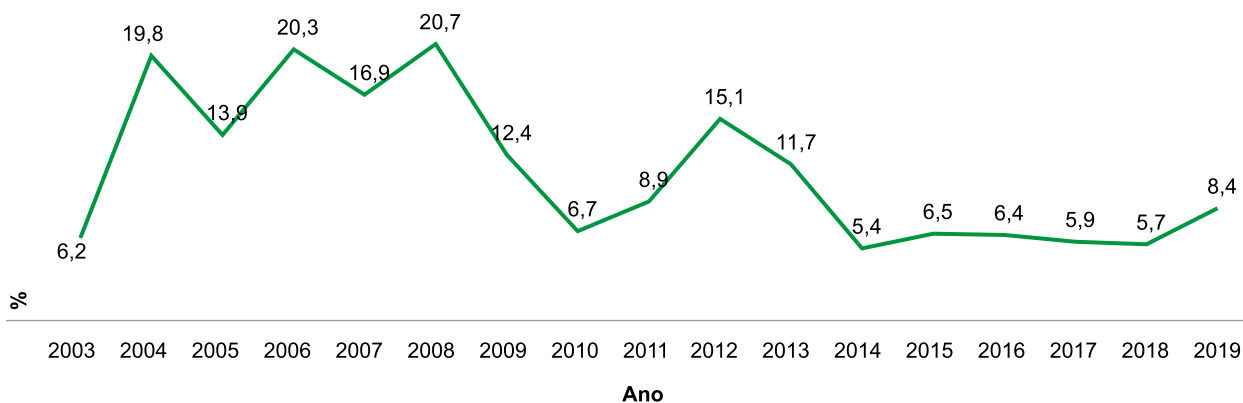
Entre o início e o fim da série, as exportações chegaram a oscilar em torno de 20% da produção nacional do produto em 2004–2008, mas caíram para algo ao redor de 6% no inter-

valo de 2014 a 2018. Essa dinâmica pode ser interpretada como um movimento de perda de competitividade do produto, já que se observa uma trajetória claramente declinante ao longo do período. O dado para 2019 parece sugerir o início de um movimento de recuperação, mas reconhece-se aqui que tal conjectura careceria de informações para os anos subsequentes, o que ultrapassa os propósitos do estudo.

### Participação do etanol no consumo interno

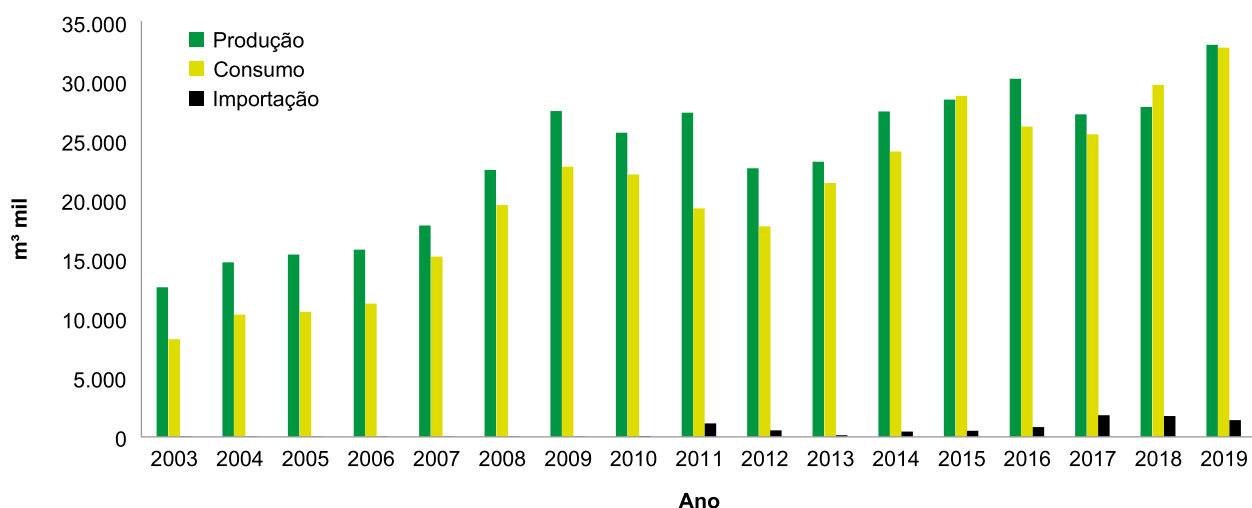
A Figura 3 mostra os dados referentes à produção doméstica, ao consumo interno e à importação de etanol em 2003–2019. No cenário interno, o consumo de etanol não depende apenas da produção doméstica, mas do provimento garantido pelas importações oriundas dos EUA, onde o combustível é produzido à base de milho e chega ao Brasil para suprir deficiências sobretudo na entressafra da cana-de-açúcar no País.

Além disso, a presença do biocombustível americano no mercado brasileiro deve-se a fatores favoráveis aos produtores de lá, como preços mais baixos, melhor infraestrutura nacional e maior nível de previsibilidade. De qualquer modo, conforme a Figura 3, a produção brasileira tem sido na mesma direção do consumo interno. Observa-se também que no último ano



**Figura 2.** Coeficiente de exportação da indústria de etanol em 2003–2018.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021a) e ANP (2022).



**Figura 3.** Produção, consumo e importação de etanol em 2003–2019.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021a) e ANP (2022).

da série o nível de produção representa aproximadamente o dobro do total de 2004.

Ainda em relação à Figura 3, as importações, embora tímidas quando comparadas aos padrões locais de produção e consumo, aparecem com um pouco mais de vigor nos últimos anos da série, principalmente em 2017 e 2018. O ano de 2019 foi caracterizado pela forte alta do preço da gasolina, o que impulsionou o desempenho do biocombustível no Brasil. Além disso, houve forte queda do consumo interno de álcool em 2011–2013, certamente em razão do subsídio à gasolina, que causou fortes danos ao setor sucroenergético interno, sobretudo pela retração da demanda.

Chama também a atenção o fato de que, ao longo da série, em quase todos os anos, a produção interna supera o consumo interno, e isso revela o cenário de um país que se candidata a exportador do produto. No entanto, dado o mau desempenho no contexto recente, 2015, 2017 e 2019 foram anos marcados pela superioridade do consumo em relação ao volume produzido domesticamente. Mesmo que em baixa medida, como as importações sempre aconteceram ao longo dos anos, pode-se inferir que aquilo que se manifestava como um movimento para superar dificuldades sazonais de entressafra contou, nos três anos referidos, com uma motivação adicio-

nal, que foi a própria deficiência da produção interna.

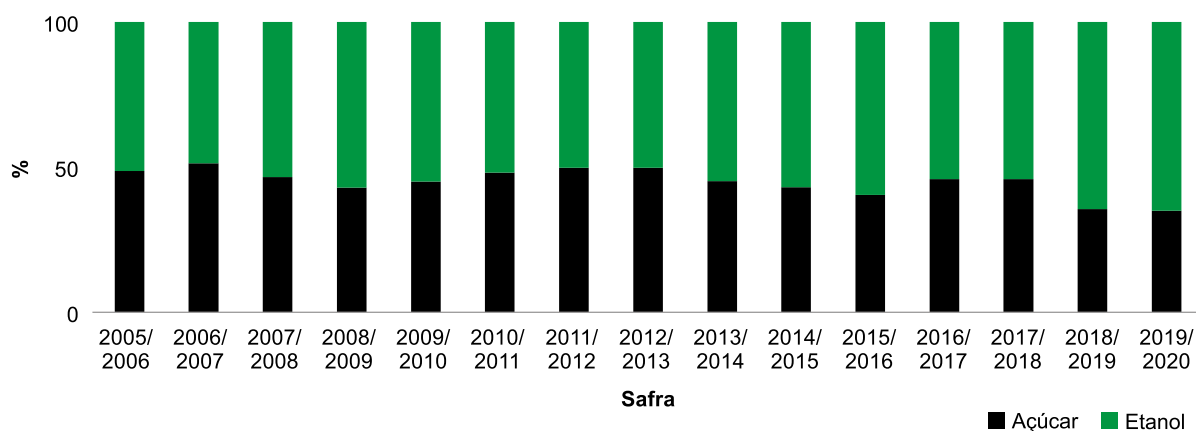
Saath & Fachinello (2018) estimam que o consumo nacional de etanol tende a crescer 78,6% até 2024, bem como as exportações devem expandir 1,8%, e isso deve elevar o consumo cana-de-açúcar em mais de 5%, o que pressionará pela abertura de novas áreas produtivas e pela ampliação da produtividade.

Portanto, os indicadores indicam que o desempenho do setor sucroenergético enfraqueceu no período final da série, ocorrência que coincide com o momento que segue à implantação do regime de subsídio à gasolina. Trata-se, pois, de um fator adverso que não parte de dentro do setor sucroenergético. É um fenômeno sistêmico, oriundo do ambiente externo às empresas, fora do alcance de suas próprias ações. Os indicadores mostram que tal ambiente ocasionou retrocessos visíveis em termos de desempenho competitivo.

## Indicadores de eficiência

### Mix de produtos

A Figura 4 mostra, com base na proporção de açúcar total recuperável (ATR), que em



**Figura 4.** Mix de produção do setor sucroenergético com base no ATR.

Fonte: Conab (2022).

2005–2019 a maior parcela da cana foi direcionada para a produção de etanol, ou seja, foi mais vantajosa sua produção do que a do açúcar. O ATR é uma medida que representa a capacidade da cana-de-açúcar de ser transformada em álcool ou açúcar.

### Relação entre o preço do etanol e o preço da gasolina

A relação entre o preço do etanol hidratado e o preço da gasolina é uma referência para a tomada de decisão do consumidor na hora de abastecer o veículo. Por isso, a indústria alcooleira também examina essa relação quando precisa definir seus planos de produção. Portanto, a relação entre os preços desses combustíveis é propícia para avaliar o nível de competitividade do setor sucroalcooleiro.

A predominância de veículos *flex fuel* tornou a relação indicada um dos sinais mais importantes para a verificação da viabilidade da produção e consumo de etanol no País. Uma vez consolidado o mercado de veículos *flex*, rapidamente foi definido e difundido o parâmetro de escolha do combustível mais viável no momento do reabastecer o veículo, ficando estabelecido que o etanol se torna economicamente vantajoso quando seu preço não supera a marca de 70% do preço da gasolina (Santos et al., 2016).

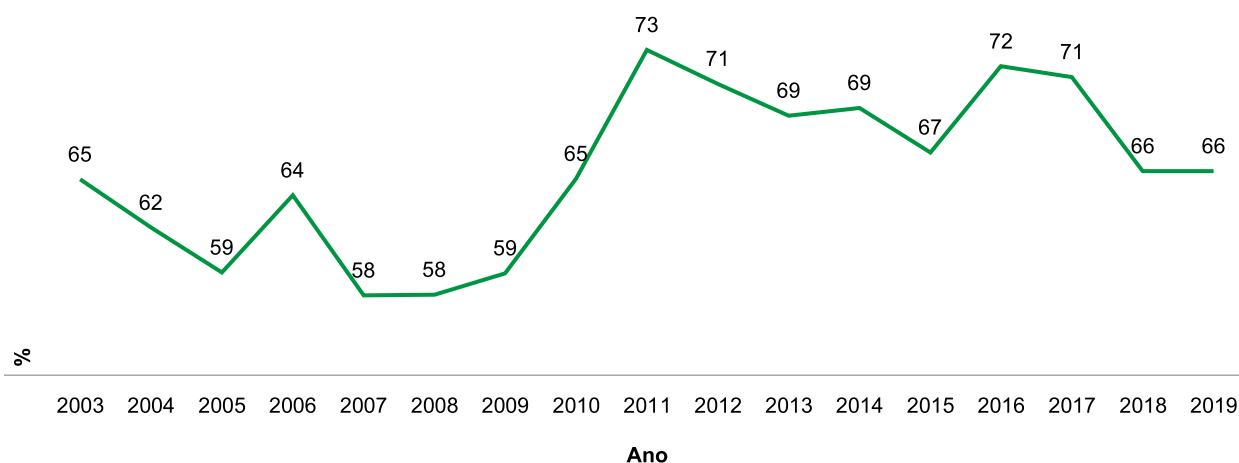
Ressalta-se que as variações do preço relativo etanol/gasolina podem resultar de alterações do preço do etanol, do preço da gasolina ou dos preços de ambos, desde que, no último caso, a variação não ocorra na mesma direção, ou, quando na mesma direção, em proporções díspares.

Conforme a Figura 5, o preço relativo entre os dois combustíveis manteve-se competitiva para o etanol desde ano inicial da série até 2010. De 2011 a 2018, a relação se estabeleceu ao redor da margem máxima de tolerância, indicando que a introdução do subsídio ao preço da gasolina causou sérios danos ao setor sucroenergético, tendo em vista que, quando o limite de 70% é alcançado, grande parte dos consumidores tende a optar pela gasolina. Em 2011 (73%), 2012 (71%), 2016 (72%) e 2017 (71%), a relação foi desfavorável para o biocombustível

Como cada uma dessas fases prevaleceu por alguns anos, a situação vigente em cada uma delas (favorável ou desfavorável ao etanol) não pode ser atribuída à presença de fatores sazonais, como períodos de safra e entressafra.

Dois fatos relevantes podem ser invocados para explicar o comportamento mostrado na Figura 5: as condições do mercado internacional do açúcar; e as condições do preço da gasolina, que viabilizam ou não a produção do biocombustível. Deixando de lado as condições do mer-





**Figura 5.** Relação entre o preço do etanol e o preço da gasolina em 2003–2019.

Fonte: elaborado com dados da ANP (2022).

cado do açúcar, no início da segunda década do século 21 ficou evidente no Brasil a tentativa de modificar a política econômica no sentido de controlar a inflação por meio do controle de preços básicos, como o do gás de cozinha, da energia elétrica e da gasolina. Essa malfadada tentativa ocasionou perda de competitividade do álcool combustível.

### Produtividade do trabalho

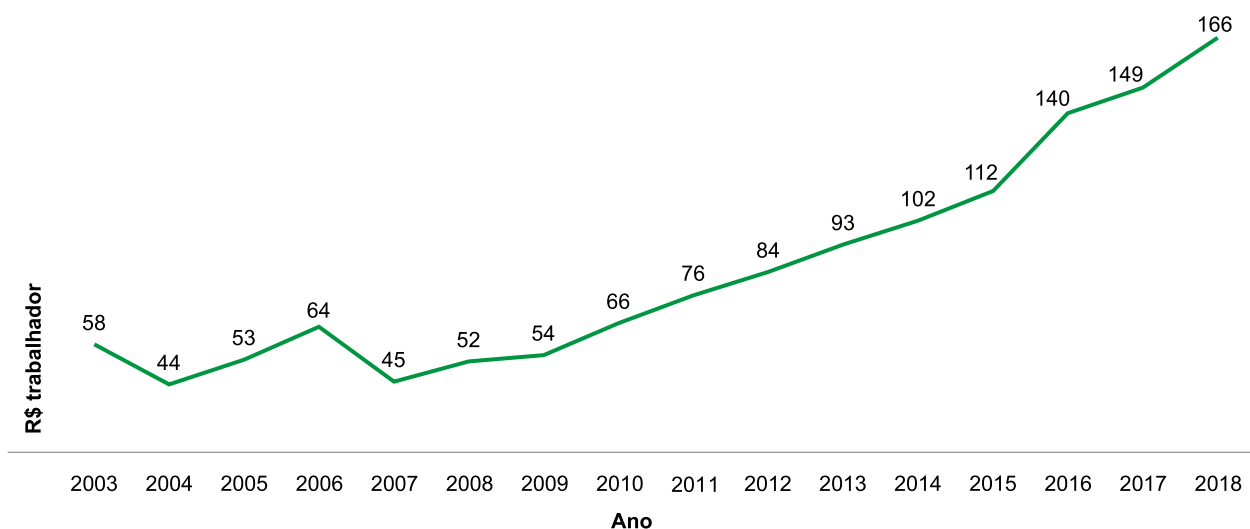
Por revelar a capacidade de o trabalho gerar produto, a produtividade do trabalho é um dos mais importantes indicadores de eficiência. Os fatores que afetam (positivamente) a produtividade do trabalho podem ser sintetizados em três variáveis: capital físico, capital humano e tecnologia.

A Figura 6 mostra primeiramente um período inicial de estagnação (2003–2009), quando o avanço da produção brasileira (Figura 3) parece ter sido edificada na incorporação de fatores, e não no crescimento da produtividade. Esse cenário pode ser considerado normal, tendo em vista que, naquele momento, motivados pela consolidação dos carros *flex*, os investimentos em ampliação de capacidade foram volumosos. Trata-se, pois, de um ambiente peculiar, marcado por certa euforia, quando as unidades produtivas se preocupam muito mais com a ocupação

de espaço no mercado e deixam em segundo plano os ganhos de eficiência, alcançados pela elevação da produtividade do trabalho.

Um segundo período bem definido é aquele que começa em 2010 e se estende até o último ano da série, marcado pela elevação continuada da produtividade do trabalho. Tal período coincide exatamente com o fim da euforia inicial, notadamente pela deterioração da relação do preço entre o álcool e a gasolina. Portanto, o aumento da produtividade do trabalho durante essa fase pode representar uma tentativa de compensar perdas, sobretudo por meio de ganhos de eficiência decorrentes de uma melhor organização do trabalho.

Diante das dificuldades competitivas que se manifestaram na fase que coincide com a segunda década do século 21, os ganhos de eficiência ocasionados pelo aumento da produtividade do trabalho (Figura 6) podem não ter representado exatamente um ganho adicional para o setor, mas uma compensação das perdas de competitividade reveladas pelos indicadores estudados. Diante de um cenário hostil, o crescimento da produtividade da mão de obra decorreu de mudanças introduzidas no ambiente de trabalho, tanto no que se refere ao perfil da ocupação quanto em relação à introdução de novas tecnologias que permitiram ao setor pou-



**Figura 6.** Produtividade do trabalho na indústria de álcool em 2003–2018.

Fonte: elaborado com dados do IBGE (2022).

par significativa quantidade de trabalho (Santos et al., 2016).

No cômputo geral dos indicadores de eficiência, percebe-se que, embora a produtividade do trabalho tenha crescido continuamente, o ganho proporcionado por esse indicador pode não ter sido suficiente para manter o setor sucroalcooleiro em ambiente favorável. A razão é que o comportamento adverso do preço relativo etanol/gasolina induziu os consumidores a desprezarem o biocombustível, retraindo o mercado interno para o produto. Mesmo que a indústria tenha passado a operar com maior produtividade, a falta de mercado induziu seu retraimento, forçosamente. Assim, o saldo final do período, em termos de eficiência, não expressa resultado satisfatório para a indústria.

## Indicadores de capacitação

### Crédito liberado por agentes públicos

Como medida de reação às dificuldades do setor sucroalcooleiro em razão da deterioração da relação do preço entre o etanol e a gasolina, foi criado em 2012 o Programa de Apoio à Renovação e Implantação de Novos Canaviais (Prorenova), administrado pelo BNDES. Inicialmente, o pro-

grama assumia o caráter temporário e se restringia ao financiamento de projetos que visassem introduzir novas variedades de cana, com a finalidade de alcançar maiores índices de produtividade. Posteriormente, a partir de 2017, o programa assumiu o caráter de fonte permanente de recursos para o setor. (EPE, 2018).

A Figura 7 mostra os valores liberados pelo BNDES ao setor sucroalcooleiro, abrangendo todas as etapas e elos da cadeia produtiva, desde os recursos destinados à produção da cana até os destinados ao processamento industrial. Como os valores correspondem aos dados anuais de 2003 a 2019, convém lembrar que a partir de 2012 estão inseridos, inclusive, os recursos do Prorenova.

Os dados assumem uma trajetória que reflete o cenário já traçado pelos indicadores de desempenho e eficiência: performance ascendente na primeira década do século 21 e uma dinâmica declinante na segunda década. De 2003 a 2010, os financiamentos cresceram aproximadamente R\$ 7 bilhões, com saltos significativos em cada ano da série. É conveniente lembrar que esse período coincide exatamente com a fase em que a relação de preço entre o etanol e a gasolina favorecia o biocombustível (Figura 5).

Depois de 2010, o período é marcado pelo recuo dos valores liberados (Figura 7). Nem mesmo a criação do Prorenova conseguiu segurar a performance anterior, embora o programa deva ter conseguido, em boa medida, manter os valores em patamares ainda elevados em 2012, 2013 e 2014. Daí em diante, tudo indica que prevaleceu a escassez de recursos/investimentos por falta de competitividade do álcool em relação à gasolina, em decorrência do subsídio que, àquela altura, favorecia o combustível fóssil.

Assim, o que parece ter ocorrido não foi exatamente um corte drástico da oferta de recursos dos financiadores, mas um resultado desfavorável nos cálculos de viabilidade por parte dos demandantes, já que o cenário dominado pelo preço de mercado adverso deteriorava a competitividade do produto. Não seria então razoável tomar grandes empréstimos para produzir um produto que, na avaliação do consumidor, não valia a pena, pelo menos naquele instante.

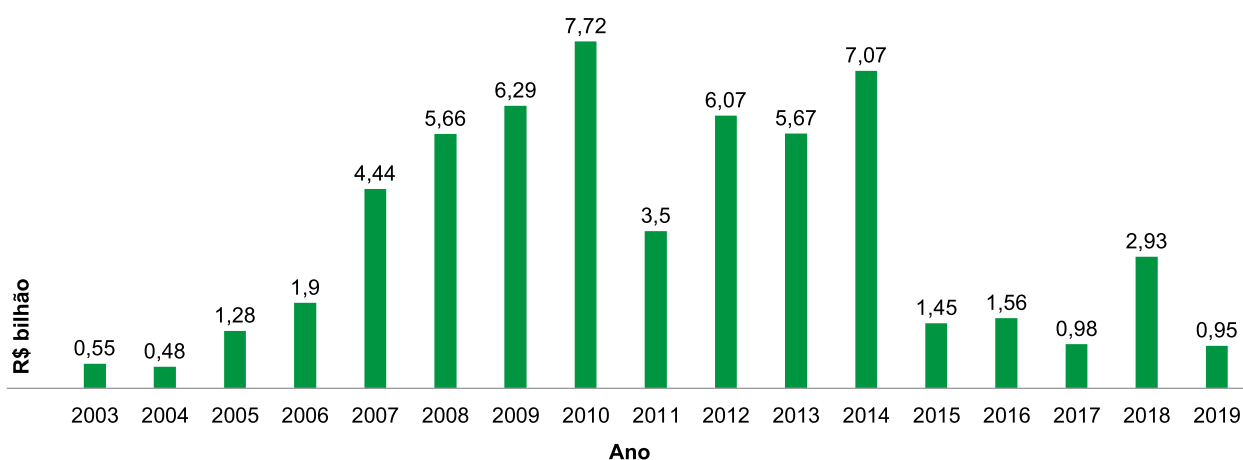
### Nível de escolaridade dos trabalhadores da indústria de etanol

A Figura 8 mostra o comportamento do nível de escolaridade da força de trabalho contratada pelo setor em 2006–2019. Mostra também o total de pessoas admitidas em cada ano da

série e a distribuição dos trabalhadores entrantes na atividade conforme o nível de escolaridade.

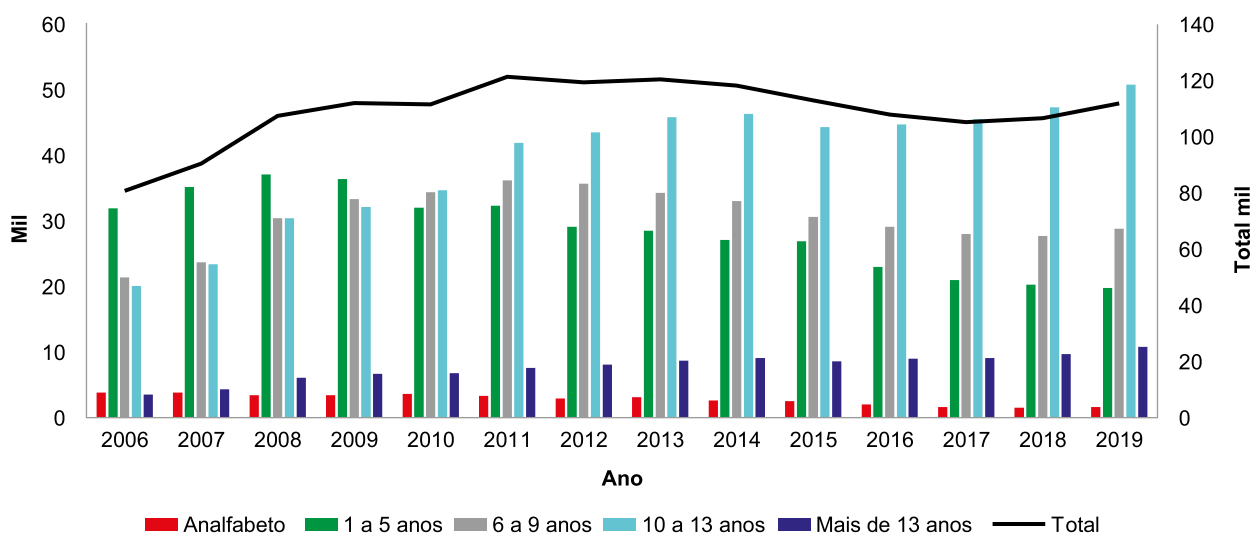
Em primeiro lugar, em relação ao total de admissões anuais, houve uma tendência ascendente, que se manteve por quase toda a série, atingindo o auge em 2011, com o total de 121,3 mil trabalhadores. A partir de 2015, o comportamento muda: o número de trabalhadores começa a cair e volta crescer só nos últimos dois anos da série. Para um declínio que começou em 2015, não seria razoável atribuí-lo exclusivamente a fatores como a introdução de tecnologias poupadoras de mão de obra, devendo ser considerada também a baixa performance do setor, conforme revelado pelos indicadores anteriormente apresentados.

Para o quesito escolaridade, o mais relevante para o caso em discussão, a Figura 8 revela um cenário em que as contratações de trabalhadores analfabetos e da faixa de um a cinco anos de estudo perdem importância ao longo do período, enquanto os trabalhadores da faixa de dez a treze anos de estudo passam a representar uma fração cada vez maior dos admitidos a cada ano. No início da série, o maior número de trabalhadores possuía até cinco anos de estudo, respondendo por 40% do total. Em 2019, o número caiu para 18%, e a quantidade de trabalhadores de 10 a 13 anos de estudo chegou a representar



**Figura 7.** Desembolsos do BNDES ao setor sucroenergético em 2003–2019.

Fonte: elaborado com dados de BNDES (2022).



**Figura 8.** Evolução do número de trabalhadores do setor de produção de álcool no Brasil, por faixa de anos de estudo, em 2006–2019.

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021b).

45% do total. Outra tendência que se observa é o crescimento do número de trabalhadores com mais de 13 anos de estudo, que saiu de 3,5 mil em 2006 para 10,8 mil em 2019. Ou seja, além de ser maior o número de indivíduos contratados a cada ano, estes passaram a ser, cada vez mais, dotados de maiores níveis educacionais.

Resumindo a performance dos indicadores de capacitação, eles também trazem à tona o cenário de perda de competitividade do setor sucroalcooleiro a partir do início da segunda década do século 21. Houve queda dos valores dos financiamentos contratados, mas, em contrapartida, houve aumento do padrão de escolaridade da mão de obra admitida anualmente. Tais indicadores exibem uma dinâmica que entra em sintonia com a dinâmica dos indicadores de desempenho e eficiência, delineando assim um cenário de perda de competitividade nos anos finais da série analisada.

## Considerações finais

Depois de 2003, já com algumas firmas inseridas em um paradigma tecnológico e com o lançamento e consolidação dos carros *flex*, o setor

sucroalcooleiro brasileiro experimentou uma fase de grande expansão dos volumes de investimento, produção e consumo de etanol. Essa fase perdurou por toda a primeira década do século 21, mas, no começo da década seguinte, principalmente em decorrência dos subsídios fornecidos à gasolina, o setor sofre um revés semelhante àquele experimentado quando o Proálcool foi extinto.

Esses fatos foram atestados pelos indicadores propostos. Praticamente todas as séries de dados revelaram uma fase inicial de performance positiva contrastada com uma fase final negativa. Embora tenham sido adotados indicadores inseridos em três dimensões – desempenho, eficiência e capacitação –, todas elas revelam o mesmo padrão, isto é, um primeiro momento marcado pelo aumento da competitividade do setor alcooleiro, mas interrompido por um segundo momento, marcado pela perda de competitividade.

Entretanto, algo que não pode ser deixado à parte é o fato de que a performance dos indicadores, e das respectivas dimensões às quais estão atrelados, reflete a ação de fatores internos, estruturais e sistêmicos. Tais fatores dão conta de elementos que podem estar sob a influência

das unidades produtivas ou fora do campo de influência delas. Quando uma parcela expressiva dos indicadores repercute a atuação de forças estruturais ou sistêmicas, como é o caso de um programa de subsídios à gasolina, torna-se razoável inferir que a perda de competitividade identificada no fim do período estudado não foi um fenômeno originário de decisões das firmas da indústria do álcool, mas algo exógeno.

Algo que reforça a proposição acima é o fato de que, nos termos revelados pelo comportamento da produtividade do trabalho e da escolaridade da força de trabalho, que refletem ações de natureza interna das firmas, a performance foi altamente positiva. Isso indica que, naquilo que estava ao alcance das unidades produtivas, houve tentativa de obtenção de ganhos de competitividade, por meio do aumento da eficiência produtiva, até mesmo como uma forma de compensar as adversidades causadas por fatores provenientes do ambiente externo.

Portanto, com base no contexto geral revelado pelo estudo, entende-se que o setor sucroalcooleiro brasileiro encontrou obstáculos exógenos para dar continuidade aos ganhos de competitividade do período que se segue ao surgimento e à aceitação dos veículos bicompostíveis no País. A interrupção desses ganhos aconteceu quando o governo brasileiro adotou uma nova política de combate à inflação, priorizando o controle de preços básicos, entre eles o preço da gasolina, causando assim muitos efeitos colaterais na economia, sendo um deles a redução da competitividade da produção interna de álcool combustível, em razão da relação de preço desfavorável. O comportamento adverso do preço relativo emitiu um sinal pessimista para os investidores do setor sucroalcooleiro nacional, interrompendo assim uma dinâmica até então favorável.

## Referências

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2019**. São Paulo, 2019.

Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuarios.html>>. Acesso em: 1 jan. 2022.

ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados Estatísticos**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Pesquisa e dados**. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Exportação e Importação Geral**. 2021a. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. 2021b. Disponível em: <<http://pdet.mte.gov.br/aceso-online-as-bases-de-dados>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas das safras**. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

COUTINHO, L.G.; FERRAZ, J.C. (Coord.). **Competitividade da indústria aeronáutica**: nota técnica setorial do complexo metal-mecânico. Campinas: [s.n.], 1993a.

COUTINHO, L.G.; FERRAZ, J.C. (Coord.). **Estudo da competitividade da indústria brasileira**: relatório final. [S.l.: s.n.], 1993b.

EPE. Empresa de Planejamento Energético. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis**: ano 2017. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-401/An%C3%A1lise\\_de\\_Conjuntura\\_Ano\\_%202017.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-401/An%C3%A1lise_de_Conjuntura_Ano_%202017.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of food security and nutrition in the world**: transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

HAGUENAUER, L. Competitividade: conceitos e medidas. Uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, v.16, p.146-176, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rec/article/view/24220>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Anual -Empresa**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pia-empresa/tabelas/brasil/2017>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

RAMOS, P. Trajetória e situação atual da agroindústria canavieira do Brasil e do mercado de álcool carburante. In: SANTOS, G.R. dos (Org.). **Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2016. cap.2, p.47-81.

RFA. Renewable Fuels Association. **Market and statistics**. Disponível em: <<https://ethanolrfa.org>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

RISSARDI JÚNIOR, D.J. **Três ensaios sobre a agroindústria canavieira no Brasil pós-desregulamentação**. 2015. 119p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo.

SAATH, K.C. de O.; FACHINELLO, A.L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, p.195-212, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>>. Acesso: 1 fev. 2022.

SANTOS, G.R. dos; GARCIA, E.A.; SHIKIDA, P.F.A.; RISSARDI JÚNIOR, D.J. A agroindústria canavieira e a produção de etanol no Brasil: características, potenciais e perfil da crise atual. In: SANTOS, G.R. dos (Org.). **Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil:**

desafios, crises e perspectivas. Brasília: Ipea, 2016. cap.1, p.17-45.

SHIKIDA, P.F.A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. 1997. 191p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SHIKIDA, P.F.A. Evolução e fases da agroindústria canavieira no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano23, p.43-57, 2014. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/953>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SHIKIDA, P.F.A.; BACHA, C.J.C. Evolução da agroindústria canavieira brasileira de 1975 a 1995. **Revista Brasileira de Economia**, v.53, p.69-89, 1999. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/746>>. Acesso em: 17 jan. 2022.

SIQUEIRA, P. **Estratégias de crescimento e de localização da agroindústria canavieira brasileira e suas externalidades**. 2013. 189p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SZMRECSÁNTY, T.; MOREIRA, E.P. O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial. **Estudos Avançados**, v.11, p.57-79, 1991. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141991000100006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141991000100006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 jan. 2021.

# Arroz em sistemas sustentáveis sob pivô central<sup>1</sup>

Adriano Pereira de Castro<sup>2</sup>  
Carlos Magri Ferreira<sup>3</sup>  
Rodrigo Sérgio e Silva<sup>4</sup>

**Resumo** – Este trabalho discorre sobre questões que influenciam a expansão da produção de arroz em sistemas intensivos, com sucessão de culturas irrigadas por pivô central no Cerrado. Nas últimas décadas, o abastecimento nacional desse cereal foi garantido pela produção concentrada em um estado, enquanto o País é ao mesmo tempo importador e exportador. A melhoria do manejo do solo, o controle de pragas, a disponibilidade de biomassa ou palhada de alta qualidade, o uso eficiente de água, a emissão nula de metano e a produção de grãos sem arsênio, decorrente do plantio de arroz irrigado por pivô central, e o recente aumento de preço do arroz, são indícios que podem alterar a sua matriz produtiva. Observa-se que a maior parte desses equipamentos de irrigação está onde a produção de arroz não é suficiente para abastecer a demanda local, o que limita o desenvolvimento das indústrias de beneficiamento que operam com ociosidade e adquirem a maior parte da matéria-prima no Sul do País. O sistema exhibe tanto aspectos harmônicos quanto dissonantes de preceitos norteadores de sustentabilidade. Os custos de implantação, de manutenção do equipamento de irrigação e de produção são compensados pela produtividade, qualidade, em termos de massa dos grãos e rendimento de grãos inteiros, e pela redução do custo com o transporte da área de produção até a indústria. A principal conclusão é que o futuro do sistema depende da sua competitividade com o arroz do Sul do País, que, por sua vez, subordina-se à adoção de inovações preconizadas pela pesquisa e ao apoio e incentivo da indústria arroseira aos produtores.

**Palavras-chave:** arroz de terras altas, intensificação sustentável, matriz alternativa de produção, segurança alimentar.

## Rice production in a sustainable intensification system under center-pivot irrigation

**Abstract** – In the present work, we conjecture and discuss on issues that influence the expansion of rice production in intensive systems, with succession of crops irrigated by center pivot in the Cerrado region. In the last decades, the national supply of this cereal was guaranteed by the production concentrated in one state, while the country is both importer and exporter. Improved soil management, pest control, availability of high-quality biomass or straw, efficient water use, zero methane emissions, and the production of arsenic-free grain resulting from the cultivation of rice

<sup>1</sup> Original recebido em 9/3/2021 e aprovado em 18/3/2022.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. E-mail: adriano.castro@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, analista da Embrapa Arroz e Feijão. E-mail: carlos.magri@embrapa.br

<sup>4</sup> Economista, analista da Embrapa arroz e Feijão. E-mail: rodrigo.silva@embrapa.br

subjected to center-pivot irrigation, and the recent price increase are indications which may alter the rice production matrix. It should be noticed that most of this irrigation equipment is located where rice production is not sufficient to supply the local demand, which limits the development of processing industries that operate idly and acquire most of the raw material in the South of the country. The system presents both harmonic as dissonant aspects to the guiding principles of sustainability. The costs of implementation, maintenance of irrigation equipment, and production are offset by productivity, quality of grain mass and whole grain yield, and by the reduction of the cost of transport from the production area to the industry. The main conclusion is that the future of the system depends on its competitiveness with rice from the South of the country, which in turn is subordinated to the adoption of innovations recommended by research and to the support and encouragement of the rice industry to producers.

**Keywords:** upland rice, sustainable intensification, alternative production matrix, food security.

## Introdução

O setor agropecuário do Brasil, em 2020, respondeu por aproximadamente R\$ 2 trilhões, o que equivale a 26,6% no PIB (Cepea, 2022). No mesmo ano, as importações brasileiras totalizaram US\$ 158,9 bilhões e as exportações, US\$ 209,8 bilhões, enquanto as exportações do agronegócio foram de US\$ 100,7 bilhões e as importações, de US\$ 13,0 bilhões. Em 2020, o País importou 974 mil toneladas de arroz, no valor de US\$ 374 milhões (Brasil, 2021a) e exportou 487,4 mil toneladas de arroz, no valor de US\$ 130,3 milhões (Fazcomex, 2021). O valor bruto da produção primária de arroz em 2021 foi de R\$ 20,5 bilhões (Brasil, 2022). Em termos financeiros absolutos, o montante pode ser considerado pequeno se comparado com o de outras commodities, mas não é desprezível. Além disso, a produção de arroz envolve questões sociais e ambientais de grande significado: geração empregos, segurança alimentar, opção de diversificação e sustentabilidade da produção agrícola, entre outras.

A importância do agronegócio no Brasil é mundialmente reconhecida e, para que o País mantenha essa condição, é fundamental que esteja em consonância com as demandas e os desafios societários globais e com as macrodemandas vinculadas à agricultura sustentável, que se correlacionam com a prevenção e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, produção de alimentos em quantidade suficiente para o crescimento da população e qualidade nutricional

que garanta a saúde dos consumidores (FAO, 2017). Nessa conjuntura, a orizicultura não deve ser vista de modo segmentado, ou seja, ela deve estar integrada às outras cadeias produtivas e sistemas de produção.

Muitas demandas são balizadas por marcos regulatórios e acordos internacionais estabelecidos por países-membros no âmbito de organismos multilaterais. Destaca-se a Agenda 2030, lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em setembro de 2015. A agenda é composta por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (United Nations, 2015), e as metas propostas devem ser observadas por todas as cadeias produtivas de alimentos (CGIAR, 2019).

Na busca por soluções dos desafios ambientais e de segurança alimentar, surgiu o conceito de intensificação sustentável, que significa o aumento da oferta de produtos agrícolas e de serviços ambientais por hectare. Um ponto fundamental é como alcançar esses objetivos em consonância com a sustentabilidade ambiental. De acordo com Buckwell et al. (2014), o êxito depende de saber aplicar com razoabilidade e sabedoria conhecimentos científicos em cada hectare plantado. Nesse quesito, a produção de arroz sob pivô em áreas de intensificação sustentável possui um cabedal de resultados de pesquisa e práticas encorajadoras – adiante discutidos. Mas, obviamente, são necessários mais estudos que quantifiquem os impactos ambientais, principalmente em relação ao uso de água e energia para acionamento dos equipamentos



de irrigação, bem como quanto à aplicação de insumos.

Os dois principais sistemas de produção de arroz no Brasil são o irrigado por inundação e o de terras altas ou de sequeiro. Na safra 2019/2020, o arroz de terras altas respondeu por 9,5% da produção total do País (Embrapa Arroz e Feijão, 2021). O Brasil é o único País onde o arroz de terras altas desempenha papel fundamental no abastecimento interno; esse sistema atua como um regulador de preços, favorecendo a melhor distribuição da produção do cereal e aproximando a produção das regiões consumidoras.

A produção de arroz no Brasil é suficiente para garantir o autoabastecimento. A Tabela 1 mostra que na safra 2020/2021 foram produzidos 1,4 milhão de toneladas acima da demanda. Embora a região Sul seja a única autossuficiente, nas outras regiões há estados que produzem mais do que sua demanda interna.

Na região Norte, Roraima, Rondônia e Tocantins produzem excedentes – os demais estados são deficitários –, e o exceden-

te do Tocantins poderia suprir quase um terço do déficit do Nordeste, onde todos os estados são deficitários. No Centro-Oeste, só Mato Grosso produz mais do que a demanda interna. O Sudeste é abastecido quase que exclusivamente por outras regiões, mas as indústrias de beneficiamento de arroz do Triângulo Mineiro, que detêm mais de um terço do mercado do estado, importam a matéria-prima do Paraguai (Ferreira & Mendez del Villar, 2004). A região Sul é a que garante o abastecimento nacional, inclusive o Paraná, que não é autossuficiente.

Este trabalho não pretende propor que o sistema de produção de arroz sob pivô central provoque uma ruptura e venha a ser, no curto prazo, substituído dos eficientes sistemas de produção irrigada do Rio Grande de Sul, de Santa Catarina e do Tocantins, mas expor, subsidiar e embasar tomadas de decisão pelo lado produtivo e das políticas públicas sobre o potencial desse sistema em assumir protagonismo na produção nacional, principalmente em determinadas regiões e cenários, situação que pode contribuir significativamente para a segurança alimentar.

**Tabela 1.** Brasil – produção e demanda de arroz (base casca) por região na safra 2020/2021.

Região	Produção arroz casca (t mil)			Estimativa de consumo <sup>(1)</sup> de arroz em casca na região (t mil)	Autossuficiência	Arroz em casca (t mil)	
	Arroz de terras altas	Irrigado	Total			Excedente	Déficit
Norte	264,2	733,2	997,4	793,8	Não	0	506,7
Nordeste	226,7	96,1	322,8	2.506,3	Não	0	-2.183,5
Centro-Oeste	402,9	200	602,9	877,3	Não	0	495,6
Sudeste	6,8	35,5	42,3	4.246,2	Não	0	-4.203,9
Sul	5,2	8.993,5	179,2	1.068,0	Sim	8.151,00	0,0
<b>Brasil</b>	<b>905,8</b>	<b>9.998,3</b>	<b>10.904,1</b>	<b>9.491,5</b>	<b>Sim</b>	<b>1.412,6</b>	<b>0,0-</b>

<sup>(1)</sup> Cálculo feito com dados de consumo per capita de arroz polido estimado pela Euromonitor Consulting (2019): Sudeste (36 kg/ano), Nordeste (33 kg/ano), Sul (28 kg/ano), Centro-Oeste (40 kg/ano), Norte (32 kg/ano) e Brasil (34 kg/ano). Os dados foram convertidos para arroz em casca e multiplicados pelo número de habitantes.

Fonte: adaptado de Euromonitor Consulting (2019), Conab (2021b) e IBGE (2021b).

Considerando-se que estresses climáticos, ocorrências de pragas, circunstâncias agrônômicas e financeiras, entre outros fatores, podem reduzir a produção do arroz irrigado por inundação, é estratégico considerar uma matriz alternativa de produção. Mas para que o Brasil se torne um importante *player* no mercado internacional desse cereal, é fundamental o aumento da produção nas regiões deficitárias de modo que se possa exportar sem que falte o produto para os brasileiros.

Para Burlingame & Dernini (2012), produzir alimentos localmente é a melhor maneira de garantir a segurança alimentar e evitar distúrbios decorrentes da globalização e incertezas internacionais. Essa afirmação, dadas as dimensões do Brasil, é aplicável às nossas condições e à cultura do arroz. As possibilidades da orizicultura brasileira são mais promissoras quando se consideram as complementaridades e a pulverização dos sistemas de produção, pois, aumentando a segurança alimentar, eleva-se a possibilidade de exportação (Ferreira, 2014).

## Contexto e perspectiva do arroz irrigado por pivô

O pivô central é um sistema de irrigação por aspersão, cujo equipamento consiste em uma torre ancorada no centro da área irrigada, permitindo o movimento circular de uma tubulação aérea sobre torres com rodas, de comprimento e altura variados, que aplica uma lâmina d'água homogênea, previamente estabelecida, sobre a plantação. A operação do sistema exige pouca mão de obra comparada com o método de irrigação por inundação, que é mais usado na produção de arroz. O sistema pode ser utilizado em diversos tipos de solo e topografia, e Alves Júnior et al. (2017) destacam outras vantagens no plantio, nos tratamentos culturais e colheita e sua facilidade na sucessão de culturas, já que o equipamento não precisa ser removido.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006), a área total irrigada no Brasil era de 4,54 milhões de hectares, e a área

sob pivô era de 892 mil hectares. Segundo Fontenelle et al. (2019), em levantamento feito em 2017, a irrigação sob pivô central ocupava 1,40 milhão de hectares, ou 19,9% da área total irrigada no Brasil, assim distribuída: Norte, 1,1%; Nordeste, 16,7%; Sudeste, 44,5%; Sul, 8,4%; e Centro-Oeste, 29,3%. Em 2020, estudo da Embrapa detectou uma área de 1,61 milhão de hectares, irrigadas por 25 mil pivôs: 8.545 em Minas Gerais, irrigando 501 mil ha; 4.207 em Goiás, 289 mil ha; 3.099 na Bahia, 236 mil ha; 4.734 em São Paulo, 213 mil ha; 1.117 em Mato Grosso, 138 mil ha; 185 mil no Tocantins, 17 mil ha; e 270 no Distrito Federal, 15 mil ha. A área irrigada nesses estados é de 1,41 milhão de hectares (Guimarães & Landau, 2020).

A maior concentração de pivôs está no Brasil Central, onde são diversas as culturas irrigadas: feijão, milho, soja, trigo, tomate industrial, algodão, cana-de-açúcar, batata, cebola, alho, citrus, mamão, banana e pastagens, entre outras. O feijão e o trigo merecem menção especial. O feijão, porque a terceira safra, plantada entre maio e junho, exerce papel fundamental na regulação do mercado e do preço. O trigo, cereal de que o Brasil é grande importador, tem ocupado área de 25 mil a 50 mil hectares, que corresponde a cerca de 3,5% da área cultivada no sistema irrigado por pivô (Chagas et al., 2020). O arroz surge como nova opção, rentável e sustentável, com uma série de benefícios quando inserido nesse sistema de intensificação de cultivo.

As irrigações com pivô central na região do Cerrado são mais efetivas no período seco, de maio a setembro (Sano et al., 2005). No período das chuvas, normalmente cultiva-se soja ou milho, que são irrigados de forma complementar, na eventualidade de ocorrência de veranicos. O arroz se encaixaria nessa situação.

Na região central do Brasil, o plantio do arroz irrigado sob pivô pode ser feito em três épocas: a primeira, em agosto/setembro, é considerada uma antecipação em relação à safra normal; a segunda é em novembro, no ciclo normal no calendário agrícola da região; e a terceira, "segunda safra" ou "safrinha", ocorre em janeiro/

fevereiro, dependendo da localidade e da possibilidade de ocorrência de baixas temperaturas na fase de florescimento da cultura, que prejudicam a produtividade. A colheita, entre 100 e 110 dias depois do plantio, depende da cultivar plantada e do ambiente.

Para Alves Júnior et al. (2017), a viabilidade econômica de um empreendimento agrícola com irrigação é influenciada pelos custos de implantação, manutenção e eficiência do sistema, que, por sua vez, variam em função das lâminas aplicadas e do manejo de irrigação ao longo do ciclo. Dessa forma, sendo o arroz uma cultura exigente em água, a opção de seu cultivo em período sem chuvas exigiria pivôs com maior capacidade de disponibilização de lâmina de água, o que acarretaria significativo aumento dos custos de implantação e produção, por causa do alto consumo de energia. Além disso, essa opção usaria um recurso natural cada vez mais sujeito a conflitos entre seus usuários e finalidades: a água. Portanto, das três opções citadas para o cultivo do arroz sob pivô central, essa é a menos indicada. Já nos cultivos da safra normal e da safrinha (entre novembro e maio), normalmente caracterizados pela abundância de chuvas, os pivôs são acionados pontualmente, caso ocorra algum período mais prolongado sem chuvas (veranicos). O aproveitamento quase exclusivo das chuvas para a condução da safra propicia o uso eficiente desse recurso a um custo energético mínimo.

O custo de produção de áreas irrigadas, além das despesas com irrigação, é composto por gastos com sementes, fertilizantes, defensivos, tratos culturais, colheita e outros (Alves Júnior et al., 2017). Segundo Tortelli et al. (2019), no Rio Grande de Sul o custo de produção de arroz irrigado sob pivô é cerca de 20% inferior ao do sistema irrigado por inundação. De acordo com o Irga (2022), o custo de produção na safra 2020/2021 foi de R\$ 11.567,74 por hectare. Concenço & Azambuja (2017) complementam que os custos são menores, mesmo considerando o investimento na aquisição do pivô. Parfitt et al. (2017) concluíram que o consumo de água

no sistema de irrigação mais adotado no Rio Grande do Sul, inundação contínua, em áreas com relevo mais ondulado, comuns na região da Fronteira Oeste, supera, em muitas situações, os 1.500 mm por ciclo de cultivo. Nos mesmo locais, dependendo das condições climáticas durante a safra, o sistema de irrigação por aspersão consome de 400 mm a 700 mm. Ressalta-se que o cultivo sob pivô no Rio Grande do Sul acontece quando não há chuvas, ou seja, toda a demanda hídrica do arroz provém de barramentos, o que torna os custos altos quando comparados aos do mesmo sistema, mas com o arroz de terras altas no Brasil Central, onde a irrigação é suplementar no caso de não haver chuvas.

Em 2019, a equipe de transferência da Embrapa Arroz e Feijão acompanhou a produção e calculou o custo de uma lavoura de arroz sob pivô em Goiás: R\$ 3.699,81/ha. O custo com irrigação respondeu por 12,8% do total, o que poderia ser menor, já que o cultivo foi feito no pico do período seco. A produtividade média foi de 6.360 kg/ha e no mês da colheita, janeiro de 2020, a saca de 60 kg do produto em casca era de R\$ 72,00. Nesse exemplo, a lucratividade foi de R\$ 3.932,35/ha, correspondente a 54 sacas. Empresários de indústrias de beneficiamento de arroz em Mato Grosso informaram que adquiriram em 2020 arroz de lavouras sob pivô, cuja produtividade variou de 5.100 kg/ha a 6.120 kg/ha, com rendimento de inteiros variando de 57% a 64%. Já em 2021, o custo estimado pelos produtores foi de R\$ 6.500,00 e a produtividade média, de 100 sacas. A qualidade dos grãos foi mantida, sendo a saca comercializada a R\$ 100,00. Nesse cenário, a lucratividade cresceu.

Para efeitos comparativos, em estudo na região sul de Mato Grosso do Sul na safra 2015/2016 o custo total por hectare da soja RR1 irrigada por pivô foi de R\$ 3.108,32. O custo operacional, englobando os insumos, as operações agrícolas, a irrigação, outros custos e a depreciação, respondeu por 74,2% do total, correspondendo a R\$ 2.302,79. A produtividade da soja nessas condições gira em torno 4.200 kg/ha.

A produtividade média da soja em Mato Grosso do Sul na safra 2019/2020 foi de 3.508 kg/ha (IBGE, 2021a). Os preços considerados foram de junho de 2015 e a receita bruta obtida foi R\$ 3.850,00, lucratividade de R\$ 741,68, correspondente a 13 sacas de soja (Richetti et al., 2015).

## Destaques do cultivo do arroz sob pivô central

A orizicultura sob pivô central não deve ser vista considerando-se só o retorno financeiro, mas também sua contribuição para a manutenção e melhoria do sistema de produção. Um dos benefícios da inserção do arroz em áreas de pivô é a quebra do ciclo das pragas, tornando as áreas mais eficientes para outras culturas num processo de rotação do sistema de produção. O cultivo sucessivo de uma mesma cultura, ou culturas que sejam hospedeiras dos mesmos patógenos, pode acarretar problemas sanitários impeditivos para novos cultivos. O termo pragas aqui deve ser entendido no seu amplo conceito, que envolve doenças, insetos e plantas daninhas.

Inomoto et al. (2011) estudaram a infestação por nematoides em sucessão de cultura com algodão, milho, soja e caupi, irrigadas por pivô central. Uma das conclusões foi que a sucessão de cultura precisa ser cuidadosamente planejada em áreas infestadas com nematoides polífagos, principalmente naquelas onde ocorrem mais de duas espécies patogênicas às culturas utilizadas. Costa et al. (2019) levantaram espécies de nematoides das lesões radiculares associadas ao cultivo de arroz, soja, milho e feijão no Brasil Central, especialmente no Cerrado. Em relação ao arroz, avaliaram a reação do hospedeiro e os níveis populacionais de *Pratylenchus* spp. e concluíram que, dependendo da tolerância dos genótipos de arroz, o fator de multiplicação pode ser muito inferior quando comparado ao das culturas de milho e soja, o que torna os genótipos opções de grande interesse nos sistemas de integração sustentável.

Várias pesquisas trabalham com o objetivo de comprovar observações de campo que apon-

tam o impacto da inserção da cultura do arroz na quebra ou redução da população de diversos patógenos da parte aérea e do sistema radicular causadores de grandes prejuízos nas culturas de soja e feijão. São esperados resultados que comprovem o papel da cultura do arroz na mitigação dos efeitos nocivos de patógenos nos sistemas de intensificação sustentável.

Outra vantagem significativa da inserção do arroz em áreas de agricultura intensiva sob pivô é a palhada de alta qualidade deixada no solo. A parte aérea e raízes da planta de arroz produzem uma densa biomassa ou palhada que contribui para o incremento de carbono e de matéria orgânica no solo (Madari et al., 2018), o que melhora sua fertilidade química, biológica e a estrutura física, variáveis diretamente relacionadas à manutenção da produtividade e à resiliência do sistema (Nascente & Stone, 2015; Lacerda et al., 2016). Na rotação soja-arroz, por exemplo, há a promoção da ciclagem de nutrientes e o equilíbrio da relação carbono/nitrogênio, fundamental para a manutenção da qualidade e do estoque de carbono orgânico do solo (Carvalho et al., 2020). Foi constatado significativo aumento da produtividade da soja no cultivo em sucessão ao arroz (Nascente & Stone, 2018).

O caráter sustentável da produção de arroz sob pivô em áreas de intensificação ocorre, entre outros motivos, pelo uso ponderado da água, pois ele depende quase que exclusivamente da água das chuvas para produção, entre 400 mm e 600 mm distribuídos ao longo da safra (Crusciol et al., 2013); pelo custo de produção reduzido com o preparo do solo e o bombeamento de água para irrigação (Agrianual..., 2021); pela emissão nula de metano (CH<sub>4</sub>), um dos gases de efeito estufa relacionado a processos anaeróbicos de degradação do carbono (Embrapa, 2015); e pela reduzida probabilidade de produção de grãos com concentração de arsênio (As) acima do limite recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), de 1 mg/kg (Panthri & Gupta, 2019). O arsênio é prejudicial à saúde humana (Pinson et al., 2015).

As cultivares utilizadas em sistemas de arroz de terras altas possuem características distintas, inclusive a base genética, oriunda da subespécie japônica – a do arroz irrigado é a índica. No cultivo de arroz sob pivô central, usam-se cultivares de arroz de terras altas. Até poucos anos atrás, havia diferença entre os aspectos dos grãos provenientes desses sistemas, mas hoje eles possuem o mesmo padrão. Outra característica importante, antes restrita para o ambiente irrigado, era a disponibilidade de cultivares com resistência a herbicidas de ação total. Em 2018, foi lançada no mercado brasileiro a BRS A501 CL (Castro et al., 2018), a primeira cultivar de arroz de terras altas com resistência a herbicida de amplo espectro. Essa cultivar resolve o principal entrave para a consolidação da inserção do arroz de terras altas em sistemas de integração sustentável, a ação de plantas daninhas. Já em 2020, a Embrapa disponibilizou no mercado a BRS A502, cultivar com elevada resistência ao acamamento, atributo fundamental para a inserção do arroz em áreas de pivô central, normalmente caracterizadas pela alta fertilidade. Além disso, a BRS A502 possui alto potencial produtivo e

grãos de excelente qualidade industrial e culinária (Furtini et al., 2020).

Outro ponto que favorece a competitividade do arroz produzido sob pivô central pode ser visto em Costa (2020), que comparou a qualidade do arroz de terras altas com o do irrigado, considerando os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa Nº 6 (Brasil, 2021b). Observa-se que não há discrepâncias de qualidade em relação a matérias estranhas e impurezas, grãos vermelhos e grãos pretos, renda, rendimento, classe e defeitos – ardidos, amarelos, picados ou manchados, gessados e verdes (Tabela 2). Os dados são de 403 laudos/documentos de classificação de arroz em casca natural das atividades normais das empresas credenciadas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em Mato Grosso e Goiás para o arroz de terras altas e no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina para o arroz irrigado.

Ressalta-se que alguns problemas e defeitos mostrados na Tabela 2 podem ser minimizados com o aumento da viabilidade de sucesso

**Tabela 2.** Comparação de grãos avariados, renda, beneficiamento e classe entre o arroz de terras altas e o arroz irrigado na safra 2019/2020.

Atributo		Arroz de terras altas (%) <sup>(1)</sup>	Arroz irrigado (%) <sup>(2)</sup>
Rendimento de inteiro		55,2	58,3
Grãos quebrados		14,2	10,6
Rendimento total		69,4	69,0
Classe	Grão longo fino	91,6	97,6
	Grão longo	7,7	1,7
	Grão médio	1,0	0,8
	Grão curto	0,0	0,0
Defeitos avariados	Ardidos	0,13	0,03
	Amarelado	0,60	0,27
	Rajada	0,40	,58
	Manchado ou picado	1,87	0,71
	Gessado ou verde	1,12	0,35

<sup>(1)</sup> Relativas a Mato Grosso e Goiás.

<sup>(2)</sup> Relativas ao Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Fonte: Costa (2020).

do cultivo do arroz em sistemas de intensificação sustentável. A inserção do arroz nesse ambiente constitui um novo paradigma na orizicultura, pois haveria alta diferenciação do predominante modelo atual, em que o arroz é explorado em aberturas de áreas para agricultura ou recuperação de áreas degradadas, normalmente com baixa uso de tecnologia. No novo sistema, o ambiente natural se torna mais apropriado para um modelo de exploração integrado de pecuária e agricultura.

Outro fator positivo da produção do arroz na região do Cerrado é a redução do custo com frete. O frete de uma tonelada de arroz do Rio Grande do Sul para Goiás e Mato Grosso, dependendo do local onde ele está armazenado, varia de R\$ 250,00 a R\$ 270,00. O frete da mesma quantidade no Brasil Central pode variar de R\$ 55,00 a R\$ 130,00, dependendo da distância e das condições das estradas.

A geração de empregos é outro ponto que deve ser ressaltado. O Rio Grande do Sul destaca-se na produção e no beneficiamento primário desse cereal: em 2019, existiam 232 unidades de beneficiamento de arroz ativas, das quais 50 indústrias, com 66 unidades em operação, beneficiaram 82% do arroz naquele estado (Irga, 2021). No Brasil, são centenas de indústrias de diferentes portes. Em vários estados, há a presença de associações representativas (Tabela 3), salientando-se que existem também indústrias

não filiadas. Em 2018, uma enquete não publicada, feita pela Embrapa com o Sindicato Estadual das Indústrias de Arroz no Estado de Mato Grosso (Sindarroz-MT), revelou que, em média, cada empresa gerava 30 empregos diretos – empresas de pequeno e médio portes.

## Viabilidade do cultivo do arroz de terras altas sob pivô

O desenvolvimento sustentável do setor orizícola depende da sua capacidade de enfrentar os grandes e atuais desafios, o que envolve o crescimento da produção, mas, ao mesmo tempo, também a redução dos impactos desse processo sobre os recursos naturais, entendendo que as atividades agrícolas possuem duas vertentes, iniciativa dos atores da cadeia produtiva e a participação do Estado por meio de políticas públicas.

Projetar com assertividade o futuro em relação a qualquer produto agrícola é uma tarefa espinhosa e cheia de armadilhas. No presente caso, um caminho é lançar mão de projeções de cenários de expansão do cultivo do arroz sob pivô central adotando modelos estatísticos. No entanto, mesmo os modelos sofisticados não são capazes de prever todos os fatores envolvidos. Muitos deles, com interferência na trajetória da demanda e oferta, e outros, fortemente atrelados a questões de mercado e econômicas, podem

**Tabela 3.** Associações representativas de grandes indústrias de beneficiamento de arroz fora do Rio do Grande do Sul e de Santa Catarina.

Nome	Número de indústrias filiadas	Estimativa de indústrias não filiadas
Sindicato da Indústria do Arroz no Estado de Minas Gerais (Sindarroz-MG)	13	35
Sindicato Estadual das Indústrias de Arroz no Mato Grosso (Sindarroz-MT)	22	6
Sindicato dos Beneficiadores de Arroz do Estado de Tocantins (Sindiato)	16	2
Sindicato da Indústria do Arroz do Estado de Goiás (Siago)	14	4

Fonte: Ferreira (2006).

mudar repentinamente e gerar prognósticos enviesados. A razão maior para não se usar aqui esse expediente é o objetivo do estudo: divulgar a possibilidade tecnológica, e à luz de preceitos de sustentabilidade, de produzir arroz sob pivô central.

Ao longo do texto, observa-se duas evidências: a necessidade de aprofundamento em certas questões tecnológicas; e sinais da viabilidade de se produzir arroz sob pivô central, apesar do alto investimento para implantação do equipamento e do alto custo operacional, principalmente com energia/combustível. Esse é um ponto relevante a ser considerado, pois, para Hoff (2011), a complexa relação água-alimento-energia implica que qualquer solução para um parâmetro deve considerar impactos nos outros.

Certamente essas questões, somadas à situação confortável do País quanto ao abastecimento interno, contribuem para o não aprofundamento do debate da viabilidade de se produzir arroz sob pivô central. Inclusive, surgem questionamentos do porquê investir recursos humanos e financeiros no aperfeiçoamento desse sistema de produção. A resposta está em um dos principais papéis da pesquisa científica, que é antecipar soluções de potenciais problemas e oferecer alternativas para que os produtores realizem de maneira sustentável seus negócios e garantam a oferta de produtos para suprir as demandas da população. A atual situação da oferta de arroz pode ser alterada repentinamente, considerando-se a concentração da produção. Aliás, alguns sinais estão ocorrendo: a área cultivada com arroz irrigado está recuando a cada ano; o cultivo da soja está avançando sobre áreas de arroz irrigado; o endividamento dos produtores; e reverses climáticos e questões ambientais no Rio Grande do Sul – na atual safra 2021/2022, por exemplo, notícias dão como significativa a quebra de produção no estado, decorrência de forte seca e indisponibilidade de água (Canal Rural, 2022).

O arroz produzido sob pivô central consegue ofertar grãos de alta qualidade para indústrias de beneficiamento, principalmente as localizadas distantes da principal região produ-

tora do País, o Sul, que produz cerca de 80% do arroz brasileiro. Isso, porém, não é suficiente para garantir o sucesso do arroz produzido sob pivô, pois o dinamismo da agricultura brasileira não garante por quanto tempo o arroz nesse sistema será competitivo em relação a outros cultivos também produzidos sob irrigação, como a produção de grãos para sementes, feijão, milho e olerícolas, principalmente batata, cenoura, cebola e alho. A salvaguarda de obter bons retornos econômicos com o arroz irrigado sob pivô central vai depender da safra de arroz em outros sistemas e dos estoques privados e do governo, que influenciam o preço, principalmente na entressafra. Dessa forma, em anos de preços baixos, talvez não se possa remunerar o custo de produção do grão produzido sob pivô. Por questões de mercado, a indústria não pagará preço maior do que o vigente na praça. Ressalta-se que os preços foram atípicos em 2020: no Rio Grande do Sul, a saca de arroz (50 kg) ficou 104,76% maior do que no ano anterior; no Tocantins e em Mato Grosso (60 kg), 92,86% e 85,55%, respectivamente (Conab, 2021a).

Portanto, o cultivo do arroz sob pivô poderá impulsionar a orizicultura na região central do Brasil, prognóstico que se apoia na perspectiva de que a oferta garantida de produto de boa qualidade vinda desse sistema incentivará investimentos das indústrias arroseiras, na produção sob pivô, mas também na produção de arroz de terras altas, que não é suficiente para atender à demanda da região. Destaca-se que uma das dificuldades superadas é que inovações recentes possibilitam o plantio de arroz de terras altas em sistemas de cultivos em solos de alta fertilidade do Cerrado, áreas que muitas vezes são exploradas em sistemas de produção que possibilitam de dois e meio a três ciclos anuais. Outro ponto importante a ser mencionado é a atual disponibilidade de cultivares adaptadas aos sistemas de intensificação sustentável. Elas possuem características que as tornam aptas a esse sistema, como resistência a herbicidas, tolerância ao acamamento, alto potencial produtivo e qualidade de grãos exigida pela indústria e pelo consumidor.

Disrupções na agricultura constituem um círculo: se a remuneração de um produto compensa os investimentos, então os produtores demandam tecnologias e inovações; consequentemente, as pesquisas buscam soluções focadas na demanda de problemas identificados. Outras pesquisas são feitas sob a ótica de problemas potenciais – em práticas agrícolas, cultivares adaptadas aos sistemas ou que vislumbrem oportunidades de mercado. O crescimento da participação do arroz sob pivô na oferta nacional de arroz seria certo, já que no Centro-Oeste e no Sudeste a área potencialmente irrigada nesse sistema é de aproximadamente de 1,41 milhão de hectares, com capacidade de produzir 8,4 milhões de toneladas de arroz por ano; e há tecnologias e inovações que permitem superar as demandas iniciais, sendo a incógnita o desdobramento do mercado.

É óbvio que este trabalho não esgota as questões envolvidas. Historicamente, fatos impactantes e interruptivos na agricultura brasileira são uma constante. O Cerrado, até a década de 1970, era considerado terra não adequada para a produção de grãos, mas hoje é a esperança de abastecimento mundial de alimentos. Outro exemplo: até meados da mesma década, os consumidores brasileiros preferiam os grãos produzidos sob o sistema de terras altas; depois mudaram para os grãos produzidos em sistema irrigado. Segundo Kahneman (2012), na ausência de informações consistentes e suficientes, a tendência, para fugir de previsões extremas, é optar pela média de alguns dados recentes ou por inferências abstraídas com base na simpatia do avaliador pelo tema ou sedução pela narrativa apresentada, cujo resultado é expresso em afirmativas vagas do tipo "muito boa" ou "se mostra inviável". Para evitar essa cilada e ao mesmo tempo ser assertivo, deve-se associar o horizonte do sistema às condições de mercado, muito mais do que às aptidões dos pontos positivos e à capacidade de superação dos negativos.

## Considerações finais

O cultivo do arroz é uma opção econômica para a sustentabilidade nas áreas irrigadas com pivô central em solos de Cerrado que nos últimos anos vêm sendo sistematicamente explorados em monocultivo ou rotações não adequadas. A opção é promissora para compor o sistema de produção e a oferta desse cereal no País, considerando-se a rentabilidade, a excelência dos grãos (qualidade *premium*) e melhorias das condições de produção decorrentes dos benefícios propiciados pela rotação. No entanto, em consequência de outros fatores, a área cultivada com arroz sob pivô pode não evoluir. Com os dados de que se dispõe até o momento, fica evidente que existem oportunidades e lacunas de pesquisa e de transferência de tecnologia e que o futuro do cultivo do arroz sob pivô depende do aperfeiçoamento das tecnologias para a produção e da competitividade com o arroz irrigado por inundação. É pouco provável que no curto prazo o sistema consiga suprir o mercado com alto percentual da oferta total de arroz no Brasil. No entanto, estrategicamente, é recomendável não menosprezar essa alternativa de produção de um alimento básico.

## Referências

- AGRIANUAL 2021: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2021. p.153-155.
- ALVES JÚNIOR, J.; SALES, D.L.A.; PEREIRA, R.M.; RODRIGUEZ, W.D.M.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A.W.P. Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, e201703, 2017. DOI: <https://doi.org/10.12661/pap.2017>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas de comércio exterior**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 25 jan. 2021a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no 6, de 16 de fevereiro de 2009**. [Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação



ou rotulagem]. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1687046295>>. Acesso em: 1 fev. 2021b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BUCKWELL, A.; HEISSENHUBERT, A.; BLUM, W. **The sustainable intensification of european agriculture: a review sponsored by the RISE Foundation**. Brussels: Rural Investment Support for Europe, 2014. 96p.

BURLINGAME, B.; DERNINI, S. (Ed.). **Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and actions**. Rome: FAO, 2012.

CANAL RURAL. **Sem água para irrigação, produtores de arroz do RS abandonam parte das lavouras**. 6 jan. 2022. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/sem-agua-irrigacao-arroz>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CARVALHO, M.T. de M.; CASTRO, A.P. de; FERREIRA, C.M.; LACERDA, M.C.; LANNA, A.C.; SILVA-LOBO, V.L.; SILVA, M.A.S. da; COLOMBARI FILHO, J.M. **O arroz de terras altas como estratégia para segurança alimentar, intensificação ecológica e adaptação à mudança do clima: rumo aos objetivos de desenvolvimento sustentável para o milênio**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. 14p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 252).

CASTRO, A.P. de; RANGEL, P.H.N.; LACERDA, M.C.; FURTINI, I.V.; FRAGOSO, D. de B.; CORDEIRO, A.C.C.; SOUSA, N.R.G.; MORAIS, O.P. de; AZEVEDO, R. de; UTUMI, M.M.; PEREIRA, J. de A.; OLIVEIRA, I.J. de; CUSTODIO, D.P.; SANTOS, B.M. dos. **BRS A501 CL: cultivar de arroz de terras altas resistente a herbicida**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. 8p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 242).

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-com-avanco-de-24-3-no-ano-pib-agro-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020.aspx>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research. **Annual performance report 2018**. 2019. Disponível em: <<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/104045/CGIAR%20Performance%20Report%202018%20Web.pdf?sequence=9&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 set. 2020.

CHAGAS, J.H.; SOARES SOBRINHO, J.; ALBRECHT, J.C.; FRONZA, V.; SUSSEL, A.A.B.; PIRES, J.L.F.; MIRANDA, M.Z. **Informações fitotécnicas das cultivares de trigo**

**BRS 254, BRS 264 e BRS 394 para o sistema irrigado do Cerrado do Brasil Central**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. 37p. (Embrapa Trigo. Circular técnica, 54). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216292/1/CirTec-54.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de grãos: 5º levantamento - safra 2020/21**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 25 jan. 2021a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura da agropecuária: arroz: 28/12 a 01/01/2021**. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-arroz/item/download/35180\\_6effc3904e349c6d8cd2f2a8e1a4c756](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-arroz/item/download/35180_6effc3904e349c6d8cd2f2a8e1a4c756)>. Acesso em: 21 jan. 2021b.

CONCENÇÃO, G.; AZAMBUJA, I.H.V. Custos de produção. In: SCIVITTARO, W.B.; PARFITT, J.M.B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p.116-140. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 24).

COSTA, D.C.; LOBO, V.L. da S.; MATTOS, V. da S.; MALAQUIAS, J.V.; SOUSA, R.L. de; COSTA, A.C. da; BARBOSA, A.S.; SANTOS, B.C.M. dos; MOREIRA, R. de J. **Levantamento de espécies de nematoides-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.) no Cerrado brasileiro e avaliação de danos à cultura do arroz**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2019. 50p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 345). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201669/1/BPD345-ed-01-20192.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

COSTA, J.S. **Manual técnico da qualidade e da classificação do arroz: de acordo com a Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009**. Cuiabá: Agropé, 2020. 138p.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; NASCENTE, A.S.; ARF, O. Root distribution, nutrient uptake, and yield of two upland rice cultivars under two water regimes. **Agronomy Journal**, v.105, p.237-246, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0298>.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2020): área, produção e rendimento**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Emissões de metano do cultivo de arroz: terceiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: relatórios de referência**. Brasília, 2015. 63p.

- EUROMONITOR CONSULTING. **Oportunidades no mercado de arroz no Brasil**: apresentação final. [S.l.: s.n], 2019. Apresentação em powerpoint.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture**: trends and challenges. Rome, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2020.
- FAZCOMEX. **Exportação de arroz**. Disponível em: <<https://www.fazcomex.com.br/blog/exportacao-de-arroz>>. Acesso em: 31 maio 2021.
- FERREIRA, C.M. Diagnóstico das indústrias arrozeiras na região sul do estado de Mato Grosso. In: WORKSHOP PLANO DE AÇÃO TRIENAL DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DAS INDÚSTRIAS ARROZEIRAS DE ARROZ DO SUL DO ESTADO DE MATO GROSSO, 2006, Rondonópolis. **Anais**. Rondonópolis: Embrapa, 2006.
- FERREIRA, C.M. **Rede Brasil Arroz**: transferência de tecnologia valorizando o protagonismo e atribuições de parceiros na cadeia produtiva. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 172p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 304). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117788/1/CNPAF-2014cmf1.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- FERREIRA, C.M.; MENDEZ DEL VILLAR, P. Aspectos da produção e do mercado do arroz. **Informe Agropecuário**, v.25, p.11-18, 2004.
- FONTENELLE, T.H.; FERREIRA, D.A.C.; GUIMARAES, D.P.; LANDAU, E.C. (Coord.). **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. 2.ed. rev. e ampl. Brasília: ANA; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 46p.
- FURTINI, I.V.; CASTRO, A.P. de; LACERDA, M.C.; BRESEGHELLO, F.; FRAGOSO, D. de B.; COLOMBARI FILHO, J.M.; CORDEIRO, A.C.C.; SOUSA, N.R.G.; UTUMI, M.M.; SILVEIRA FILHO, A.; PEREIRA, J.A.; ABREU, G.B.; OLIVEIRA, I.J. de; BASSINELLO, P.Z.; SILVA-LOBO, V.L. **BRS A502**: cultivar de arroz de terras altas com resistência ao acamamento e grãos de excelente qualidade industrial e culinária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 253).
- GUIMARÃES, D.P.; LANDAU, E.C. **Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil**: ano base 2020. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 222).
- HOFF, H. **Understanding the nexus**: background paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2011. 51p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2006. 777p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: Mato Grosso. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/mato-grosso>>. Acesso em: 5 mar. 2021a.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm\\_source=portal&utm\\_medium=popclock&utm\\_campaign=novo\\_popclock](https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html?utm_source=portal&utm_medium=popclock&utm_campaign=novo_popclock)>. Acesso em: 25 jan. 2021b.
- INOMOTO, M.M.; SIQUEIRA, K.M.S.; MACHADO, A.C.Z. Sucessão de cultura sob pivô central para controle de fitonematoides: variação populacional, patogenicidade e estimativa de perdas. **Tropical Plant Pathology**, v.36, p.178-185, 2011.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga custo de produção 2020/2021**. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/irga-divulga-custo-de-producao-2020-2021>>. Acesso em: 16 fev. 2022.
- IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga lista das 50 maiores beneficiadoras de arroz do RS**. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/irga-divulga-lista-das-50-maiores-beneficiadoras-de-arroz-do-rs>>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. 2.ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2012. 608p.
- LACERDA, M.C.; NASCENTE, A.S.; MONDO, V.H.V.; PEREIRA, E.T.L. Arroz resistente a herbicida no consórcio com forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., 2016, Curitiba. **Conhecimento e tecnologia a serviço do agricultor**: anais. Curitiba: UFSC, 2016. p.255.
- MADARI, B.E.; MAGGIOTTO, S.R.; CARVALHO, M.T. de M.; CORRÊA, R.S.; OLIVEIRA, J.M.; MEDEIROS, J.C.; SILVA, M.A.S.; MACHADO, P.L.O.A. Mixed farming systems as potential carbon sinks. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEGATIVE CO2 EMISSIONS, 2018, Gothenburg. **Proceedings**. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2018.
- NASCENTE, A.S.; STONE, L.F. Cover crops as affecting soil chemical and physical properties and development of upland rice and soybean cultivated in rotation. **Rice Science**, v.25, p.340-349, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.10.004>.
- NASCENTE, A.S.; STONE, L.F. **Decomposição de palhada e liberação de nitrogênio em latossolo vermelho do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 6p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 229). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia>>.

[embrapa.br/digital/bitstream/item/131636/1/ComTec229.pdf](http://embrapa.br/digital/bitstream/item/131636/1/ComTec229.pdf). Acesso em: 16 fev. 2022.

PANTHRI, M.; GUPTA, M. Plausible strategies to reduce arsenic accumulation in rice. In: HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; NAHAR, K.; BISWAS, J.K. (Ed.). *Advances in Rice Research for Abiotic Stress Tolerance*. Duxford: Elsevier, 2019. p.371-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814332-2.00017-4>.

PARFITT, J.M.B.; PINTO, M.A.B.; TIMM, L.C.; FARIA, L.C. Manejo da irrigação. In: SCIVITTARO, W.B.; PARFITT, J.M.B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p.58-65. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 24).

PINSON, S.R.M.; TARPLEY, L.; YAN, W.; YEATER, K.; LAHNER, B.; YAKUBOVA, E.; HUANG, X.-Y.; ZHANG, M.; GUERINOT, M.L.; SALT, D.E. Worldwide genetic diversity for mineral element concentrations in rice grain. *Crop Science*, v.55, p.294-311, 2015. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.10.0656>.

RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D.L.; ALMEIDA, A.C. dos S. **Viabilidade econômica da soja irrigada na safra 2015/2016, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados:

Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 7p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 203). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130730/1/COT2015203.pdf>> Acesso em: 16 fev. 2022.

SANO, E.E.; LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M.; OLIVEIRA, E.C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. *Engenharia Agrícola*, v.25, p.508-515, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200025>.

TORTELLI, G. de S.; HERNANDES, G.; PARFITT, J.M.B.; CONCENÇÃO, G.; CAMPOS, A.D.S. de; AIRES, T.A.; ANDRES, A. Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul: situação na safra 17/18. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ARROZ IRRIGADO, 11., 2019, Balneário Camboriú. **Inovação e desenvolvimento na orizicultura**: anais eletrônico. Itajaí: Epagri: Sosbai, 2019.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. 2015. A/RES/70/1. Disponível em: <[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)>. Acesso em: 29 set. 2020.

# Evolução da eficiência agropecuária na Amazônia brasileira<sup>1</sup>

Marcos Rodrigues<sup>2</sup>  
Wladimir Colman Azevedo Junior<sup>3</sup>  
David Costa Correia Silva<sup>4</sup>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi determinar a eficiência agropecuária nos municípios da Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2017, pela análise das variáveis que impactam essa eficiência. Com base nos censos agropecuários de 2006 e 2017, foi possível obter a eficiência para cada município, por meio da análise de envelopamento de dados (DEA) – Data Envelopment Analysis – e, em seguida, determinar o efeito de algumas variáveis sobre a probabilidade de eficiência por um modelo logit. Os resultados mostraram que, em uma década, cresceu a eficiência geral dos municípios da Amazônia. O valor da produção agropecuária aumentou 8,54 vezes mais do que o incremento de área agricultável e pastagem, o que é consequência do uso de sistemas mais intensivos nas propriedades. A pecuária mostrou-se como atividade inversamente correlacionada à eficiência. A agricultura voltada principalmente às commodities, com maior intensidade de uso de máquinas agrícolas, favoreceu a eficiência. Políticas públicas devem, portanto, favorecer o desenvolvimento de sistemas intensivos na Amazônia e incluir medidas de melhor distribuição de recursos do crédito rural, difusão do conhecimento e tecnologia, bem como infraestrutura como suporte à produção rural.

**Palavras-chave:** análise envoltória de dados, censo agropecuário, gado, logit, soja.

## Evolution of the agricultural efficiency in the Brazilian Amazon

**Abstract** – The objective of this study was to determine the agricultural efficiency of Brazilian Amazon municipalities between 2006 and 2017, by the analysis of the variables that impact such agricultural efficiency. From the data of the agricultural censuses of 2006 and 2017 (*Censos Agropecuários de 2006 e 2007*), it was possible to estimate the technical efficiency of each municipality, using the data envelopment analysis (DEA), and to determine the effect of selected variables over the odds of ratio of efficiency using a logit model. The results showed that, over one decade, the majority of municipalities efficiency grew. The agricultural production value raised 8.54 times more than the increase of agricultural and pasture areas, which is a consequence of the expansion of intensive systems in the rural properties. Cattle raising was inversely correlated with efficiency. The agriculture mainly devoted to commodities, with intensive machinery use, favored the efficiency. Therefore, the public policies should prioritize the development of intensive systems in the Amazon, including measures for a better distribution of rural credit, technology and knowledge diffusion, as well as infrastructure to support the rural production.

**Keywords:** data envelopment analysis, agricultural census, cattle, logit, soybean.

<sup>1</sup> Original recebido em 19/11/2021 e aprovado em 18/3/2022.

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: marcos.rodrigues.adm@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: azevedocolman@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). E-mail: davidcorreiasilva@hotmail.com

## Introdução

Em 2016, os complexos agroindustriais foram responsáveis por 20% do PIB brasileiro e por 46% do valor exportado (Castro et al., 2020), e essa contribuição é ainda maior quando se consideram os efeitos provocados sobre outros setores da economia. A Amazônia brasileira se destaca em alguns setores, como a produção de soja em alguns estados e o grande rebanho bovino (Mendonça et al., 2012). Entretanto, há grande potencial de crescimento de sua produção, pois existem setores com baixa eficiência, seja pela competitividade, seja por fatores tecnológicos.

A eficiência produtiva da agropecuária pode contribuir para a redução do preço de alimentos e matérias-primas, para a elevação da demanda de máquinas e equipamentos e para as transferências intersetoriais relacionadas ao pagamento de impostos e à oferta de mão de obra, além de possibilitar a obtenção de divisas (Kuznets, 1968). Com base nisso, McArthur & McCord (2017) concluem que a produtividade agrícola tende a contribuir para o crescimento econômico, por meio de mudanças na estrutura do trabalho e do aumento da produtividade total dos fatores (PTF).

A análise de eficiência possui conexões teóricas com a economia, área do conhecimento que estuda a escassez dos recursos ou fatores de produção. Essa ligação ocorre via fatores produtivos (inputs) e os resultados da produção (outputs), e a conjunção entre os inputs e os outputs é feita por Unidades Tomadoras de Decisão (DMU). Segue que o modelo matemático aponta o ranqueamento entre as unidades, das eficientes até as menos eficientes ou ineficientes, enquanto a economia trata a eficiência como a efetivação dos fatores produtivos (recursos naturais, trabalho, capital físico e financeiro) para se obter o máximo de produção possível, o que é expresso na curva de possibilidade de produção (CPP) ou função de possibilidade de produção (FPP) (Sengupta, 1995).

Nesse sentido, a eficiência produtiva observada no meio rural brasileiro é essencial

para o progresso da economia como um todo. A busca pela eficiência, portanto, torna-se um desafio, não só para a ampliação do faturamento empresarial, mas também para que o crescimento econômico da nação seja potencializado. A análise de eficiência ainda é pouco explorada no setor agropecuário brasileiro. Estudos já buscaram determinar a eficiência agropecuária com o desmatamento na Amazônia (Marchand, 2012) e análises das microrregiões brasileiras (Barbosa et al., 2013). Entretanto, a análise acerca da eficiência entre os municípios da Amazônia ainda carece de informações.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar se houve incremento da eficiência produtiva agropecuária na Amazônia Legal brasileira em 2006–2017. A hipótese é que a eficiência produtiva agropecuária cresceu na última década, principalmente pelo uso mais intensivo da terra, em contradição ao modelo extensivo de décadas passadas.

## Eficiência, políticas públicas e a agricultura na Amazônia

### Políticas públicas e o agronegócio brasileiro

Políticas agrícolas são instrumentos de intervenção do Estado direcionados para diversas finalidades: produção, beneficiamento e comercialização da produção e redistribuição de terras e renda, por exemplo. Entretanto, algumas políticas agrícolas são capazes de distorcer os mercados de comercialização e de trabalho e dificultam as mudanças estruturais necessárias para o desenvolvimento do setor e da nação (Garrone et al., 2019; OECD, 2019). Nesse aspecto, quando as políticas são incapazes de promover incentivos de produção, ou institucionais, a eficiência produtiva do setor agropecuário tende a se estagnar e a depender ainda mais de novas políticas.

No agronegócio brasileiro, uma das políticas mais relevantes para o setor é o crédito

rural, que em boa parte é subsidiado, para oferecer condições de mercado melhores, seja no custeio, seja no investimento (Corcioli et al., 2022). Considerando-se os elevados valores empregados nas principais commodities agrícolas brasileiras – como soja, milho e algodão –, mas também na produção animal, o crédito rural é essencial para manter a competitividade e o incremento da produtividade. Quando insuficiente, o crédito privado surge então como uma opção ao produtor rural, mas normalmente associado a contratos vinculantes em comercialização (Rodrigues & Marquezin, 2014).

Ao considerar a eficiência das propriedades rurais brasileiras em 1985–2006, Rada, et al. (2019) verificaram que as pequenas e as grandes propriedades foram melhor na produtividade total dos fatores (PTF). Entre as causas destacadas, positivamente influenciando a PTF estão os gastos públicos em educação e assistência técnica; e como fator negativo está o crédito rural. Para este último, os autores destacam que muitas propriedades podem fazer mau uso de tal recurso (como a aquisição excessiva de insumos), acarretando assim ineficiência no emprego de recursos financeiros.

No levantamento recente de Rocha & Ozaki (2020), os autores deixam claro o panorama do crédito rural nas últimas décadas, principalmente que o objetivo de modernização dessa política não necessariamente leva à maior produtividade. O estudo expõe que um conjunto de ações deve complementar a política de crédito, sem as quais os recursos podem não ser empregados da forma mais eficiente possível.

Como mostra Schultz (1965), as atividades rurais desempenham papel de relevância no progresso material das nações, principalmente quando se levam em consideração as ligações com outros setores produtivos e a capacidade de reduzir preços através do aumento da oferta. Assim, é fundamental observar, em primeiro lugar, que é baixa a taxa de retorno dos investimentos da agricultura tradicional ao longo tempo; e, em seguida, que se fazem necessários a oferta de melhores fatores de produção e o uso eficiente de tais fatores (Schultz, 1965). Em ter-

mos mais recentes, a percepção de Schultz pode ser analisada envolvendo a relação do agronegócio com o desenvolvimento.

O agronegócio se apresenta ligado ao setor industrial, ora demandando insumos, ora oferecendo os insumos à indústria, e registra aspectos quantitativos e qualitativos por meio da escala de produção e da remuneração do capital (Araújo, 2007). Somada à cadeia agroindustrial, existe o fluxo monetário em tais mercados, caracterizados pelo comércio de commodities e que, portanto, atendem a mercados globais. O termo desenvolvimento está, originalmente, ligado a melhorias no uso da terra (Arndt, 1981). Posteriormente, o termo foi se ampliando para dimensões além da econômica e da tecnológica, acabando por incluir elementos como questões sociais e ambientais. Tais incrementos foram mais substanciais com o desdobramento do termo em "desenvolvimento sustentável", que inclui temas como a preservação de biomas e o combate à pobreza.

Além da pobreza, a sustentabilidade é um alvo das políticas públicas para as atividades rurais amazônicas. É extensa a literatura que trata dos impactos do agronegócio no desflorestamento, principalmente se referindo à pecuária como principal vetor, com a agricultura sendo um fator secundário ou indireto (Nepstad et al., 2006). Contudo, a necessidade de expandir a área de produção deve ser vista, também, como uma incapacidade de aumentar a produtividade e, por conseguinte, é uma debilidade no uso dos fatores produtivos, isto é, trata-se de um problema de eficiência. Portanto eficiência e políticas públicas são interligadas em sentido amplo.

### **Eficiência e produção agropecuária**

O uso da análise envoltória de dados (DEA) é disseminado em diversos estudos: gastos públicos em saúde e educação (Faria et al., 2008; Benegas, 2012; Silva & Almeida, 2012; Queiroz et al., 2013), relação entre renda e bem-estar (Marinho et al., 2004) e entre produção e consumo de energia (Meza et al., 2007). A avaliação de eficiência também é utilizada para o setor rural.

Toma et al. (2015) usaram a DEA para analisar o desempenho da agricultura praticada em 36 municípios da Romênia, classificados por grupos de áreas de planície (20 municípios), colina (oito) e montanha (oito); os inputs eram as áreas plantadas, as horas de trabalho e o maquinário; e o output, o valor da produção. Os resultados mostram que havia eficiência em 14 municípios (cinco em áreas planas, cinco em áreas montanhosas e quatro em áreas montanhosas). Além disso, os autores concluíram que a eficiência poderia ser ampliada com a melhoria da qualidade do fator trabalho ou do capital fixo (Toma et al., 2015).

Souza et al. (2011) estudaram a eficiência dos 40 países com os maiores valores agregados pelo setor agrícola em 2005, tendo como inputs área plantada, trabalhadores rurais, capital físico disponível para produção agropecuária e quantidade de fertilizantes; como outputs, os Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), sendo esse uma proxy para a renda e o desenvolvimento de cada nação. Além do teste DEA, fez-se uma regressão, e os resultados mostraram que um elevado IDH não significa eficiência produtiva, pois, dos países que integram o G-7, apenas Canadá, Estados Unidos, França e Japão foram considerados eficientes, e nove dos 20 países com os maiores produtos foram considerados ineficientes, o Brasil incluído. Os autores concluíram que os países investigados poderiam elevar o valor agregado total pelo setor agrícola em pelo menos 53,9%, sem aumentar o uso de insumos com a tecnologia vigente.

Kočišová (2015) investigou a eficiência técnica do setor agrícola entre os 27 países da União Europeia (UE) usando a DEA em 2007–2011. Os inputs foram os trabalhadores em período integral, a área agrícola utilizada (ha) e o total de ativos pertencentes às propriedades agrícolas (€); já os outputs foram dados pelo valor da produção vegetal e o valor da produção animal, ambos expressos em euros. Os resultados mostram que 11 países foram eficientes em todos os períodos; oito foram eficientes em pelo menos um ano; e os outros oito não foram eficientes no período.

Em uma análise abrangente no Brasil, Barbosa et al. (2013) aplicaram a DEA para mensurar a eficiência entre as 524 microrregiões. Utilizando dados do Censo Agropecuário de 2006, verificaram um alto potencial para incremento do produto agropecuário nas microrregiões, sem a necessidade de incremento de insumos. Como mencionado pelos autores, políticas públicas podem contribuir para o incremento da eficiência ao fornecerem melhores condições de acesso a insumos.

Especificamente para a região Amazônica, onde a produção agropecuária é de grande relevância, é possível associar a atividade rural com impactos ambientais. Marchard (2012), com um modelo de fronteiras estocásticas com dados do Censo Agropecuário de 1995/1996, verificou que tanto as unidades rurais mais eficientes quanto as mais ineficientes convertem áreas florestadas em agrícolas. As ineficientes possuem restrições de crédito e trabalho, e, portanto, a expansão das terras produtivas é seu incremento de renda. Já as unidades eficientes sofrem menos com tais restrições, o que permite que o capital seja utilizado para a expansão da produção.

Das atividades na Amazônia, destaca-se a pecuária como a que mais causa impactos ambientais (Margulis, 2003; Rivero et al., 2009). A criação bovina também é apontada com uma atividade de baixa eficiência técnica na região (Souza & Gomes, 2015; Sparovek et al., 2018), motivada pelo processo histórico de ocupação baseado inicialmente na extração madeireira, seguida pela pecuária como forma de consolidar a propriedade da terra (Fearnside, 2008). Logo, o uso de capital para desenvolvimento da produção não foi estimulado, e a atividade se desenvolve historicamente como expansiva em área.

## Metodologia

### Análise de eficiência

Para estimar a eficiência produtiva agropecuária de cada município (DMU) da Amazônia,

emprega-se aqui o método de análise envoltória de dados com o modelo orientado para produto e retornos variáveis de escala (Cooper et al., 2000):

$$\begin{aligned} \min_z &= vx_0 - v_0 \\ \text{subject to } &\mu y_0 = 1 \\ vX - \mu Y - v_0 &\geq 0 \\ v \geq 0, \mu &\geq 0, v_0 \text{ sinal livre} \end{aligned} \quad (1)$$

No modelo,  $v$  e  $\mu$  são coeficientes relacionados, respectivamente, aos insumos (input) e produtos (output);  $x_0$  e  $v_0$  são vetores de insumos e produtos do município, respectivamente;  $Y$  e  $X$  são matrizes de insumos e produtos de todas as DMU, respectivamente; e  $v_0$  é o fator de escala. São consideradas eficientes as DMU cujo score DEA seja igual a 1; as demais são tecnicamente ineficientes. A DEA é uma técnica de avaliação não paramétrica para mensurar a eficiência, fundamentada em um método de otimização matemática. É um método empregado em vários setores produtivos em diversos níveis (países, regiões, províncias ou unidades produtivas), além de ser utilizado para avaliar a eficiência em diversos setores e ramos econômicos, como nos gastos com educação e saúde, na produção e consumo de energia e na industrial e agrícola.

A análise foi feita para dois momentos (2006 e 2017), considerando como insumos estas variáveis: área utilizada para agropecuária no município no respectivo ano (AA), em hectares; total de trabalhadores em propriedades rurais no município (L); crédito rural total (custeio, investimento e comercialização, agrícola e pecuário) contratado no respectivo ano (C), em mil reais. Como produção agropecuária da região amazônica é diversificada, foi adotado como *proxy* para o produto o valor da produção agropecuária (VPA), dado pela soma do valor da produção, agrícola e pecuário, em mil reais. Embora essa variável esteja sujeita às variações de preço dos produtos – pois uma mudança de VPA pode não significar mudança na produção –, pode-se utilizá-la como *proxy* porque ela converte as diferentes unidades produtivas dos produtos

agropecuários em uma única medição (Miller & Blair, 2009).

Entretanto, a realidade da produção amazônica é heterogênea em termos tecnológicos, produtivos e de dependência regional. Para fazer um comparativo entre os municípios, inicialmente eles foram classificados em grupos, com base na sua dependência econômica em relação à produção agropecuária. Foi mensurada a participação do Valor Adicionado da Produção Agropecuária (VApA) no Produto Interno Bruto municipal (PIBm). Municípios com participação de pelo menos 50% foram alocados no grupo 1 (D1); em D2, a partir de 25% e menos de 50%; e em D3, abaixo de 25%. Para cada grupo, em cada ano, fez-se o cálculo da DEA.

### Determinantes da eficiência

Determinados os municípios eficientes em cada ano, buscou-se verificar as variáveis que podem ser determinantes para o incremento da eficiência agropecuária na região amazônica. Utilizou-se um modelo logit para determinar a probabilidade de uma DMU ser eficiente (variável dependente binária) diante de um conjunto de regressores (variáveis binárias e/ou contínuas). Sendo  $P_i$  a probabilidade de ocorrência de um evento, então pode-se determinar o modelo logit por

$$P_i = 1/(1 + e^{-z}) \quad (2)$$

em que  $z$  é a função linear

$$z = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i$$

com um conjunto de variáveis independentes ( $X_i$ ) e respectivos coeficientes lineares ( $\beta_i$ ). A partir da equação 2, a razão de probabilidade de ocorrência de um evento pode ser dada por

$$P_i/(1 - P_i) = e^z \quad (3)$$

Transformando logaritmicamente a equação 3, tem-se o modelo linear



$$\ln(P_i/1 - P_i) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon \quad (4)$$

com um termo de erro ( $\varepsilon$ ), em que é possível estimar os coeficientes  $\beta_i$  por meio do método de máxima verossimilhança.

Neste trabalho, a variável dependente é a eficiência DEA obtida pela DMU, sendo a variável igual à 1 quando for DEA eficiente e zero para as demais DMU. As variáveis independentes contínuas são estas: densidade de tratores (TR) no município (nº de tratores por mil hectares); efetivo do rebanho bovino (RB), em mil cabeças; e produção das principais commodities agrícolas (CA) na região – soja, milho e algodão –, em mil toneladas. Para as variáveis dicotômicas tecnológicas, foi atribuído o valor 1 quando pelo menos 25% das propriedades rurais dos municípios adotavam as seguintes práticas: uso de calcário (CC); uso de adubo (AD); alguma forma de preparo de solo (PS); e assistência técnica (AT). Ainda como variável dicotômica, foi incluído o grupo de participação relativa da produção agropecuária ( $D_i$ ) de que o município faz parte.

Para cada ano (2006 e 2017), foi estimado um modelo logit que contemplou na análise simultaneamente todos os municípios. Os modelos foram validados pelo teste qui-quadrado de ajuste de Pearson. Com base nos resultados, é possível obter a razão de probabilidades da variável, em caso de mudanças nos valores, transformando inversamente (exponencial) os coeficientes.

## Dados e análise

Foram levantados os dados de 771 municípios da Amazônia Legal (Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão – oeste do meridiano 44º W) para 2006 e 2017. Os dados agropecuários foram obtidos dos censos agropecuários de 2006 e 2017, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020, 2021). Os dados do crédito rural foram coletados no Banco Central do Brasil (Bacen, 2020), com os valores monetários atualizados para 2017 pelo IGP-DI. Todos os procedimentos metodológicos foram feitos com o software R, versão 3.5.3 (R Core Team, 2019) – Tabela 1.

**Tabela 1.** Estatística descritiva.

Variável	2006				2017			
	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
Área (ha)	150.018,5	190.104,9	113,0	1.581.759,0	169.824,3	233.052,7	72,0	2.462.092,0
Trabalho	4.492,1	5.136,0	99,0	74.407,0	3.836,8	3.939,0	105,0	48.246,0
Crédito rural (R\$ mil)	11.120,42	23.700,23	0	238.527,68	35.162,75	82.253,19	0	970.019,79
Valor da produção (R\$ mil)	58.619,13	127.398,24	231,28	1.186.204,40	124.749,49	281.234,17	857,00	3.124.817,00
Tratores/ha mil	96,7	165,7	0	1.971,0	179,9	257,4	0	2.095,0
Rebanho bovino (cab. mil)	95,1	138,8	0	1.596,4	110,9	172,6	0	2.240,5
Commodities agrícolas (t mil)	32,3	149,7	0	2.217,9	96,6	386,5	0	6.048,9

## Resultados

Comparar municípios com diferentes vocações produtivas em uma vasta região na Amazônia é um processo complexo e, portanto, em uma análise de eficiência, é necessário inicialmente criar grupos em parte homogêneos. Este trabalho classificou os municípios em três grupos em função da dependência da economia em relação à produção agropecuária. Simultaneamente, fez-se o cálculo de eficiência DEA para cada município (DMU) em cada grupo (Tabela 2).

Os resultados mostram que o número de municípios dependentes da agropecuária (D1) subiu no período, incluindo o total de municípios eficientes. Na Amazônia em geral, o número de municípios eficientes cresceu entre 2006 e 2017 (de 27 para 39). O rendimento da produção rural na Amazônia cresceu significativamente no período, de R\$ 390,75/ha em 2006 para R\$ 734,58/ha em 2017. Enquanto a área agropecuária total aumentou 13,2%, o VPA cresceu 112,8%, refletindo o melhor uso dos recursos pelas DMU (razão de 8,54). O score DEA médio subiu de 0,193 em 2006 para 0,309 em 2017 (Figura 1).

Para verificar a relação entre a eficiência das DMU com um conjunto de variáveis, foi estimado um modelo logit para cada ano agrupando novamente todos os municípios (Tabela 3). O teste qui-quadrado de ajuste de Pearson rejeita a hipótese que o que modelo não está bem ajustado para ambos os anos.

Tanto para 2006 quanto para 2017, TR, RB e CA se mostraram significativas ( $p < 0,05$ ). Já as variáveis tecnológicas AD e OS foram significativas em 2006 ( $p < 0,1$ ) mas não em 2017. Os grupos se mostraram relevantes para a eficiência principalmente em 2017.

Estimados os coeficientes, então é possível obter a razão de probabilidades em caso de alteração em variáveis selecionadas. Para TR, a ampliação, em um município, de 1 trator para cada mil hectares poderia elevar em 30,91% a probabilidade de a DMU ser eficiente em 2006 e em 21,87% em 2017. O mesmo efeito positivo ocorre em caso da ampliação da produção de commodities agrícolas: o aumento de mil toneladas na produção municipal subiria em 0,18% as chances de a DMU ser eficiente em 2006 e em 0,06% em 2017. Já a variável RB mostrou-se negativa: o aumento de mil cabeças reduziria a eficiência em 1,18% e 1,65% em 2006 e 2017, respectivamente.

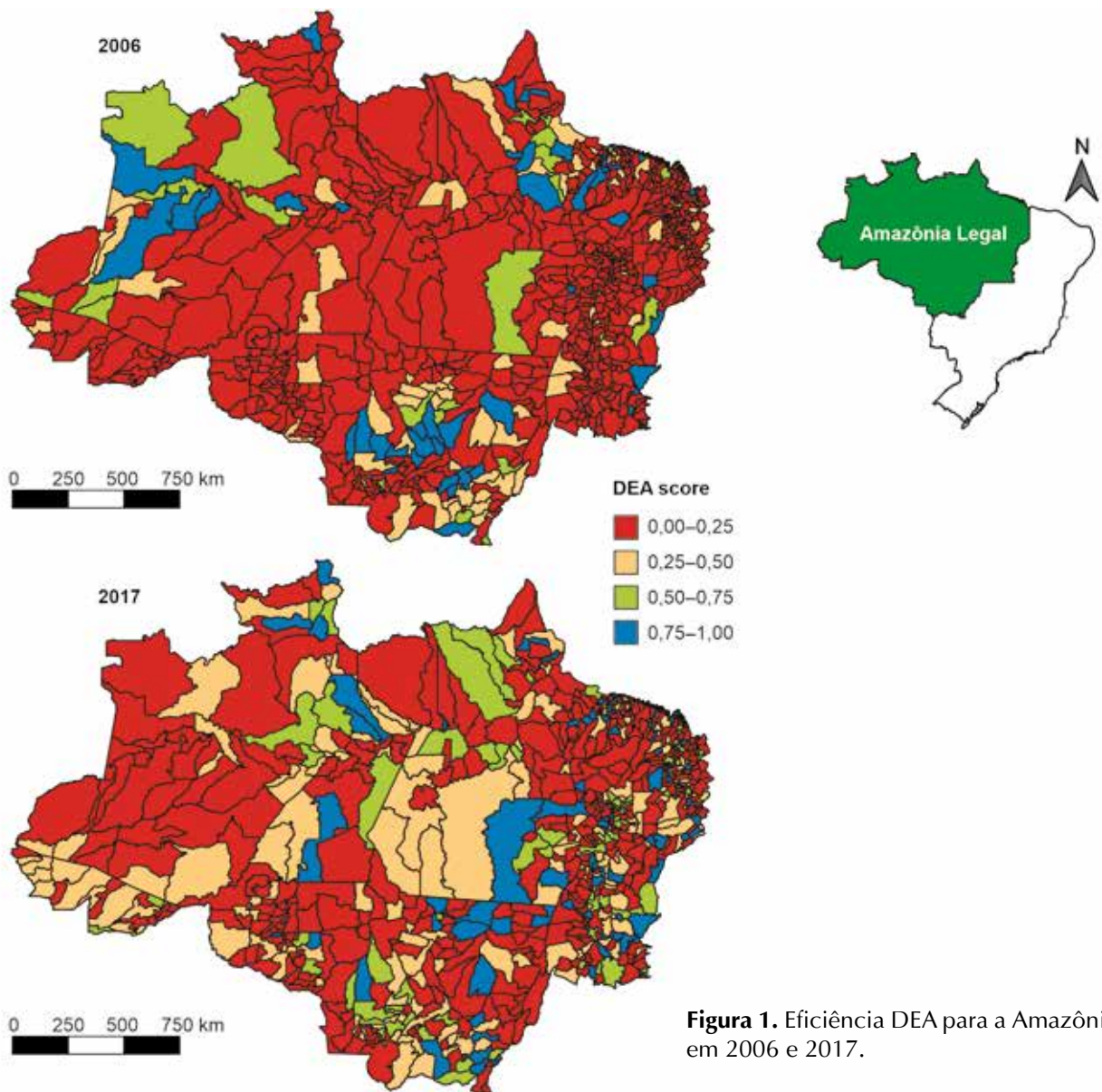
Para as variáveis dicotômicas, os municípios D2 têm 3,46 vezes menos chance de ser eficiente do que os de D1 em 2017. Para os municípios de D3, as chances são ainda menores: dez vezes menos chance em 2006 e 15,7 vezes em 2017.

## Discussão

A eficiência agropecuária nas unidades produtivas da Amazônia pode contribuir em diferentes aspectos: i) redução da pobreza, pelo incremento do rendimento do trabalho na terra;

**Tabela 2.** Grupos de dependência da agropecuária e eficiência na Amazônia brasileira.

Grupo	2006				2017			
	DEA eficientes	Municípios no grupo	% em relação ao grupo	Score DEA médio	DEA eficientes	Municípios no grupo	% em relação ao grupo	Score DEA médio
D1	4	25	16,0	0,552	10	47	21,3	0,681
D2	14	287	4,9	0,221	18	267	6,7	0,448
D3	9	459	2,0	0,157	11	457	2,4	0,189
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>771</b>	<b>3,5</b>	<b>0,193</b>	<b>39</b>	<b>771</b>	<b>5,1</b>	<b>0,309</b>



**Figura 1.** Eficiência DEA para a Amazônia em 2006 e 2017.

ii) ampliação da oferta de alimentos e matérias-primas, pela maior produtividade; iii) redução do desmatamento, decorrente de pressões por cumprimento de padrões ambientais – a intensificação do uso da terra é uma alternativa à expansão de área agrícola ou pastagem. Conjuntamente, esses aspectos tendem a propiciar o desenvolvimento regional, principalmente em uma região que, historicamente, carece de recursos.

Percebe-se claramente o crescimento da eficiência agropecuária entre os municípios da região em 2006–2017. Embora a eficiência de

uma unidade pode ser conquistada pela redução da quantidade de insumos (mantendo o produto constante), na Amazônia, na última década, observou-se uma situação diferente. Houve incremento dos insumos (área destinada a fins agrícola e pecuário) acompanhado de crescimento ainda maior do produto: o valor da produção cresceu 8,5 vezes mais do que a área. O rendimento por hectare (R\$/ha) cresceu 88% de 2006 a 2017, média de 5,9% ao ano. Em linhas gerais, o incremento da eficiência ocorreu pelo melhor aproveitamento dos insumos já utilizados.

**Tabela 3.** Modelo logit para a Amazônia (Y = DMU eficientes).

Variável	Modelo 2006		Modelo 2017	
	Coefficiente	Erro padrão	Coefficiente	Erro padrão
Constante	-1,876 **	0,722	-0,373	0,521
TR	0,269 **	0,106	0,198 **	0,092
RB	-0,012 **	0,005	-0,017 **	0,004
CA	0,002 **	0,001	0,0006 **	0,000
CC	0,650	0,815	0,379	0,725
AD	1,084 *	0,605	-0,843	0,573
AT	0,758	0,568	0,772	0,518
os	-1,182 *	0,650	-0,339	0,413
D2	-1,113	0,720	-1,241 **	0,470
D3	-2,308 **	0,755	-2,751 ***	0,533

Notas: \* significante a 10%; \*\* significante a 5%; TR – tratores por mil ha; RB – rebanho bovino (mil cab.); CA – produção de commodities agrícolas (soja, milho e algodão) (t mil); CC – uso de calcário; AD – uso de adubo; AT – recebe assistência técnica; OS – faz preparo do solo; D2 – grupo 2; D3 – grupo 3; D1 – grupo 1, representado pela constante quando D2 = D3 = 0.

Os municípios DEA eficientes passaram de 27 em 2006 para 39 em 2017. O escore DEA médio também subiu no período, mostrando que municípios antes distantes da eficiência foram capazes de ampliar o rendimento produtivo. Entretanto, quando se separaram os municípios em grupos com base na dependência do PIB em relação ao valor adicionado bruto da agropecuária, observa-se que o grupo com relação acima de 50% exibe maior número de unidades eficientes relativamente ao total – a proporção relativa de municípios eficientes decresce conforme a relação VAP/PIB cai.

Os municípios identificados com maior dependência do setor agropecuário (D1) possuem nele a base de sua economia, e, portanto, o uso eficiente dos recursos é necessário para o funcionamento econômico. Entretanto é no grupo intermediário (D2) que estão os principais municípios produtores agrícolas da Amazônia (grãos, gado ou outros produtos relevantes, como dendê e algodão), motivo que impulsionou o salto no escore DEA média no período (de 0,221 em 2006 para 0,448 em 2017). O grupo menos dependente da produção rural (D3) possui outros setores como chave da economia local. Nele, portanto, o desenvolvimento da produção rural é menos vinculado a incrementos da eficiência.

Entre os determinantes da eficiência estimados pelo modelo logit, a densidade de trator se mostrou relevante. Tal tecnologia permite incrementar o rendimento do trabalho e elevar o produto e também contribui para o desenvolvimento necessário em agriculturas de escala, como as commodities agrícolas, como soja e milho. Para 2017, essa variável tinha a capacidade de elevar em 21,87% as chances de um município ser eficiente para cada trator por mil hectares adicional. A tecnologia agrícola pode ser um meio de promover o desenvolvimento rural através da eficiência produtiva. Portanto, são essenciais as políticas tanto para a aquisição tecnológica pelas propriedades rurais quanto para a difusão do conhecimento sobre as tecnologias.

Para a produção agrícola das principais commodities, é positivo para a eficiência o incremento da área plantada. Isso ocorre porque essas culturas (milho, soja e algodão) estão vinculadas a cadeias produtivas já bem estruturadas e com nível tecnológico e padrão produtivo elevados. O papel tanto do setor privado quanto do público é intenso, seja com pesquisa e introdução de novas variedades, seja com disponibilização de capital e integrações verticais da produção. Nos municípios, há fortes investimentos privados em tais cadeias, capazes de contribuir para a eficiên-

cia com o incremento da produção com menor expansão de área (agricultura intensiva), reflexos tanto das mudanças da política ambiental, que incentivam o uso racional dos recursos, quanto de investimentos realizados ao longo do tempo em tecnologia e infraestrutura.

O rebanho bovino exibiu efeito inverso em ambos os anos, ou seja, o incremento do efetivo de animais (a cada mil cabeças adicionais) reduz a eficiência (em 1,18% para 2006 e 1,65% para 2017). A pecuária na região é historicamente associada a processos de ocupação da terra, ou seja, ocorre de forma extensiva e ineficiente. Essa atividade é apontada como uma das principais causas do desmatamento na região. Técnicas intensivas de criação que permitem maior ganho por hectare chegaram só recentemente, mas ainda de forma incipiente.

Para o desenvolvimento regional e o incremento do total de DMU (municípios) eficientes na Amazônia, a ampliação do acesso às políticas agrícolas é essencial. O crédito rural é importante por estimular a mecanização e a tecnificação no meio rural, o que amplia o rendimento do trabalho e, conseqüentemente, a eficiência das unidades produtivas. Entretanto, a distribuição do crédito na Amazônia é desigual e insuficiente para contribuir ainda mais para o incremento da eficiência (Rodrigues & Silva, 2015). Logo, ações adicionais, como capacitação no campo, difusão de conhecimento e regularização fundiária, devem ser implantadas para facilitar o acesso ao crédito.

Além do crédito rural, um dos grandes gargalos na Amazônia para o crescimento do agronegócio é a falta de infraestrutura (Frey et al., 2018), que reduz a competitividade e dificulta a modernização das cadeias produtivas locais. Portanto, políticas podem dar suporte a soluções de transporte, armazenamento e distribuição de energia elétrica, mas é importante considerarem a sustentabilidade necessária para que o agronegócio não crie desafios para a conservação ambiental na região.

## Conclusão

A extensão da Amazônia e o papel do setor agropecuário na região tornam necessário o uso mais eficiente dos recursos. Este trabalho analisou a eficiência dos municípios da Amazônia em 2006–2017. Foi possível verificar que no período de uma década a eficiência geral dos municípios cresceu, principalmente pela maior capacidade de gerar valor de produção empregando os insumos disponíveis.

Também foi mostrado que a atividade pecuária favorece a ineficiência em parte dos municípios, principalmente pelo predomínio histórico do sistema extensivo. Já o cultivo das principais commodities favorece a eficiência, pois foram desenvolvidos sistemas mais intensivos com o uso de tecnologias e capital. O incremento do rendimento do trabalho pelo maior número de máquinas agrícolas por hectare também favoreceu a eficiência.

Alguns caminhos parecem ser obrigatórios para o ganho de eficiência da economia amazônica. O primeiro é o que aproxima a região dos principais mercados. Naturalmente, as commodities são a principal opção. Deve-se buscar também valorizar os produtos tipicamente amazônicos, como ocorre com o açaí e a castanha-do-pará. O cupuaçu, a pupunha e o tucumã, por exemplo, além de servirem de alimentos, podem entrar no ramo de cosméticos e da biotecnologia. Outra importante via é a da expansão de políticas agrícolas para a Amazônia. O crédito rural e o desenvolvimento de infraestrutura podem ampliar a rentabilidade e a competitividade das cadeias produtivas, direcionando a produção para trajetórias mais eficientes e que contribuam para o desenvolvimento regional.

## Referências

- ARAÚJO, M.J. **Fundamentos do agronegócio**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- ARNDT, H.W. Economic development: a semantic history. **Economic Development and Cultural Change**, v.29, p.457-466, 1981. DOI: <https://doi.org/10.1086/451266>.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Matriz de Dados do Crédito Rural**. 2020. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/estabilidade/financeira/creditorural>>. Acesso em: 31 mar. 2020.

BARBOSA, W. de F.; SOUSA, E.P. de; AMORIM, A.M.; CORONEL, D.A. Eficiência técnica da agropecuária nas microrregiões brasileiras e seus determinantes. **Ciência Rural**, v.43, p.2115-2121, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000126>.

BENEGAS, M. O uso do modelo NetWork DEA para avaliação da eficiência técnica do gasto público em ensino básico no Brasil. **Economia**, v.13, p.569-601, 2012.

CASTRO, N.R.; BARROS, G.S. de C.; ALMEIDA, A.N.; GILIO, L.; MORAIS, A.C. de P. The Brazilian agribusiness labor market: measurement, characterization and analysis of income differentials. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, e192298, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.192298>.

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

CORCIOLI, G.; MEDINA, G. da S.; ARRAIS, C.A. Missing the target: Brazil's agricultural policy indirectly subsidizes foreign investments to the detriment of smallholder farmers and local agribusiness. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.5, art.796845, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.796845>.

FARIA, F.P.; JANNUZZI, P. de M.; SILVA, S.J. da. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração Pública**, v.42, p.155-177, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-76122008000100008>.

FEARNSIDE, P.M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. **Ecology and Society**, v.13, art.23, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-02451-130123>.

FREY, G.P.; WESR, T.A.P.; HICKLER, T.; RAUSCH, L.; GIBBS, H.K.; BÖRNER, J. Simulated Impacts of Soy and Infrastructure Expansion in the Brazilian Amazon: A Maximum Entropy Approach Forests. **Forest**, v.9, art.600, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9100600>.

GARRONE, M.; EMMERS, D.; OLPER, A.; SWINNEN, J. Jobs and agricultural policy: Impact of the common agricultural policy on EU agricultural employment. **Food Policy**, v.87, art.101744, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.101744>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**: segunda apuração. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/>

>. Acesso em: 31 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

KOČIŠOVÁ, K. Application of the DEA on the measurement of efficiency in the EU countries. **Agricultural Economics**, v.61, p.51-62, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17221/107/2014-AGRICECON>.

KUZNETS, S. **Toward a theory of economic growth with reflections on the economic growth of modern nations**. Nova York: W.W. Norton, 1968.

MARCHAND, S. The relationship between technical efficiency in agriculture and deforestation in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v.77, p.166-175, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.025>.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003.

MARINHO, E.; SOARES, F.; BENEGAS, M. Desigualdade de renda e eficiência técnica na geração de bem-estar entre os estados brasileiros. **Revista Brasileira de Economia**, v.58, p.583-608, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402004000400006>.

MCARTHUR, J.W.; MCCORD, G.C. Fertilizing growth: Agricultural inputs and their effects in economic development. **Journal of Development Economics**, v.127, p.133-152, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.02.007>.

MENDONÇA, M.J.; LOUREIRO, P.R.A.; SACHSIDA, A. The dynamics of land-use in Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v.84, p.23-36, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.014>.

MEZA, L.A.; MELLO, J.C.C.B.S. de; GOMES, E.G.; FERNANDES, A.J.S. Seleção de variáveis em DEA aplicada a uma análise do mercado de energia elétrica. **Investigação Operacional**, v.27, p.21-36, 2007.

MILLER, R.E.; BLAIR, P.D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>.

NEPSTAD, D.C.; STICKLER, C.M.; ALMEIDA, O.T. Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conservation Biology**, v.20, p.1595-1603, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00510.x>.

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. **Agricultural policy monitoring and evaluation 2019**. Paris, 2019. (OECD. Agricultural

Policy Monitoring and Evaluation). DOI: <https://doi.org/10.1787/39bfe6f3-en>.

QUEIROZ, M. de F.M. de; SILVA, J.L.M. da; FIQUEIREDO, J. de S.; VALE, F.F.R. do. Eficiência no gasto público com saúde : uma análise nos municípios do Rio Grande do Norte. **Revista Econômica do Nordeste**, v.44, p.761-776, 2013.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

RADA, N.; HELFAND, S.; MAGALHÃES, M. Agricultural productivity growth in Brazil: large and small farms excel. **Food Policy**, v.84, p.176-185, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.03.014>.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v.19, p.41-66, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>.

ROCHA, G.A.P.; OZAKI, V.A. Crédito rural: histórico e panorama atual. **Revista de Política Agrícola**, ano29, p.6-31, 2020.

RODRIGUES, M.; MARQUEZIN, W.R. CPR como um instrumento de crédito e comercialização. **Revista de Política Agrícola**, ano23, p.40-50, 2014.

RODRIGUES, M.; SILVA, D.C.C. Crédito rural e produção agropecuária no Pará. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.7, p.105-119, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v7n3p105-119>.

SCHULTZ, T.W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965.

SENGUPTA, J.K. **Dynamics of data envelopment analysis: theory of systems efficiency**. Dordrecht: Springer, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-8506-4>.

SILVA, J.L.M. da; ALMEIDA, J.C.L. de. Eficiência no gasto público com educação: uma análise dos municípios do Rio Grande do Norte. **Planejamento e Políticas Públicas**, n.39, p.219-242, 2012.

SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G. Improving agricultural economic efficiency in Brazil. **International Transactions in Operational Research**, v.22, p.329-337, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/itor.12055>.

SOUZA, G. da S. e; MOREIRA, T.B.S.; GOMES, E.G. Potential improvement of agricultural output for major producers based on DEA efficiency measurements. **Pesquisa Operacional**, v.31, p.79-93, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-74382011000100006>.

SPAROVEK, G.; GUIDORRI, V.; PINTO, L.F.G.; BERNDDES, G.; BARRETTO, A.; CERIGNONI, F. Asymmetries of cattle and crop productivity and efficiency during Brazil's agricultural expansion from 1975 to 2006. **Elementa Science of the Anthropocene**, v.6, art.25, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.187>.

TOMA, E.; DOBRE, C.; DONA, I.; COFAS, E. DEA applicability in assessment of agriculture efficiency on areas with similar geographical patterns. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v.6, p.704-711, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.127>.

# Protagonismo da cana brasileira na transição energética

Jacyr Costa Filho<sup>1</sup>

Ao longo de décadas, a trajetória secular da cana-de-açúcar, por seu extenso e memorável conteúdo, cruza várias vezes com o desenvolvimento socioeconômico e ambiental do Brasil. Líder global no cultivo canavieiro em produção e exportação açucareira, o País é também o segundo fabricante mundial de etanol, além de ser referência na geração de energia elétrica com o uso de biomassa. A agroindústria canavieira, segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (Unica), conta com 360 usinas (Brasil, 2022a), que, juntamente com os outros elos da cadeia produtiva, movimentam um PIB setorial próximo de US\$ 40 bilhões (Neves & Trombin, 2014) e geram cerca de 690 mil empregos diretos (Observatório da Cana, 2022d) em 1.200 municípios (IBGE, 2022).

A história canavieira nacional não exigiria apenas um filme, mas uma série de TV com várias temporadas. Explicar a evolução desse segmento da agroindústria nacional, nos últimos 500 anos, implica diversas abordagens numa única narrativa. No início do século 16, menos de duas décadas depois do descobrimento, chegou ao porto de Lisboa a primeira remessa de açúcar brasileiro, produto cujo valor, em breve, seria comparado ao do ouro e seduziria paladares por toda a Europa. Desde então, modernizando radicalmente seus processos produtivos, a indústria alcançou um grau de consolidação poucas vezes atingido por outros setores. Na safra 2021/2022, dados da Secretaria de Comércio

Exterior (Secex) e do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) mostram que o Brasil exportou volume correspondente a 40% do comércio mundial do adoçante natural para mais de 40 países, localizados na Ásia, Oriente Médio, África, Europa, América do Norte e América do Sul (Estados Unidos, 2022; Observatório da Cana, 2022e).

Já em 1925 – depois de experiências bem-sucedidas com o álcool combustível na Europa e nos EUA –, os canaviais brasileiros, além do açúcar, passaram a produzir etanol. Nas dependências da Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, futuro Instituto Nacional de Tecnologia, em São Paulo, foram realizados exaustivos testes de aproveitamento do álcool etílico hidratado como combustível em um veículo adaptado. A usina Serra Grande de Alagoas, no Município de São José da Laje, foi a primeira empresa sucroenergética a pesquisar a fabricação do biocombustível. Importando conhecimento e tecnologias desenvolvidas na Alemanha, ela produziu um composto de álcool etílico, éter etílico e óleo de mamona (Ticianeli, 2022).

O produto, intitulado Usga – das iniciais da Usina Serra Grande de Alagoas –, foi uma experiência tão bem-sucedida que, em 1927, passou a ser comercializado em bombas de abastecimento abertas no Recife (Praça da Independência) e em Maceió (Casa Americana). O novo carburan-

<sup>1</sup> Presidente do Conselho Superior do Agronegócio da Fiesp (Cosag), sócio da Consultoria Agroadvise.



te caiu no gosto dos consumidores, sobretudo por suas vantagens econômicas. Era vendido por 500 réis o litro, enquanto a gasolina importada custava 900 réis. Com a quebra da Bolsa de Nova York, em 1929, o litro do combustível renovável ficou ainda mais competitivo: 400 réis contra os mil réis cobrados pelo litro do concorrente de origem fóssil. Dando continuidade àquela experiência pioneira, o governo federal criou, em 1933, o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) – decreto nº 22.789 –, com o objetivo de orientar, fomentar e controlar a fabricação de açúcar, álcool e outros derivados da cana (Brasil, 2022b).

O ex-governador de Pernambuco e depois presidente do IAA, Barbosa Lima Sobrinho, entrevistado pelo Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), comentou outras experiências mais avançadas daquele órgão, em convênio com o Instituto de Tecnologia, para uso do álcool como combustível durante a Segunda Guerra Mundial (1939–1945) (Falcão, 2018). Com a escassez de gasolina, os veículos usavam o produto distribuído pelo IAA. Referiu-se, no depoimento, ao pesquisador Epaminondas de Oliveira, o primeiro a identificar tal potencialidade. Barbosa orgulhava-se de haver comandado uma experiência que alcançaria o futuro – um futuro que em parte ele presenciou como presidente da Associação Brasileira de Imprensa (ABI).

A partir de 1975, os fatos determinaram a presença da cana-de-açúcar como pioneira da revolução verde no mundo, protagonizando assim capítulos especiais ligados à produção de bioenergia no Brasil. Estamos falando do Programa Nacional do Alcool (ProAlcool), saída estratégica do governo federal para atenuar os efeitos da crise do petróleo, que elevou o preço do barril do óleo e desequilibrou completamente a economia global. Para garantir o abastecimento do transporte no Brasil, nascia, de forma emergencial e futurista, o maior programa de produção e utilização bem-sucedidas de um biocombustível no mundo. (Pereira, 1999).

Com base nos dados do Observatório da Cana, mantido pela Unica, é lícito afirmar que o ProAlcool determinou o crescimento veloz da moagem de cana-de-açúcar no País. Analisando-se o histórico de moagem de 1979 até o fim da década de 1980, foi nesse período o auge da comercialização de carros movidos exclusivamente a etanol – em 1986, registrou-se o recorde de quase 700 mil licenciamentos. (Observatório da Cana, 2022b). Verifica-se, em consequência, crescimento exponencial da produção canavieira: de 108 milhões de toneladas de cana produzidas na safra 1978/1979 para 223 milhões de toneladas em 1989/1990, mais do que o dobro. Em relação à fabricação de etanol anidro e hidratado, o Brasil avançou significativamente: de 3,3 bilhões de litros em 1980 para 11,65 bilhões de litros em 1989. (Observatório da Cana, 2022a).

No raiar do século 21, dois fatores contribuíram para diversificar ainda mais a produção sucroenergética: o "apagão" energético e a chegada da tecnologia *flex fuel*. Em 2001, em consequência de problemas no fornecimento de energia elétrica no Brasil, abriu-se espaço para o maior uso da bioeletricidade gerada a partir do bagaço e da palha da cana. Conforme a Unica, em 2021 a geração de bioeletricidade a partir da biomassa de cana para a rede foi de 20,2 TWh, montante equivalente a quase 30% da geração de energia elétrica pela Usina de Itaipu ou ao atendimento de 13% de todo o consumo residencial do Brasil (Observatório da Cana, 2022c). Nos últimos dez anos, a produção acumulada de bioenergia a partir da cana totalizou 196,87 mil GWh. Como resultado, a energia elétrica renovável fornecida pelas usinas evitou emissões de gás carbônico de cerca de sete milhões de toneladas, resultado que equivale a preservar 49 milhões de árvores nativas ao longo de 20 anos (Geração..., 2022).

Já a tecnologia *flex fuel* passou, desde março de 2003, a integrar dois setores importantes da produção industrial brasileira: o moderno braço automotivo e o não menos contemporâneo segmento sucroenergético, cuja produção decolou novamente. Saiu, conforme dados da

Unica, de 359 milhões de toneladas na safra 2003/2004 para 658 milhões de toneladas em 2020/2021. Em 2020, o País fabricou o total de 36 bilhões de litros de etanol, sua grande marca na série histórica desde a safra 1951/1952, quando foram produzidos apenas 170 mil litros do biocombustível (Observatório da Cana, 2022a).

O brasileiro aderiu fortemente ao carro *flex*, com a possibilidade de escolher, na hora do abastecimento, um combustível capaz de emitir 90% menos gases de efeito estufa (GEEs) se comparado à gasolina (Embrapa, 2009), evitando, assim, o compromisso definitivo com este ou aquele combustível no momento da compra do automóvel caso este não fosse *flex*. Em 2021, mais de 90% dos carros e 60% das motos vendidas possuíam motorização bicombustível. Da frota circulante atual, 80% dos carros e 40% das motos também são *flex*. (Observatório da Cana, 2022b).

De março de 2003 a março de 2022, o consumo de etanol hidratado pelos automóveis *flex*, considerando-se também a mistura obrigatória de 27% do biocombustível anidro a toda a gasolina consumida no País, reduziu a emissão de GEEs em mais de 590 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>eq (ANP, 2018, 2022), quantidade igual à soma das emissões totais da Coreia do Sul ou à economia de CO<sub>2</sub> gerada pela manutenção de quatro bilhões de árvores nativas por duas décadas (Lacerda et al., 2009; IEA, 2019). Na demanda total do ciclo Otto de 2021, a soma do etanol anidro e do hidratado produzidos pela agroindústria da cana respondeu por 43,8% da energia consumida pelos veículos leves no Brasil (ANP, 2022).

Outro estudo da mesma origem indica que as emissões de CO<sub>2</sub> do carro *flex* brasileiro, abastecido com etanol, são inferiores às dos veículos elétricos europeus. Considerado-se o ciclo de vida completo do combustível, um automóvel alimentado com o biocombustível hidratado emite, em média, 37 g de CO<sub>2</sub>/km, enquanto um elétrico a bateria na Europa emite 54 g de CO<sub>2</sub>/km. Tal eficiência ambiental evidencia-se ainda mais quando se analisa o uso do etanol no

primeiro veículo híbrido *flex* do mundo, o Toyota Corolla, lançado no Brasil em 2019. Abastecido com o combustível renovável, o modelo emite, em média, 29 g de CO<sub>2</sub>/km. (Kutney, 2022).

O Corolla híbrido *flex* superou as expectativas de vendas da Toyota (Felix, 2020), e outras gigantes do mercado automotivo vêm demonstrando interesse pela fabricação de modelos concorrentes, práticos para o consumidor e com ampla infraestrutura de abastecimento no País: Volkswagen, Caoa Chery, Nissan, Great Wall e o grupo Stellantis, que reúne as marcas Fiat, Jeep, Peugeot, Citroen e RAM. Todas apostam na combinação do biocombustível com a eletrificação, seja por meio dos carros híbridos *flex* (HEV, na sigla em inglês), seja no uso do etanol rico em hidrogênio para abastecer uma célula de combustível e acionar o motor elétrico. (Santana, 2021; Aquino, 2022; Boutros, 2022; Felix, 2022; O Especialista, 2022). Pablo Di Si, representante da Volkswagen na América Latina, tem destacado a decisão de a empresa implantar, no Brasil, um centro de pesquisa voltado para a tecnologia HEV. A ideia é exportar a inovação com expertise nacional para países vizinhos e asiáticos (Madureira & Sodré, 2021).

Além do segmento veicular, o etanol é usado em aeronaves agrícolas, especialmente o modelo Ipanema produzido pela Embraer. É também insumo na produção de bioplásticos, com destaque para a atuação da Braskem em suas instalações em Triunfo, no Rio Grande do Sul. Na aviação comercial, nos últimos dez anos, Embraer, Boeing, Gol, TAM e Lufthansa, entre outras, já realizaram voos utilizando combustíveis renováveis, e isso graças, sobretudo, ao bioquerosene obtido diretamente da cana.

No setor sucroenergético, as oportunidades de produção renovável parecem infindáveis. A mais recente inovação é o biogás. Para chegar a esse derivado, as usinas aproveitam a vinhaça, subproduto da fabricação de etanol. Essa fonte pode ser estratégica durante os meses de moagem da cana-de-açúcar, que coincide com o período mais seco do ano. Ou seja, economiza-se água nos reservatórios das hidroelétrici-

cas gerando energia com o biogás. Cálculos da Associação Brasileira de Biogás (Abiogás) indicam que o potencial para produção de biogás no Brasil é de 100 milhões de metros cúbicos do produto por dia. A previsão é chegar a 30 milhões de metros cúbicos por dia em 2030, data que coincide com o cumprimento de suas metas ambientais no Acordo de Paris. A vinhaça pode dar uma importante contribuição nesse sentido (Savenhago, 2022).

Nestes parágrafos finais, vale destacar duas notáveis realizações da indústria sucroenergética para a valorização da sustentabilidade na agricultura. Primeiramente, a criação, em 2007, do Protocolo Agroambiental Etanol Verde. Firmado de forma voluntária por usinas, fornecedores de cana-de-açúcar e o governo do Estado de São Paulo, o programa superou os desafios da mecanização da colheita de cana no estado e a promoção de boas práticas agrícolas em mais de 4,4 milhões de hectares. Atualmente, 99% da área de cana no estado é colhida com o uso de máquinas colheitadeiras, mitigando-se mais de 11,8 milhões anuais de toneladas de CO<sub>2</sub>eq, além de mais de 60 milhões de toneladas de poluentes atmosféricos, de acordo com dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb). (Unica, 2022a).

Em segundo lugar, devemos lembrar que em 2019 o setor sucroenergético estabeleceu mais um paradigma ao impulsionar o RenovaBio, maior programa de descarbonização da matriz de transporte do mundo. Referência internacional entre iniciativas voltadas às energias sustentáveis, o programa estimula o uso do etanol e do biodiesel com a emissão de títulos verdes, os *green bonds*, comercializados na Bolsa B3. Coadunam-se, nesse cenário, com bem-vindas ações governamentais recentemente adotadas, como o Fundo de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (Fiagro), a criação das diretrizes para o mercado de carbono e o Programa Nacional de Fertilizantes e Bioinsumos. (Brasil, 2022c; Unica, 2022b).

## Referências

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Dados estatísticos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-estatisticos>>. Acesso em: 16 set. 2022.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 758, de 23 de novembro de 2018. Regulamenta a certificação da produção ou importação eficiente de biocombustíveis de que trata o art. 18 da Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e o credenciamento de firmas inspetoras. **Diário Oficial da União**, 27 nov. 2018. Seção1, p.54-63. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-758-2018-regulamenta-a-certificacao-da-producao-ou-importacao-eficiente-de-biocombustiveis-de-que-trata-o-art-18-da-lei-no-13-576-de-26-de-dezembro-de-2017-e-o-credenciamento-de-firmas-inspetoras?origin=instituicao&q=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20ANP%20n%C2%BA%20758/2018>>. Acesso em: 16 set. 2022.

AQUINO, V. Com investimento de R\$ 1,2 bilhão, Nissan enfim vai lançar Kicks híbrido. **Jornal do Carro**, 8 abr. 2022. Disponível em: <<https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/com-investimento-de-r-12-bilhao-nissan-enfim-vai-lancar-kicks-hibrido/>>. Acesso em: 9 set. 2022.

BOUTROS, F. Stellantis confirma híbrido flex, Ram nacional e outros lançamentos até 2025. **Autopapo**, 4 mar. 2022. Disponível em: <<https://autopapo.uol.com.br/noticia/stellantis-confirma-hibrido-flex-ram-nacional-e-outros-lancamentos-ate-2025>>. Acesso em: 9 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **SAPCANA**: 7c0e7ff1 Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira. Disponível em: <<https://sistemasweb4.agricultura.gov.br/sapcana/downloadBaseCompletaInstituicao.action?sglAASAplicacaoPrincipal=sapcana>>. Acesso em: 16 set. 2022a.

BRASIL. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Arquivo Nacional. **Instituto do Açúcar e do Alcool**. Disponível em: <<https://dibrarq.arquivonacional.gov.br/index.php/instituto-do-acucar-e-do-alcool#:~:text=O%20Instituto%20do%20A%C3%A7%C3%BAcar%20e,foi%20criado%20pelo%20decreto%20n>>. Acesso em: 9 set. 2022b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **RenovaBio**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/renovabio-1>>. Acesso em: 9 set. 2022c.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estudo mostra que etanol de cana emite menos gás carbônico para a atmosfera do que a gasolina**. 1 abr. 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18044516/estudo-mostra-que-etanol>>.

de-cana-emite-menos-gas-carbonico-para-a-atmosfera-do-que-a-gasolina>. Acesso em: 9 set. 2022.

FALCÃO, A. **Pernambucanos imortais**: trinta perfis e outras palavras. Recife: Cepe, 2018. p.148.

FELIX, L. Caoa Chery terá motor híbrido flex bem diferente do da Toyota. **Mobiauto**, 20 jun. 2022. Disponível em: <<https://www.mobiauto.com.br/revista/caoa-chery-tera-motor-hibrido-flex-bem-diferente-do-da-toyota/1938>>. Acesso em: 9 set. 2022.

FELIX, L. Um em cada quatro Toyota Corolla vendidos no Brasil é híbrido. **Revista Quatro Rodas**, 20 mar. 2020. Disponível em: <<https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/um-em-cada-quatro-toyota-corolla-vendidos-no-brasil-e-hibrido>>. Acesso em: 9 set. 2022.

GERAÇÃO de energia pela cana completa 35 anos no Brasil: entenda o que é e as projeções do setor para a bioeletricidade. **G1**, 19 ago. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/estacao-agro/noticia/2022/08/19/geracao-de-energia-pela-cana-completa-35-anos-no-brasil-entenda-o-que-e-e-as-projecoes-do-setor-para-a-bioeletricidade.ghtml>>. Acesso em: 9 set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**: PAM - 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 16 set. 2022.

IEA. International Energy Agency. **CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion**. Paris, 2019.

KUTNEY, P. Carros híbridos flex vão inundar o mercado e darão relevância ao etanol. **Mobiauto**, 26 abr. 2022. Disponível em: <<https://www.mobiauto.com.br/revista/carros-hibridos-flex-vao-inundar-o-mercado-e-darao-relevancia-ao-etanol/1813>>. Acesso em: 9 set. 2022.

LACERDA, J.S.; COUTO, H.T.Z. do; HIROTA, M.M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J.L. Estimativa da Biomassa e Carbono em Áreas restauradas com Plantio de Essências Nativas. **METRVN**, n.5, 2009.

MADUREIRA, D.; SODRÉ, E. Futuro da frota é o híbrido elétrico com etanol, diz presidente da Volks. **Folha de S.Paulo**, 27 ago. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/08/futuro-da-frota-e-o-hibrido-eletrico-com-etanol-diz-presidente-da-volks.shtml>>. Acesso em: 9 set. 2022.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G. (Coord.). **A dimensão do setor sucroenergético**: mapeamento e quantificação da safra 2013/14. Ribeirão Preto: Markestrat, Fundace, FEA-RP/USP, 2014. Disponível em: <[https://www.novacana.com/pdf/Mapeamento\\_Quantificacao\\_Setor\\_Sucroenergetico\\_Safra\\_2013-14.pdf](https://www.novacana.com/pdf/Mapeamento_Quantificacao_Setor_Sucroenergetico_Safra_2013-14.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2022.

O ESPECIALISTA. **Great Wall produzirá carros híbridos flex no Brasil a partir de março de 2023**. 22 jun. 2022. Disponível em: <<https://oespecialista.com.br/great-wall-carros-hibridos-flex-brasil>>. Acesso em: 9 set. 2022.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Histórico da área de cultivo de cana-de-açúcar, moagem e produção de açúcar e etanol**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=4>>. Acesso em: 9 set. 2022a.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Painel de frota e licenciamento de autoveículos leves e motocicletas**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=147>>. Acesso em: 9 set. 2022b.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Painel de geração de bioeletricidade e das demais fontes da matriz elétrica**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=145>>. Acesso em: 9 set. 2022c.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Painel de informações da RAIS – Setor Sucroenergético**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=146>>. Acesso em: 16 set. 2022d.

OBSERVATÓRIO DA CANA. **Painel dinâmico de exportações e importações**. Disponível em: <<https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=143>>. Acesso em: 9 set. 2022e.

PEREIRA, F.V. Proálcool surge com crise do petróleo. **Folha de S. Paulo**, 23 ago. 1999. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi23089914.htm#:~:text=Criado%20em%201975%2C%20por%20um,2%20para%20at%C3%A9%20US%24%2012>>. Acesso em: 9 set. 2022.

SANTANA, N. VW lançará seis carros híbridos flex no Brasil até 2026. **Garagem360**, 31 ago. 2021. Disponível em: <<https://garagem360.com.br/vw-lancara-seis-carros-hibridos-flex-no-brasil-ate-2026/>>. Acesso em: 9 set. 2022.

SAVENHAGO, I. Brasil deve aumentar produção de biogás em 15 vezes até 2030, projeta associação. **G1**, 22 ago. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/estacao-agro/noticia/2022/08/22/brasil-deve-aumentar-producao-de-biogas-em-15-vezes-ate-2030-projeta-associacao.ghtml>>. Acesso em: 9 set. 2022.

TICIANELI, E. **Alagoas e os combustíveis automotivos**: Usga e o Dispositivo Chambrin. 2022. Disponível em: <<https://www.historiadealagoas.com.br/alagoas-e-os-combustiveis-automotivos-usga-e-o-dispositivo-chambrin.html>>. Acesso em: 9 set. 2022.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia. **Protocolo Agroambiental “Etanol Verde” completa 15 anos**. 3 jun. 2022a. Disponível em: <<https://unica.com.br/noticias/iniciativa-etanol-verde-completa-15-anos/>>. Acesso em: 9 set. 2022.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia. **RenovaBio**. Disponível em: <<https://unica.com.br/iniciativas/renovabio>>. Acesso em: 9 set. 2022b.

# Instrução aos autores

## 1. Tipos de colaboração

São aceitos por esta revista trabalhos que se enquadrem nas áreas temáticas de política agrícola, agrárias, gestão e tecnologias para o agronegócio, agronegócio, logísticas e transporte, estudos de casos resultantes da aplicação de métodos quantitativos e qualitativos a sistemas de produção, uso de recursos naturais e desenvolvimento rural sustentável, não publicados nem encaminhados a outra revista para o mesmo fim, dentro das seguintes categorias: a) artigo de opinião; b) artigo científico; e c) texto para debates.

### *Artigo de opinião*

É o texto livre, mas bem fundamentado, sobre algum tema atual e de relevância para os públicos do agronegócio. Deve apresentar o estado atual do conhecimento sobre determinado tema, introduzir fatos novos, defender ideias, apresentar argumentos e dados, fazer proposições e concluir de forma coerente com as ideias apresentadas.

### *Artigo científico*

O conteúdo de cada trabalho deve primar pela originalidade, isto é, ser elaborado a partir de resultados inéditos de pesquisa que ofereçam contribuições teóricas, metodológicas e fundamentais para o progresso do agronegócio brasileiro.

### *Texto para debates*

É um texto livre, na forma de apresentação, destinado à exposição de ideias e opiniões, não necessariamente conclusivas, sobre temas importantes, atuais e controversos. A sua principal característica é possibilitar o estabelecimento do contraditório. O texto para debate será publicado no espaço denominado Ponto de Vista.

## 2. Encaminhamento

Aceitam-se trabalhos escritos em Português. Os originais devem ser encaminhados ao Editor-Chefe ([wesley.jose@embrapa.br](mailto:wesley.jose@embrapa.br)).

A carta de encaminhamento deve conter: título do artigo, nome do(s) autor(es) e declaração explícita de que o artigo não foi enviado a nenhum outro periódico.

## 3. Procedimentos editoriais

a) Após análise crítica do Conselho Editorial, o editor comunica aos autores a situação do artigo: aprovação, aprovação condicional ou não aprovação. Os critérios adotados são os seguintes:

- Adequação à linha editorial da Revista.
- Valor da contribuição do ponto de vista teórico e metodológico.
- Argumentação lógica, consistente e que, ainda assim, permita contra-argumentação pelo leitor (discurso aberto).
- Correta interpretação de informações conceituais e de resultados (ausência de ilações falaciosas).
- Relevância, pertinência e atualidade das referências.

b) São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e os conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, o Editor-Chefe, com a assistência dos conselheiros, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações.

c) Eventuais modificações de estrutura ou de conteúdo, sugeridas aos autores, devem ser processadas e devolvidas ao Editor-Chefe no prazo de 15 dias.

d) Ao Editor-Chefe e ao Conselho Editorial é facultada a encomenda de textos e artigos para publicação.

## 4. Forma de apresentação

a) Tamanho – Os trabalhos devem ser apresentados no programa Word, no tamanho máximo de 20 páginas, espaço 1,5 entre linhas e margens de 2 cm nas laterais, no topo e na base, em formato A4, com páginas numeradas. A fonte é Times New Roman, corpo 12 para o texto e corpo 10 para notas de rodapé. Usa-se apenas a cor preta para todo o texto. Devem-se evitar agradecimentos e excesso de notas de rodapé.

b) Títulos, Autores, Resumo, Abstract e Palavras-chave (keywords) – Os títulos devem ser grafados em caixa baixa, exceto a primeira palavra, com, no máximo, sete palavras. Devem ser claros e concisos e expressar o conteúdo do trabalho. Grafar os nomes dos autores por extenso, com letras iniciais maiúsculas. O Resumo e o Abstract não devem ultrapassar 200 palavras. Devem conter síntese dos objetivos, desenvolvimento e principal conclusão do trabalho. As palavras-chave e keywords – de três a cinco palavras não contidas no título – devem ser separadas por vírgula.

c) O rodapé da primeira página deve trazer a formação acadêmica, a qualificação profissional principal e o endereço eletrônico dos autores.

d) Introdução – Deve ocupar no máximo duas páginas e apresentar o objetivo do trabalho, a importância e a contextualização, o alcance e eventuais limitações do estudo.

e) Desenvolvimento – Constitui o núcleo do trabalho, onde se encontram os procedimentos metodológicos, os resultados da pesquisa e sua discussão crítica. Contudo, a palavra Desenvolvimento não é usada para título dessa seção, ficando a critério do autor empregar o título mais apropriado à natureza do trabalho.

Em todo o artigo, a redação deve priorizar parágrafos com orações em ordem direta, prezando pela clareza e concisão de ideias. Deve-se evitar parágrafos longos que não estejam relacionados entre si, que não explicam, que não se complementam ou não concluem a ideia anterior.

f) Conclusões – Seção elaborada com base no objetivo e nos resultados do trabalho. Não pode consistir, simplesmente, do resumo dos resultados; deve apresentar as novas descobertas da pesquisa; e confirmar ou rejeitar as hipóteses formuladas na Introdução, se for o caso.

g) Citações – Quando incluídos na sentença, os sobrenomes dos autores devem ser grafados em caixa alta e baixa, com a data entre parênteses. Se não incluídos, devem estar entre parênteses, grafados em caixa alta e baixa, separados das datas por vírgula.

• Citação com dois autores: sobrenomes separados por “&” quando estiverem dentro ou fora de parênteses.

• Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor seguido da expressão et al. em fonte normal.

- Citação de diversas obras de autores diferentes: obedecer à ordem cronológica e, em seguida, à ordem alfabética dos nomes dos autores, separadas por ponto e vírgula.
- Citação de mais de um documento dos mesmos autores: não há repetição dos nomes dos autores; as datas das obras, em ordem cronológica, são separadas por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor do documento original seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Citações literais de até três linhas devem ser aspeadas, integrando o parágrafo normal. Após o ano da publicação, acrescentar a(s) página(s) do trecho citado (entre parênteses e separados por vírgula).
- Citações literais longas (quatro ou mais linhas) serão destacadas do texto em parágrafo especial e com recuo de quatro espaços à direita da margem esquerda, em espaço simples, corpo 10.

h) Figuras e Tabelas – As figuras e tabelas devem ser citadas no texto em ordem sequencial numérica, escritas com a letra inicial maiúscula, seguidas do número correspondente. As citações podem vir entre parênteses ou integrar o texto. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas em local próximo ao de sua citação. O título de tabela deve ser escrito sem negrito e posicionado acima dela. O título de figura também deve ser escrito sem negrito, mas posicionado abaixo dela. Só são aceitas tabelas e figuras citadas no texto.

i) Notas de rodapé – As notas de rodapé (não bibliográficas) só devem ser usadas quando estritamente necessário.

j) Referências – Devem conter fontes atuais, principalmente de artigos de periódicos. Podem conter trabalhos clássicos mais antigos, diretamente relacionados com o tema do estudo. Devem ser normalizadas de acordo as adaptações da NBR 6023 de Agosto 2002, da ABNT (ou a vigente), conforme exemplos abaixo.

Devem-se referenciar somente as fontes usadas e citadas na elaboração do artigo e apresentadas em ordem alfabética.

Os exemplos a seguir constituem os casos mais comuns, tomados como modelos:

*Monografia no todo (livro, folheto e trabalhos acadêmicos publicados)*

COSTA, N.D. (Ed.). **A cultura do melão**. 3.ed. rev. atual. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 202p.

DUARTE, J. **Prosa com Eliseu**: entrevista a Jorge Duarte. Brasília: Embrapa, 2018.

*Parte de monografia*

SANTOS, J. de ARAÚJO dos. Intercâmbio de conhecimentos e novos desafios da fruticultura nas terras indígenas de Oiapoque. In: DIAS, T.; EIDT, J.S.; UDRY, C. (Ed.). **Diálogos de saberes**: relatos da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2016. Cap. 12, p.203-215. (Coleção Povos e Comunidades Tradicionais, 2).

*Artigo de revista*

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; BRANDÃO, A.S.P. Por que os preços da cesta básica caíram? **Revista de Política Agrícola**, ano19, p.14-20, 2010.

GAMARRA-ROJAS, G.; SILVA, N.C.G. da; VIDAL, M.S.C. Contexto, (agri)cultura e interação no agroecossistema familiar

do caju no semiárido brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.34, p.313-338, 2017.

*Dissertação ou Tese:*

*Não publicada*

POSSAMAI, R.C. **Análise de viabilidade econômica da implantação do sistema integração lavoura-pecuária (iLP) no bioma cerrado**. 2017. 173p. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, São Paulo.

SOUSA, W.P. de. **A castanha-da-Amazônia (Bertholletia excelsa Bonpl.) no contexto dos novos padrões internacionais de qualidade e segurança dos alimentos**. 2018. 243p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

*Publicada: da mesma forma que monografia no todo*

*Trabalhos apresentados em congresso*

RONQUIM, C.C.; GARCON, E.A.M.; FONSECA, M.F. Expansão da cafeicultura na porção leste do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2017. p.3798-3805. Editado por Douglas Francisco M. Gherardi e Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de Aragão.

*Documento de acesso em meio eletrônico*

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>>. Acesso em: 6 set. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Contas Nacionais – SCN**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/servicos/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do; CHAGAS, C.I.; ZONTA, E. (Org.). **Impactos ambientais provenientes da produção agrícola**: experiências argentinas e brasileiras. São Paulo; Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2016. 1 CD-ROM.

*Legislação*

BRASIL. Lei nº 13.288, de 16 de maio de 2016. Dispõe sobre os contratos de integração, obrigações e responsabilidades nas relações contratuais entre produtores integrados e integradores, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 17 maio 2016. Seção1, p.1-3.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 15.913, de 2 de outubro de 2015. Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras – APRMATC, suas Áreas de Intervenção, respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, 3 out. 2015. Seção1, p.1-5.

## 5. Outras informações

Para mais informações sobre a elaboração de trabalhos a serem enviados à Revista de Política Agrícola, contatar o Editor-Chefe, Wesley José da Rocha ou a secretária Luciana Gontijo Pimenta em:

**wesley.jose@embrapa.br** – (61) 3448-2418

**luciana.gontijo@agricultura.gov.br** – (61) 3218-2292



Colaboração



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

