Revista de Política Agrícola

VENDA PROIBIDA

e-ISSN 2317-224X
ISSN impresso 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXXI – Nº 4
Out./Nov./Dez. 2022

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



Produto interno bruto nos segmentos da cadeia orizícola brasileira

Pág. 98

Evolução do ITR no Brasil

Pág. 39

Agricultura familiar de baixa emissão de carbono no Brasil

Pág. 119

Ponto de Vista

Reflexões para uma pecuária mais sustentável

Pág. 152

Revista de
Política Agrícola

e-ISSN 2317-224X
ISSN impresso 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXXI – Nº 4
Out./Nov./Dez. 2022
Brasília, DF

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

Conselho editorial
Eliseu Alves (Presidente de honra)
Embrapa
Elisio Contini (Presidente executivo)
Embrapa
Wesley José da Rocha
Embrapa
Carlos Augusto Mattos Santana
Embrapa
Alcido Elenor Wander
Embrapa
Rosaura Gazzola
Embrapa
Roberta Dalla Porta Grundling
Embrapa
Alfredo Homma
Embrapa
José Garcia Gasques
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Fernanda Aparecida Silva
Universidade Federal de Viçosa
Zenaide Rodrigues Ferreira
Ipea
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho
Ipea
Geraldo Sant'Anna de Camargo Barros
Esalq/USP

Secretaria-Geral
Luciana Gontijo Pimenta

Editor-Chefe
Wesley José da Rocha

Embrapa, Superintendência de Comunicação

Supervisão editorial
Wesley José da Rocha

Revisão de texto
Wesley José da Rocha

Normalização bibliográfica
Sabrina Déde de C. L. Degaut Pontes
Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, diagramação e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
r_tee (AdobeStock)

Sumário

Homenagem
Geraldo da Silva e Souza: um legado de ética científica e alegria 3
Eliane Gonçalves Gomes

Carta da Agricultura
A política de crédito rural como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura 5
José Angelo Mazzillo Júnior

Eficiência da agropecuária dos municípios paranaenses: uma análise por classe de área 8
Tatiane Salete Mattei / Renata Cattelan / Jefferson Andronio Ramundo Staduto

Gestão e sucessão familiar na atividade leiteira e apontamentos para políticas públicas 24
Claudia Maria Prudêncio de Mera / Larissa Souza Zambiasi / Lucas Carvalho Siqueira / Domingos Benedetti Rodrigues

Evolução do ITR no Brasil 39
Leonardo Camarotti Ferreira Lima / Carlos José Caetano Bacha

Histórico da precificação de carbono na agropecuária brasileira 57
Rodrigo Damasceno / Sílvia Helena Galvão de Miranda

Índice de modernização da agricultura familiar no Nordeste do Brasil 72
Thyena Karen Magalhães Dias / Kilmer Coelho Campos

Os determinantes da quantidade de produtores orgânicos no Brasil 85
Luan Vinicius Bernardelli / Nathália Caroline Faria / Pietro Telatin Paschoalino / Paulo Rogério Alves Brene / Ednaldo Michellon

Produto interno bruto nos segmentos da cadeia orizícola brasileira 98
Nicole Rennó Castro / Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros / Adriana Ferreira Silva / Arlei Luiz Fachinello / Rodrigo Peixoto da Silva / Lucilio Rogerio Aparecido Alves

Agricultura familiar de baixa emissão de carbono no Brasil 119
Junior Ruiz Garcia / Vahíd Shaikhzadeh Vahdat / Leila Harfuch / Laura Barcellos Antoniazzi / Antônio Márcio Buainain

Use of barter contracts in Mato Grosso state, Brazil 136
Tatsuya Shimizu

Ponto de Vista
Reflexões para uma pecuária mais sustentável 152
Gabriela Mota da Cruz / Sílvia Helena Galvão de Miranda

Acesse 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

Embrapa
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
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

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
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)

Homenagem

Geraldo da Silva e Souza
Um legado de ética científica e alegria

Eliane Gonçalves Gomes[1]

Geraldo da Silva e Souza (19/9/1946–22/12/2022) era bacharel em Matemática (UFRJ, 1972) e em Economia (UERJ, 1973), especialista em Economia (University of Rochester, 1973), mestre em Engenharia de Sistemas (Coppe-UFRJ, 1974), Ph.D. em Estatística, com honras de Phi-Kappa-Phi (North Carolina State University, 1979), pós-doutor em Econometria (University of North Carolina, 1993) e em Estatística (Universidade de Brasília, 2002). Geraldo foi Economista da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (1974–1985), na qual exerceu as funções de Assessor do Diretor, Coordenador da Área Postal, Chefe da Divisão de Estudos Econômicos da Assessoria de Planos e Desenvolvimento da Presidência e Assessor de Presidente. Foi Professor do quadro da University of Illinois, em Chicago (1985–1988), Professor Visitante da North Carolina State University e da University of North Carolina (1993–994) e Professor do Departamento de Estatística da Universidade de Brasília (1984–2022). Foi Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (1977–2020), onde exerceu as funções de Chefe do Departamento de Métodos Quantitativos, Assessor de Presidente, Chefe da Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional e Coordenador de Estudos Estratégicos. Foi Bolsista 1A de Produtividade em Pesquisa do CNPq e atualmente era Bolsista de Produtividade Sênior. Publicou cerca de 140 artigos em periódicos especializados e mais de uma centena de trabalhos em anais de eventos científicos. Escreveu dois livros e quase duas dezenas de capítulos de livros. Orientou dez dissertações de mestrado, três teses de doutorado e 21 trabalhos de conclusão de curso, nas áreas de Economia e Probabilidade e Estatística. Foi líder e integrante em diversos projetos de pesquisa. Atuava nas áreas de Probabilidade, Estatística e Econometria, com ênfase em análise multivariada de modelos não lineares. Sua pesquisa mais recente estava centrada em desenvolvimentos teóricos e na modelagem de fronteiras de produção paramétricas e não paramétricas e na determinação de fatores causais de eficiência, em especial em aplicações no contexto dos microdados dos censos agropecuários brasileiros.

A frase "A matemática é o alfabeto com o qual Deus escreveu o universo", atribuída a Galileu Galilei, foi por muitas vezes mencionada por Geraldo para expressar sua paixão pelas ciências quantitativas. Geraldo era professor e cientista de genuína vocação. Como professor, ajudou a formar e a motivar uma geração de estatísticos e economistas, na graduação e na pós-graduação. Muitos deles hoje seguem o ofício docente. Como cientista, era movido pelo estudo e pelo aprendizado constantes. Suas publicações científicas são fortemente marcadas pelo rigor técnico e científico e pela qualidade.

[1] Pesquisadora da Embrapa.

Na Embrapa, era um defensor da área de métodos quantitativos e computação científica. Acreditava que a agricultura e métodos quantitativos eram indissociáveis. Como comentava, muitos dos métodos estatísticos atualmente usados tiveram origem em aplicações na área agropecuária. Estas, em geral, baseiam-se em processos complexos de decisão sob condições de incerteza. Era difícil não se encantar com sua oratória e entusiasmo por métodos quantitativos e por modelos matemáticos, econométricos e estatísticos. Tinha capacidade de explicar esses assuntos de forma que os colegas de outras formações pudessem entender.

Era carioca do Rio Comprido, flamenguista, atleta medalhista de remo, apreciador de música e leitor assíduo. O orgulho da família que formou e seu amor por ela não precisavam ser demonstrados por discursos; poucas palavras e emoção contida no olhar eram suficientes para que fossem percebidos.

Geraldo tinha personalidade marcante e era um líder inspirador. Gostava de conversar e de contar histórias, sempre recheadas com riso largo e bom humor contagiantes. Era um amigo dedicado e generoso. Creio que ele seguia o conselho de Madre Teresa de Calcutá, que ele mesmo citava em algumas ocasiões: "Não devemos permitir que alguém saia da nossa presença sem se sentir melhor e mais feliz". Essa é a minha visão do Geraldo, e acredito que ele será assim lembrado por muitos colegas e amigos que tiveram o privilégio de ter convivido com ele.

Carta da Agricultura

A política de crédito rural como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura

José Angelo Mazzillo Júnior[1]

O crescimento sustentável do setor agropecuário e sua inserção no mercado internacional têm sido impulsionados pela política de crédito rural, consubstanciada no Plano Safra, em harmonia com as demais políticas públicas a ele relacionadas.

Essa política depende de recursos orçamentários, em boa parte utilizados para equalizar taxas de juros de operações destinadas ao financiamento da agricultura. Todavia, a intensa evolução de nosso agronegócio tem demandado volumes cada vez maiores de crédito, muito além do que pode ser suprido no âmbito do Plano Safra, com subvenção do Tesouro Nacional.

Similarmente, outros instrumentos demandam recursos orçamentários, como é o caso do seguro rural, que possui expressiva capacidade de alavancar crédito para o agronegócio. Paralelamente, o crescimento da população mundial exigirá resposta dos países produtores de alimentos, afinal, teremos mais 500 milhões de habitantes no planeta até 2030, que precisarão ser alimentados. E nesse iminente cenário, que demandará equilíbrio entre segurança alimentar, segurança energética e sustentabilidade, nenhum país está em melhores condições de enfrentar esse desafio do que o Brasil. No entanto, essa resposta, que oferece valiosas oportunidades ao nosso agro, demandará volumes cada vez maiores de investimentos.

Apesar de estudos da OECD[2] revelarem que o Brasil está entre os países que menos subsidiam a agricultura, diante da conjuntura fiscal e fática que se impõe, fica evidente a necessidade de uma racionalização da política de subvenção ao setor, que deve abranger i) a ampliação de recursos orçamentários para instrumentos com maior capacidade de alavancagem de crédito, ii) a ampliação da participação de recursos livres nos financiamentos, iii) a continuidade da revisão da legislação dos títulos do agronegócio, para estimular a participação de recursos de in-

[1] Secretário de Política Agrícola (SPA/Mapa). E-mail: spa@agricultura.gov.br

[2] OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. **Agricultural policy monitoring and evaluation 2022**: reforming agricultural policies for climate change mitigation. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/7f4542bf-en>. Acesso em: 29 nov. 2022.

vestidores nacionais e internacionais no *funding* do crédito rural, e iv) a simplificação e racionalização das normas operacionais do crédito rural para torná-lo mais eficiente e de menor custo para o produtor rural, além de reduzir os custos de observância dessas normas pelos agentes financeiros.

Com essa necessidade estabelecida como uma das prioridades de atuação da Secretaria de Política Agrícola, desde 2019 o crédito rural tem sido aprimorado em suas normas operacionais, com importantes avanços na diversificação de suas fontes de financiamento, por meio de ajustes na legislação dos títulos do agronegócio, para ampliar sua contribuição ao direcionamento de recursos privados para o financiamento da agricultura.

As finanças privadas apresentaram múltiplos avanços na gestão 2019–2022, especialmente por meio da promoção de rodadas de discussão com os setores privado e público, que em muito contribuíram para o aperfeiçoamento normativo dos instrumentos privados de financiamento e impulsionaram a captação de recursos para as cadeias produtivas do agronegócio. Os excelentes resultados alcançados são mostrados na Tabela 1[3].

Além disso, estima-se que 47% do valor contratado na Safra 2021/2022[4], nas finalidades custeio e investimento, direcionou-se a práticas mais sustentáveis, totalizando o montante de R$ 118,66 bilhões, o que significa que a emissão de títulos verdes do agronegócio é um mercado bastante promissor.

Também, em 2021 ocorreu a implementação da Lei do Fiagro[5], instituindo os Fundos de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (Fiagro), já com 31 fundos sendo formalmente constituídos, alguns em operação, com valor de emissão global superior a R$ 7 bilhões, bem como o lançamento da Cédula de Produto Rural (CPR) Verde[6], um novo título para o produtor rural brasileiro financiar a conservação da parcela de vegetação nativa em sua propriedade, cujo mercado estimado é de R$ 30 bilhões em quatro anos.

Tabela 1. Evolução do estoque/patrimônio dos instrumentos privados de financiamento do agronegócio.

Instrumento	Data inicial	Valor inicial (R$ bilhão)	Data final	Valor final (R$ bilhão)	Variação (%)
CPR	Ago./2020	17,0	Out./2022	203,7	1.100
LCA	Jan./2019	69,7		326,1	368
CRA		36,0		96,8	169
CDCA		6,7		27,6	311
Fiagro(1)		-		7,0	-

(1) Valor aproximado.

[3] Dados fornecidos por CVM, B3, CERC, CRDC e Anbima à equipe da Coordenação-Geral de Instrumentos de Mercado e Financiamento do Departamento de Política de Financiamento ao Setor Agropecuário da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

[4] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Desempenho do Crédito Rural na Safra 2021/2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/credito-rural>. Acesso em: 29 nov. 2022.

[5] BRASIL. **Lei nº 14.130, de 29 de março de 2021**. Altera a Lei nº 8.668, de 25 de junho de 1993, para instituir os Fundos de Investimento nas Cadeias Produtivas Agroindustriais (Fiagro), e a Lei nº 11.033, de 21 de dezembro de 2004; e dá outras providências. 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14130.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2014.130%2C%20DE%2029%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%202021&text=Altera%20a%20Lei%20n%C2%BA%208.668,2004%3B%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias>. Acesso em: 29 nov. 2022.

[6] BRASIL. **Decreto nº 10.828, de 1º de outubro de 2021**. Regulamenta a emissão de Cédula de Produto Rural, relacionada às atividades de conservação e recuperação de florestas nativas e de seus biomas, de que trata o inciso II do § 2º do art. 1º da Lei nº 8.929, de 22 de agosto de 1994. 2021. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/D10828.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2010.828%2C%20DE%201%C2%BA,22%20de%20agosto%20de%201994>. Acesso em: 29 nov. 2022.

Não obstante o empreendedorismo do produtor rural e a abundante disponibilidade de recursos naturais, os ganhos de produtividade resultantes das pesquisas lideradas pela Embrapa e a política agrícola também contribuíram de forma relevante para o desenvolvimento e a consolidação da agropecuária brasileira como uma das mais eficientes, destacando-se por sua competitividade, pelos baixos níveis de subsídio e de proteção tarifária e por situar o País entre os principais produtores e exportadores agrícolas mundiais.

As florestas plantadas, que ocupam área superior a dez milhões de hectares[7], contribuem para que a matriz energética nacional seja cada vez mais limpa e sustentável, mediante o suprimento da demanda do segmento da siderurgia que usa como combustível o carvão vegetal. Da mesma forma, o Plano ABC[8] também fortalece essa atividade estimulando a implantação de sistemas agrícolas produtivos ambientalmente sustentáveis e de florestas para diversas finalidades, inclusive a energética, tendo incorporado, na safra 2022/2023, o apoio às atividades de adaptação às mudanças climáticas.

Também merece destaque a Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Biodiversidade (PGPM-Bio), programa cujo objetivo é fortalecer a atividade dos extrativistas como mecanismo de apoio à manutenção das espécies vegetais produtivas de matas, florestas e cerrados, e que operou, em 2021, R$ 29,26 milhões, alcançando o total de 15.490 extrativistas e envolvendo mais de 25 mil toneladas de produtos em 12 unidades da federação[9].

Como observado, muito se conseguiu alcançar desde 2019. Entretanto, o desenvolvimento sustentável da agricultura e sua crescente inserção no mercado agrícola internacional nas próximas décadas, contribuindo para a geração de divisas, a sustentação da renda do produtor rural, o controle da inflação e o desenvolvimento econômico, requerem a superação de importantes desafios, que incluem, entre outros, a diversificação das fontes de financiamento da agricultura e a desburocratização do crédito rural – com iniciativas de sucesso já implementadas e a implementar; a criação de um sistema único de gestão de risco rural; a unificação dos instrumentos de apoio à comercialização; a melhoria das condições de infraestrutura de transporte e logística; e, principalmente, recursos orçamentários suficientes e previsíveis para a subvenção do prêmio ao seguro rural, política que até então não recebeu a atenção necessária do Estado brasileiro.

A imperativa superação desses desafios norteará o futuro da política agrícola e de seus instrumentos, para assegurar o pleno aproveitamento das potencialidades ora apresentadas em face do atual e duradouro aquecimento da demanda agrícola mundial, que precisará ser atendida de maneira sustentável.

---

[7] SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema Nacional de Informações Florestais. **Florestas plantadas**. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/florestas-plantadas>. Acesso em: 29 nov. 2022.

[8] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc>. Acesso em: 29 nov. 2022.

[9] CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Subvenção da Sociobiodiversidade**. Disponível em: <https://sisdep.conab.gov.br/consultasisbio>. Acesso em: 29 nov. 2022.

Eficiência da agropecuária dos municípios paranaenses
Uma análise por classe de área[1]

Tatiane Salete Mattei[2]
Renata Cattelan[3]
Jefferson Andronio Ramundo Staduto[4]

Resumo – O objetivo deste artigo foi mensurar a eficiência técnica da agropecuária dos municípios paranaenses de acordo com as classes de área. Utilizou-se a metodologia da análise envoltória de dados (DEA), e os dados do Censo Agropecuário de 2017 foram agrupados em nove classes de área. Para todas elas, encontraram-se fazendas eficientes, mas predominam no Paraná fazendas representativas classificadas como de ineficiência média ou média-baixa. Os escores médios de eficiência indicam que as fazendas têm potencial de reduzir os insumos utilizados e permanecer com a mesma produção. O percentual de potencial redução dos insumos variou entre 23,6% (para a classe de 5 ha a menos de 10 ha) a 43,6% (500 ha a menos de 1.000 ha). As maiores médias do escore de eficiência estão na classe de área de 5 ha a menos de 10 ha, e as menores médias estão na classe de área de 500 ha a menos de 1.000 ha. As mesorregiões Metropolitana de Curitiba, o Centro-Sul e o Centro Oriental exibiram as maiores médias de escores de eficiência, e o Noroeste se destacou em algumas classes.

Palavras-chave: Censo Agropecuário de 2017, DEA, Paraná.

Efficiency of the agricultural production in the municipalities of Paraná: an analysis by area classes

Abstract – The objective of this article was to measure the technical efficiency of agriculture in the municipalities of Paraná state, Brazil, according to area classes. The data envelopment analysis (DEA) methodology was used, and the data from the 2017 Agricultural Census were grouped into 9 area classes. Efficient farms were found for all classes; however representative farms classified as medium and low average inefficiency predominate in Paraná. The average efficiency scores indicate that the farms have the potential to reduce the inputs and remain with the same production. The percentage of potential reduction of the inputs varied between 23.6% (for the class of 5 ha to less than 10 ha) to 43.6% (for class from 500 ha to less than 1,000 ha). The highest efficiency score averages are in the 5 ha to less than 10 ha area class, and the lowest averages are in the 500 ha

[1] Original recebido em 30/9/2021 e aprovado em 12/7/2022.

[2] Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. E-mail: tati_mattei@hotmail.com

[3] Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. E-mail: renata.cattelan@gmail.com

[4] Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). E-mail: jefferson.staduto@unioeste.br

to less than 1,000 ha area class. The Curitiba Metropolitan Area, South Center and Eastern Center mesoregions had the highest average of efficiency scores; in addition, the Northwest stood out for some classes.

Keywords: Agricultural Census 2017, DEA, Paraná.

Introdução

O Produto Interno Bruto (PIB) da agropecuária brasileira cresceu 1,3% de 2018 para 2019, totalizando R$ 322 bilhões, ou 5,25% do PIB do País (Brasil, 2020c; Carvalho, 2020). Essa atividade afeta as áreas rurais e as atividades urbanas, já que o setor demanda insumos, máquinas, equipamentos e serviços e oferta matérias-primas para a produção industrial e realiza um encadeamento produtivo a jusante e a montante (Carvalho, 2020).

O Paraná ocupou o segundo e o primeiro lugares nos ranques da agricultura e pecuária, respectivamente, em valor bruto da produção (VBP) em 2021, com participação de 12,9% do total da agropecuária nacional (Brasil, 2021a). A favor da produtividade, é importante que nas fazendas haja eficiência produtiva (Rocha, 2017; Machado et al., 2020), mas há carência de estudos para o Paraná, especialmente no contexto das classes de área e para os dados do Censo Agropecuário de 2017.

Considerando-se essa lacuna e a relevância do estado no contexto agropecuário nacional, o objetivo desta pesquisa é mensurar a eficiência técnica da agropecuária dos municípios paranaenses por classes de área com base na metodologia da análise envoltória de dados (DEA). Este estudo proporcionará uma análise que possibilitará direcionamentos para políticas públicas, com ênfase na eficiência agropecuária. Optou-se aqui pelo uso de dados do Censo Agropecuário de 2017.

Agropecuária brasileira: crescimento da produção e heterogeneidades

A agropecuária brasileira tem exibido elevado crescimento nos últimos anos, principalmente pelo crescimento da produtividade, decorrente de mudanças tecnológicas introduzidas no sistema produtivo, pela incorporação de novas áreas de produção ou de pastagens, por aumentos dos preços relativos agrícolas em relação aos industriais e pela elevação dos preços recebidos em relação aos preços pagos (Reginato et al., 2019; Marcelino et al., 2020).

O bom desempenho da agropecuária brasileira permitiu a expansão da oferta de alimentos em ritmo mais rápido do que a demanda, tanto para o mercado externo quanto para o doméstico, resultando assim em preços reais mais baixos dos alimentos. O consumidor brasileiro paga hoje por uma cesta de alimentos cerca de 60% do valor que pagava há quatro décadas e meia. A redução dos preços dos alimentos possibilitou aumento do poder de compra, e as pessoas podem direcionar a parte que sobra da renda para o consumo de outros bens não alimentícios. (Martha Junior, 2020).

A Figura 1 mostra forte crescimento do VBP da agropecuária nos últimos 20 anos. Em 2019, os números atingiram R$ 549,8 bilhões e R$ 311,9 bilhões para a agricultura e a pecuária, respectivamente (Brasil, 2021b).

Em 2020, mesmo em momento de pandemia (Covid-19), o setor agropecuário já registrava o maior VBP da história. O PIB do setor agropecuário cresceu 1,9% no primeiro trimestre de 2020 em relação ao mesmo período de 2019 (Marcelino et al., 2020). As restrições iniciais impostas pela crise da Covid-19 afetaram sobremaneira os produtores familiares, pois seus principais locais de comercialização – feiras livres, bares, restaurantes, hotéis e escolas, entre outros – foram por um tempo fechados. Somados a isso, a renda de boa parte dos consumidores caiu (Lima, 2021).

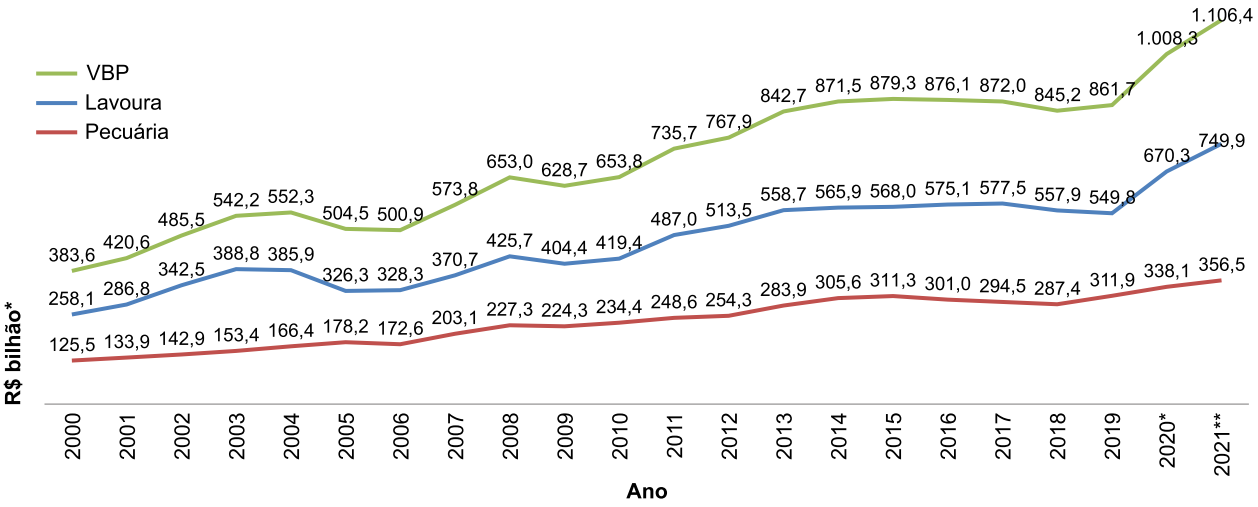


Figura 1. Evolução do VBP da agropecuária do Brasil em 2000–2021.

Nota: *valores deflacionados pelo IGP-DI da FGV – agosto/2021; **até agosto/2021.

Fonte: Brasil (2021b).

O aumento da produtividade dos fatores é necessário para que a agropecuária seja capaz de cumprir suas funções clássicas no processo de desenvolvimento econômico, em especial a oferta de alimentos e de matéria-prima. Conceitualmente, a produtividade se refere às mudanças na produção que não são respondidas pelas mudanças quantitativas nos insumos empregados, mas que se referem às melhorias no processo produtivo (Machado et al., 2020). Isso ocorre pela introdução de novas tecnologias, pelo uso de recursos de qualidade superior (como terra, no caso da agropecuária), combinação mais eficiente dos fatores e melhor gestão do negócio (Bacchi, 2019).

De 1990 a 2017, a produção brasileira de grãos cresceu de 58,3 milhões para 238 milhões de toneladas, alta de 308%. Já a expansão da área plantada foi de 53%, o que indica que a produtividade por hectare subiu 161%, muito em consequência da modernização do setor com o aumento de capital empregado (Reginato et al., 2019). De 1975 a 2018, a taxa média de crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) para a agropecuária brasileira foi de 3,36% a.a. (índice médio do produto de 3,81% a.a. e índice de fatores de 0,44% a.a.) (Bacchi, 2019).

Segundo Rocha (2017), outra medida importante para garantir o aumento da produtividade é a eficiência. A eficiência é entendida como a razão entre o produto que é realizado e o máximo potencial que poderia ser alcançado se os recursos disponíveis fossem empregados sem desperdícios. Machado et al. (2020) apontam que para um processo apresentar eficiência econômica ele deve contemplar a eficiência alocativa (escolher insumos conforme seus preços relativos, buscando a minimização dos custos) e a eficiência técnica (quando o processo produtivo ocorre na fronteira tecnológica disponível).

No Brasil, é grande a heterogeneidade entre regiões e estados, tanto em termos de desempenho quanto de contribuição para o valor total da produção. Isso pode estar relacionado às condições edafoclimáticas, ao acesso a recursos como terra e capital, à tecnologia empregada e à gestão da unidade produtiva (Carvalho, 2020). Além disso, há diferenças substanciais quando se compara o tamanho das propriedades, como mostrado por Richter & Konsen (1979), Freitas & Konzen (1983) e Sturm et al. (1988). Constata-se que estabelecimentos maiores obtêm maior concessão de recursos creditícios e contam com programas governamentais para melhorias tecnológicas que necessitam de escalas maiores de

produção; os menores não conseguem obter esses mesmos recursos, por causa do alto custo de aquisição e da escala produtiva menor.

A ação estatal tende a promover a agropecuária buscando fomentar a produção. Entretanto, é necessário discutir e propor soluções e tecnologias igualmente para os produtores de todas os tamanhos, especialmente os menores, já que a maior parte da modernização, historicamente, foi direcionada para os maiores produtores (Staduto & Kreter, 2014; Lobão et al., 2016).

A agropecuária do Paraná no cenário nacional

O Paraná é o quinto estado mais populoso do País, com 11,5 milhões de habitantes, ou 5,4% do total brasileiro (Paraná, 2020). É dividido em 399 municípios e dez mesorregiões (Figura 2) (IBGE, 2017) e possui cerca de 305 mil estabelecimentos agropecuários, numa área de 3,5 milhões de hectares, 75% dos quais são considerados de agricultura familiar. O estado é caracterizado por pequenas e médias propriedades e produção diversificada: 67% dos estabelecimentos possuem área de até 20 ha e 18%, de 20 ha a 50 ha. Cerca de 63% do pessoal ocupado é empregado na agricultura familiar, e 70% da mão de obra total ocupada é do sexo masculino (IBGE, 2017).

Em 2020, o Paraná obteve o segundo maior VBP da agropecuária brasileira (13,4%), atrás de Mato Grosso (17,12%). Em valores absolutos, o VBP da agropecuária paranaense em 2020 foi de R$ 117,1 bilhões, 62% referentes à agricultura (Brasil, 2020a). Os principais produtos do estado em 2020 foram soja (VBP de R$ 41 bilhões), frangos (R$ 25 bilhões), milho (R$ 13 bilhões), leite (R$ 6,4 bilhões), trigo (R$ 4,1 bilhões) e cana-de-açúcar (R$ 4 bilhões) (Brasil, 2020a).



Figura 2. Municípios e mesorregiões do Paraná.

No ranking das exportações brasileiras, o Paraná foi o sétimo colocado, com cerca de US$ 16 bilhões exportados em 2019, ou 7,36% das exportações nacionais. A China foi o maior importador dos produtos paranaenses, seguida da Argentina e dos Estados Unidos. Para 2019, o principal produto de exportação paranaense foi a soja, com 21% do total exportado, seguido pelas carnes de aves e suas miudezas comestíveis (15%) e pelo farelo de soja e outros alimentos para animais, com 7,7%. O quarto produto foi o milho (5%). Esses quatro produtos corresponderam a 48,7% do total de suas exportações. Cerca de 11% das importações do estado dizem respeito a adubos/fertilizantes (Brasil, 2020b).

Revisão de literatura

Diversos autores analisaram a eficiência com o uso da análise envoltória de dados (DEA). Dos trabalhos citados a seguir, aqueles com recorte geográfico brasileiro usaram dados de censos agropecuários de 2006 e anteriores. Alguns trabalhos foram reproduzidos também para outros países, o que mostra a relevância da metodologia.

Suzigan (2020) avaliou a eficiência e a sustentabilidade da atividade agropecuária brasileira por meio da DEA e dos censos agropecuários de 1995, 2006 e 2017. Os principais resultados indicaram que as atividades de larga escala e intensivas em tecnologia obtiveram ganhos de produtividade maiores, mas com alto custo ambiental.

Nunes et al. (2020) analisaram espacialmente a eficiência da agricultura familiar nos municípios paranaenses, via DEA, com base

em dados do Censo Agropecuário de 2006. Os resultados mostraram que a eficiência da agricultura familiar se localizou espacialmente no Noroeste, Norte Central e no litoral paranaenses. Os municípios menos eficientes e espacialmente correlacionados se concentraram no Centro-Sul, Sudoeste, Sudeste e parte do Oeste.

Bagchi et al. (2019) adotaram a DEA para calcular a eficiência técnica da produtividade total dos fatores de 19 regiões de Bangladesh entre 1987 e 2009. Concluíram que há grande desigualdade entre a produtividade e o desempenho da eficiência das regiões. Os autores indicaram políticas para mensurar e remover a má alocação de recursos, especialmente nas regiões mais ineficientes, e, assim, reduzir a desigualdade regional. Um caminho considerado óbvio pelos autores é investir em sistemas de extensão rural.

Toma et al. (2017) examinaram a eficiência agrícola na União Europeia (UE) por meio da DEA entre 1993 e 2013. Os resultados mostram que a maioria dos países foi ineficientes, com potencial para aumento da eficiência produtiva a partir da modificação do uso de insumos. Além disso, os países mais antigos da UE são mais eficientes em termos de economia de recursos e maximização da produção, por causa da aplicação da Política Agrícola Comum. Portanto, políticas públicas podem contribuir ativamente para melhoria da eficiência.

Carvalho et al. (2017) fizeram uma análise de eficiência da produção agropecuária para os municípios pertencentes ao Escritório de Desenvolvimento Rural de Andradina, em São Paulo, para dados do Censo Agropecuário de 2006, com o uso da DEA, e constataram que a maioria das unidades trabalha de maneira ineficiente. Os autores sugeriram que para melhorar o desempenho das outras unidades é necessário que sejam otimizadas as áreas com pastagens degradadas.

Barbosa & Sousa (2014) mensuraram, para os municípios cearenses, os escores de eficiência técnica e de escala do setor agropecuário, com o uso da DEA e de dados do Censo Agropecuário de 2006. Concluíram que, em média, os municípios podem reduzir os custos com insumos em 45% para retornos constantes e 35% para retornos variáveis, sem reduzir o valor da produção.

Brito (2013) mensurou a eficiência agropecuária dos municípios do Tocantins utilizando a DEA e dados dos censos agropecuários de 1995/1996 e 2006, comparativamente. O estudo concluiu que, em 1995/1996, 14,63% dos municípios eram eficientes – em 2006, o percentual caiu para 10,79%. Constatou também que a orientação técnica, o valor dos investimentos e o fato de a propriedade ser de agricultura familiar colaboram para a melhor eficiência técnica dos municípios. Com base nos resultados, são consideradas essenciais, para melhorar a eficiência do estado, políticas de acesso à terra, à orientação técnica e a investimentos.

Barbosa et al. (2013) adotaram a DEA para mensurar a eficiência da agropecuária nas microrregiões brasileiras, com dados do Censo Agropecuário de 2006. Os autores constataram baixa eficiência na maioria das microrregiões. Além disso, assistência técnica, crédito concedido, mão de obra familiar e adubação foram os fatores que mais explicaram as diferenças de eficiência entre as regiões.

Estudos recentes que contemplam o Paraná com o uso da DEA e de dados do Censo Agropecuário de 2017 são raros.

Metodologia

Desenvolvida em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes, a análise envoltória de dados (DEA) se tornou uma das técnicas mais utilizadas para o cálculo da eficiência, sendo empregada em diversas áreas (Nunes et al., 2020). A DEA foi adotada nesta pesquisa para mensurar a eficiência técnica da produção agropecuária dos estabelecimentos do Paraná, em 2017, divididos em classes de área.

O método usa uma abordagem de programação matemática não paramétrica que possibilita estimar a eficiência relativa entre um conjunto

de unidades tomadoras de decisão (DMU) mediante a construção de uma fronteira de eficiência (Nunes et al., 2020). O objetivo é comparar a eficiência de DMUs relativamente homogêneas, ou seja, que realizem atividades semelhantes, mas que diferem na intensidade, analisando os *inputs* ou insumos utilizados e os *outputs* ou produtos gerados (Fernandes, 2019). A DEA possibilita gerar um índice de desempenho único (escore de eficiência – E) para cada DMU a partir da razão ponderada dos insumos e produtos, estabelecendo então uma fronteira de máximo desempenho entre as DMUs analisadas. O índice varia de 0 a 1, e as DMUs que alcançarem 1 serão consideradas eficientes (Buss et al., 2020).

Os modelos DEA se dividem basicamente em duas categorias de acordo com seus retornos de escala. O modelo com retornos constantes de escala é conhecido como CCR – dos criadores Charles, Cooper e Rhodes. É indicado para avaliar modelos que operam numa escala constante de produção. Esse modelo indica que uma variação nos *inputs* produz mudança equiproporcional nos *outputs* e representa ainda a eficiência total (Fernandes, 2019).

O modelo com retornos variáveis de escala é conhecido como BCC, em alusão aos seus desenvolvedores – Banker, Charnes e Cooper. É indicado para estimar a eficiência técnica pura, eliminando a influência da ineficiência de escala, ou seja, o impacto que pode ter o porte das unidades, o que permite uma comparação direta entre unidades pequenas e grandes (Fernandes, 2019).

Tanto o modelo CCR quanto o BCC podem ser orientados a *outputs* ou *inputs*. O modelo orientado a *inputs* busca encontrar uma quantidade mínima de insumos necessária para a produção de certa quantidade fixa de produto. O modelo orientado a *outputs* busca o melhor uso de uma quantidade fixa de insumos, para que aumente a quantidade do produto (Brigatte et al., 2011).

Neste trabalho, como em Rocha (2017), foi estimado o modelo orientado a *inputs*, pois considera-se que a ineficiência está mais relacionada com a utilização de insumos, e o produtor tem mais controle do uso dos fatores de produção dentro de sua propriedade. Para isso, adotou-se o pacote "Benchmarking" desenvolvido por Bogetoft & Otto (2015) aplicado no *software* R.

A eficiência pode ser decomposta em eficiência técnica pura (que se refere à combinação de insumos para gerar os produtos) e em eficiência de escala. A eficiência de escala busca informar se o nível de produção precisa ser expandido para encontrar o nível em que os custos passam a ser decrescentes (Rocha, 2017).

Optou-se aqui por apresentar apenas escores de eficiência técnica pura (modelo BCC) e, com esse indicador, analisar se a ineficiência está no processo de transformação dos recursos em produtos. As informações sobre eficiência técnica podem ser usadas tanto pelos produtores na tomada de decisão para incrementar sua performance e alcançar o potencial máximo de eficiência quanto pelos órgãos governamentais para definir políticas públicas que incentivem o aumento da produtividade, a melhor gestão para redução de custos e o aumento da renda das fazendas (Rocha, 2017).

De acordo com Barbosa & Sousa (2014), quando se subtrai o valor do escore de eficiência (que varia de 0 a 1) de 1, que é o valor máximo possível da eficiência, encontra-se o percentual de redução dos insumos para que a DMU alcance a fronteira de eficiência.

Neste trabalho, as DMUs são as fazendas representativas dos municípios do Paraná. Com base em Helfand & Levine (2004) e Freitas (2014), as fazendas representativas foram obtidas pela divisão do valor total de determinada variável de cada classe de área de cada município pelo número total de estabelecimentos de cada classe de área de cada município. Assim, para cada classe de área de cada município, construiu-se uma fazenda representativa. A fazenda representativa reflete a média das informações de cada classe de área. Adotou-se tal procedi-

mento por não ter sido possível o acesso direto aos microdados do censo em tempo hábil.

Para cada classe de área foi estimado um modelo de eficiência, ou seja, cada fazenda representativa dos municípios de determinada classe de área foi comparada a outras fazendas representativas de outros municípios com a mesma classe de área. No censo, há informações de 18 classes de área. Para facilitar as análises e ampliar a variabilidade entre as classes, neste estudo algumas classes foram agrupadas, sendo consideradas nove no total: (0; 5 ha), [5 ha; 10 ha), [10 ha; 20 ha), [20 ha; 50 ha), [50 ha; 100 ha), [100 ha; 200 ha), [200 ha; 500 ha), [500 ha; 1.000 ha) e [1.000 ha; ∞).

Como o Paraná possui 399 municípios, cada classe de área deveria possuir 399 fazendas representativas, mas, para algumas classes, algumas fazendas foram retiradas da amostra em virtude de não existirem estabelecimentos com aquelas características ou por falta de informações.

Foi considerado como *output* (Y) o valor da produção das fazendas representativas (agricultura e pecuária). Os *inputs* considerados foram: área (ha) das fazendas (X1), exceto área destinada à reserva legal, simbolizando o insumo terra; equivalente-homem (X2) (homem ocupado nas fazendas recebeu o valor 1; mulher, o valor 0,6; e menores de 14 anos, 0,4), simbolizando o insumo trabalho; e valor das despesas (R$ mil) das fazendas (X3) e número de equipamentos existentes nas fazendas (X4), simbolizando o insumo capital. Todas as variáveis foram coletadas do Censo Agropecuário de 2017, disponibilizado pelo IBGE (2017), e escolhidas com base em diversos trabalhos sobre o tema, como Gomes et al. (2004), Helfand & Levine (2004), Freitas (2014) e Ferreira (2018).

Para mais clareza dos resultados, fez-se uma classificação do escore de eficiência, conforme a Tabela 1.

Análise e discussão dos resultados

A Tabela 2 mostra a estatística descritiva das variáveis utilizadas. Nota-se que à medida que cresce o tamanho das propriedades sobe também o uso dos insumos capital (X3, X4) e trabalho (X2), observado pela média para cada classe. Contudo, para algumas classes, são altos os desvios padrão, o que indica heterogeneidade entre seus municípios, aspecto apontado também por Carvalho (2020) para todos os estados. Nas classes de maiores áreas, encontram-se, em geral, os maiores desvios padrão. A variável X4, que corresponde ao número de máquinas e equipamentos da propriedade, e a variável de trabalho, X2, possuem os menores desvios padrão, ou seja, representam a maior homogeneidade dentro das classes. Já a produção (Y), as despesas (X3) e a própria área (X1) são relativamente heterogêneas nas classes.

Com esses dados e a análise do modelo DEA, chega-se aos escores de eficiência para cada município paranaense, retratado pelas fazendas representativas, e para cada classe de área. Se considerarmos o conjunto de todas as fazendas representativas, a eficiência técnica média do Paraná foi de 0,675. Esse resultado indica que, no geral, as fazendas poderiam reduzir em 32,5% os insumos utilizados e continuar com a mesma produção.

A Tabela 3 mostra a estatística descritiva dos escores encontrados. As fazendas ineficientes da classe [5 ha; 10 ha) têm condições de reduzir o uso de insumos, em média, em 23,6%;

Tabela 1. Classificação do escore de eficiência (E).

Denominação	Eficiente	Ineficiência baixa	Ineficiência média-baixa	Ineficiência média	Ineficiência média-alta	Ineficiência alta
Intervalo do escore	E = 1	0,8 ≤ E < 1	0,6 ≤ E < 0,8	0,4 ≤ E < 0,6	0,2 ≤ E < 0,4	0 ≤ E < 0,2

Fonte: adaptado de Brigatte et al. (2011) e Begnini & Tosta (2017).

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis por classe de área para o Paraná.

Classe de área (ha)	Variável	Y	X1	X2	X3	X4
(0; 5)	Média	29,11	2,14	1,71	17,33	0,11
	Desvio padrão	72,55	0,53	0,27	22,45	0,12
[5; 10)	Média	41,86	6,75	1,99	26,19	0,39
	Desvio padrão	35,06	0,61	0,48	25,10	0,32
[10; 20)	Média	69,12	12,72	2,13	39,38	0,69
	Desvio padrão	78,16	1,30	0,50	37,41	0,48
[20; 50)	Média	156,50	27,29	2,49	88,61	1,35
	Desvio padrão	689,65	2,82	0,81	174,75	0,80
[50; 100)	Média	245,75	61,73	2,93	167,47	2,31
	Desvio padrão	182,63	6,46	0,98	161,86	1,21
[100; 200)	Média	442,65	122,39	3,52	314,00	3,16
	Desvio padrão	282,63	12,81	1,44	282,85	1,57
[200; 500)	Média	894,09	262,99	4,31	635,19	4,49
	Desvio padrão	838,51	32,12	2,27	657,39	2,28
[500; 1.000)	Média	1.784,76	576,62	6,49	1.250,21	6,00
	Desvio padrão	1.168,85	104,52	4,43	1.228,50	3,26
[1.000; ∞)	Média	3.078,81	1.067,10	12,12	2.755,32	5,75
	Desvio padrão	2.537,94	522,48	16,26	3.416,34	4,35

Tabela 3. Estatística descritiva dos escores de eficiência técnica das fazendas representativas, por classes de área.

Classe de área (ha)	Número de fazendas representativas	Média	Acima da média	Abaixo da média	Mediana	Mínimo	Desvio padrão
(0; 5)	395	0,643	169	236	0,621	0,372	0,126
[5; 10)	396	0,764	192	204	0,760	0,491	0,097
[10; 20)	397	0,632	144	257	0,600	0,440	0,118
[20; 50)	394	0,708	158	236	0,688	0,434	0,110
[50; 100)	390	0,686	185	205	0,682	0,432	0,098
[100; 200)	382	0,736	158	224	0,722	0,497	0,106
[200; 500)	364	0,614	130	234	0,579	0,368	0,141
[500; 1.000)	214	0,560	75	139	0,506	0,271	0,193
[1.000; ∞)	90	0,652	41	49	0,598	0,156	0,262

para a classe [500 ha; 1.000 ha), a redução seria de 43,6%. Barbosa & Sousa (2014), para o Ceará, encontraram valores entre 35% e 45%, próximos, portanto, dos obtidos aqui.

A maioria das fazendas exibirem escore de eficiência técnica menor do que a média, o que significa que algumas puxaram o escore médio para baixo, refletindo as diferenças entre

os municípios dentro das classes. Carvalho et al. (2017) constataram, para alguns municípios de São Paulo, que a maioria deles foi ineficiente, questão comumente encontrada em trabalhos que adotam a metodologia em questão.

A menor média do escore pertence à classe [500; 1.000). A maior, à [5; 10), que obteve também o menor desvio padrão, ou seja, maior homogeneidade. O valor máximo não foi apresentado, pois existem fazendas eficientes em todas as classes.

A Tabela 4 mostra o número total e o percentual de fazendas representativas de cada classe de acordo com o escore. Predominam no Paraná fazendas de ineficiência média baixa e ineficiência média. Observa-se também que as maiores faixas de área, a partir de 200 ha, possuem pelo menos 50% dos municípios que compõem aquela classe com ineficiência média, média-alta ou alta. Isso está de acordo com Silva & Lorenzo (2020), que dizem que propriedades muito grandes possuem partes improdutivas, o que gera ineficiência.

Das fazendas consideradas eficientes, 42 são da mesorregião Metropolitana de Curitiba, 26 do Noroeste, 20 do Norte Central, 13 do Norte Pioneiro, 11 do Centro Oriental, dez do Centro-Sul, nove do Sudoeste, oito do Oeste, cinco do Centro Ocidental e cinco do Sudeste.

As fazendas representativas que mais vezes apareceram entre as fazendas eficientes foram as dos municípios seguintes: Tunas do Paraná e Adrianópolis (Metropolitana de Curitiba) e Carambeí (Centro Oriental), para seis classes; Doutor Ulysses (Metropolitana de Curitiba), para cinco classes; Laranjal (Centro-Sul) e Guaraqueçaba (Metropolitana de Curitiba), para quatro classes; e Douradina e Alto Paraíso (Noroeste), para três classes. Nunes et al. (2020) concluíram que as regiões mais eficientes do Paraná foram o Noroeste, o Norte Central e o litoral, o que está de acordo, em parte, com os

Tabela 4. Número e percentual de fazendas representativas, por classe de área, conforme o escore de eficiência técnica.

Classe de área (ha)	Eficiente	Ineficiência baixa	Ineficiência média-baixa	Ineficiência média	Ineficiência média-alta	Ineficiência alta
(0; 5)	15 (3,80%)	27 (6,84%)	185 (46,84%)	166 (42,03%)	2 (0,51%)	0
[5; 10)	14 (3,54%)	112 (28,28%)	256 (64,65%)	14 (3,54%)	0	0
[10; 20)	12 (3,02%)	29 (7,30%)	159 (40,05%)	197 (49,62%)	0	0
[20; 50)	11 (2,79%)	69 (17,51%)	263 (66,75%)	51 (12,94%)	0	0
[50; 100)	13 (3,33%)	21 (5,38%)	297 (76,15%)	59 (15,13%)	0	0
[100; 200)	23 (6,02%)	48 (12,57%)	285 (74,61%)	26 (6,81%)	0	0
[200; 500)	20 (5,49%)	21 (5,77%)	106 (29,12%)	213 (58,52%)	4 (1,10%)	0
[500; 1.000)	18 (8,41%)	13 (6,07%)	32 (14,95%)	107 (50,00%)	44 (20,56%)	0
[1.000; ∞)	23 (25,56%)	6 (6,67%)	15 (16,67%)	27 (30,00%)	17 (18,89%)	2 (2,22%)

Nota: considerou-se o percentual indicado entre parêntese em relação ao total de cada faixa de área.

resultados encontrados aqui. Com relação às divergências, destaca-se a diferença metodológica, que procurou analisar só a agricultura familiar.

Conforme a Tabela 4, para a classe [5 ha; 10 ha), foram considerados eficientes 14 municípios, a maioria (seis) localizada na mesorregião Metropolitana de Curitiba. No mapa dessa classe, comparado com os das demais, há predominância das cores mais escuras, e isso indica que, em geral, o estado é mais eficiente para essa classe.

Para a classe [500 ha; 1.000 ha), só não houve municípios eficientes na região Centro Ocidental. Reitera-se que nessa classe muitos municípios (185) não possuíam propriedades com tal perfil, ou faltavam dados – é uma faixa mais heterogênea do que as demais.

A classe [1.000 ha; ∞) também possui grandes heterogeneidades. Carvalho (2020) destaca isso como uma característica brasileira para a agropecuária. Conforme a Figura 3, as mesorregiões Sudoeste e Oeste são mais homogêneas para praticamente todas as classes.

A Tabela 5 mostra os valores médios do escore de eficiência técnica por classe de área e por mesorregião.

A Figura 3 é um mapa com os escores de eficiência das fazendas representativas por faixas de área e mesorregião para os municípios paranaenses.

Cruzando as informações da eficiência por mesorregião, como na Figura 3, com variáveis de explicação das causas da eficiência/ineficiência, como as utilizadas em Helfand & Levine (2004), Barbosa et al. (2013), Brito (2013) e Bagchi et al. (2019), nota-se que o Sudoeste possui a maior produtividade da terra (produção por área) na média entre as classes de área. Ele é também a região que possui a maior proporção de propriedades em que o dirigente reside no estabelecimento. Na média entre os municípios da mesorregião, 94% das propriedades possuem energia elétrica, o maior percentual entre as mesorregiões paranaenses. Pela Figura 3, o Sudoeste é relativamente homogêneo com relação à eficiência, principalmente até 200 ha. Além disso, a maior parte dos municípios não possui propriedades com mais de 500 ha.

É característica dessa mesorregião a predominância da agricultura familiar, com pequenas propriedades e produção leiteira e de aves. A colonização foi um fato marcante para a consolidação da agricultura familiar na região, com distribuição de propriedades com áreas pequenas e homogêneas entre os colonos. Um fator que contribuiu para a manutenção dessa

Tabela 5. Média da eficiência técnica das fazendas representativas do Paraná por classe de área e por mesorregião.

Classe de área (ha)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(0; 5)	0,706	0,663	0,644	0,653	0,634	0,608	0,602	**0,762**	0,555	0,639
[5; 10)	0,770	0,782	0,756	0,740	**0,824**	0,781	0,762	0,775	0,714	0,765
[10; 20)	0,637	0,595	0,608	0,612	**0,752**	0,618	0,606	0,671	0,618	0,705
[20; 50)	0,721	0,707	0,673	0,684	0,753	0,681	0,704	**0,775**	0,723	0,760
[50; 100)	0,651	0,668	0,650	0,658	0,733	0,692	0,703	0,739	0,730	**0,775**
[100; 200)	0,710	0,727	0,719	0,717	0,765	**0,785**	0,744	0,730	0,759	0,756
[200; 500)	0,588	0,585	0,580	0,638	0,567	0,595	0,689	0,593	0,620	**0,765**
[500; 1.000)	0,558	0,487	0,520	0,520	0,543	0,534	0,815	0,528	0,598	**0,829**
[1.000; ∞)	0,530	0,632	0,655	0,654	0,734	0,715	**1.000**	0,720	0,610	0,761

Notas: 1 – Noroeste; 2 – Centro Ocidental; 3 – Norte Central; 4 – Norte Pioneiro; 5 – Centro Oriental; 6 – Oeste; 7 – Sudoeste; 8 – Centro-Sul; 9 – Sudeste; 10 – Metropolitana de Curitiba; valor em negrito – maior média de cada classe; vermelho – menor média por classe; azul – maior média de cada mesorregião; sublinhado – menor média de cada mesorregião.

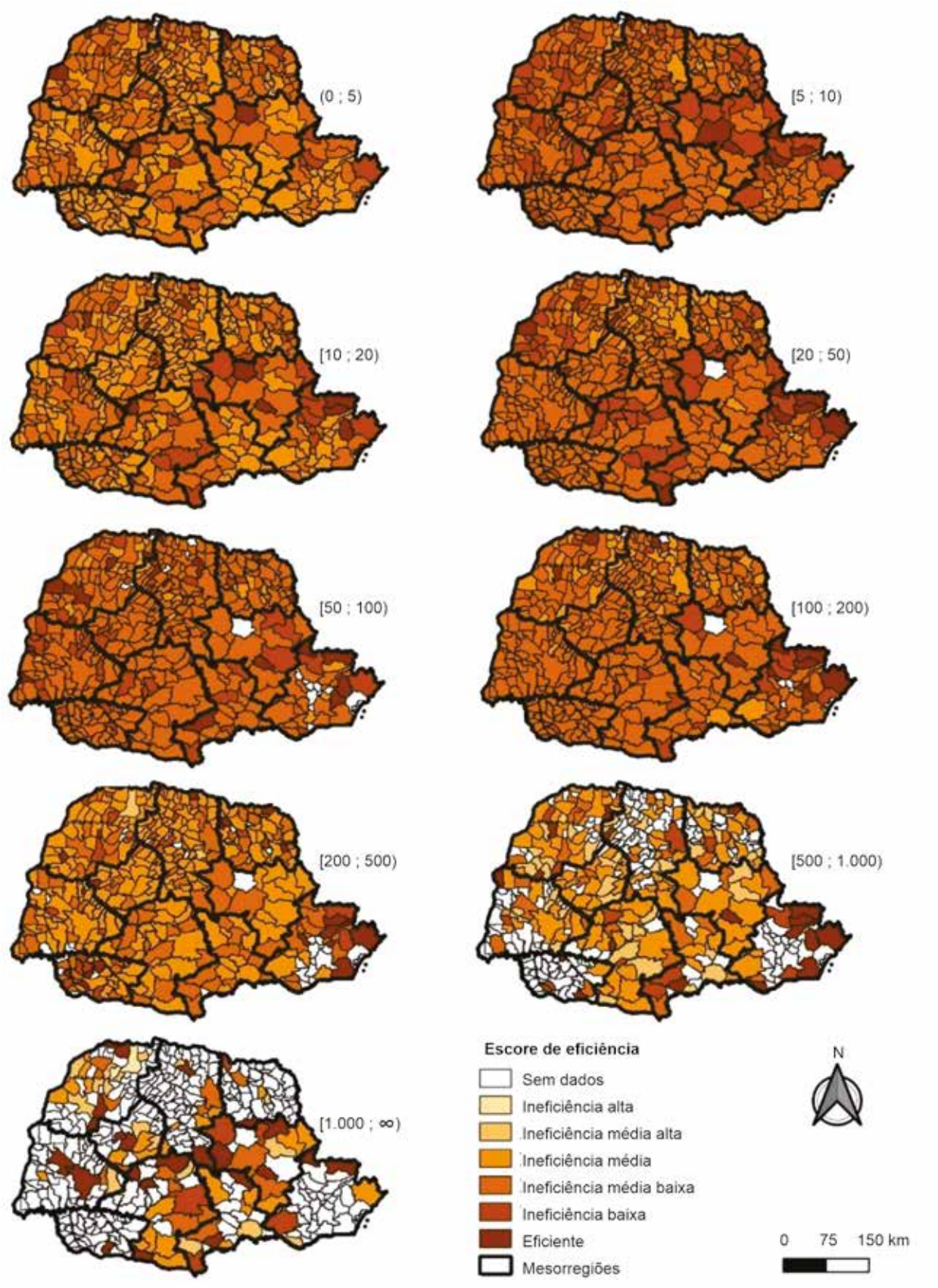


Figura 3. Escores de eficiência por faixa de área (ha) e mesorregião do Paraná.

característica é o relevo acidentado, que impossibilita a mecanização em larga escala (Vedana & Moraes, 2018).

Já o Noroeste tem a menor proporção, na média dos municípios, de estabelecimentos em que o dirigente reside na propriedade e a menor proporção de estabelecimentos que possuem energia elétrica, com 80% (a média do estado foi de aproximadamente 88%). Em relação à variável produção por área, essa mesorregião ficou entre as três menores, enquanto a área por trabalhador foi a maior entre as mesorregiões. Mas foi nela que os produtores, em média, detinham os maiores níveis de escolarização do estado – 41% possuem pelo menos o ensino médio completo (a média do Paraná é de cerca de 33%).

O Centro Ocidental se destaca com a maior proporção de estabelecimentos que possuem associação em cooperativas ou outros similares, bem como a maior proporção de estabelecimentos que recebem orientação técnica e que obtiveram financiamentos. Possui também a menor área por trabalhador do estado. Em contraponto, essa região detém a maior proporção de estabelecimentos que usam agrotóxicos e está entre as de menor produção por área.

Essa região tem como característica atividades produtivas ligadas ao processamento de carne bovina e de frango, além da produção de soja, milho e cana-de-açúcar. A produção vegetal destacada é possibilitada pela topografia, que permite fácil mecanização, além de condições climáticas e de solo propícias. As cooperativas se destacam também pela integração produtiva que realizam na cadeia, articulando a produção territorialmente, além de terem contribuído para a passagem do modelo tradicional para a modernização tecnológica. Elas fornecem também orientação técnica para os produtores, o que explica a maior proporção de estabelecimentos com tal serviço. Esse tipo de produção especializada tem elevado índice de utilização de capital (Colavite et al., 2018), o que justifica também os maiores financiamentos nessa região.

A mesorregião Metropolitana de Curitiba registrou a menor proporção de estabelecimentos que recebem orientação técnica e que são associados em cooperativas, bem como a menor proporção dos que obtiveram financiamentos. Também é a região em que o produtor possui, na média dos municípios, a menor taxa de escolarização do ensino médio ou mais, cerca de 26% – a média do Paraná é de 33% – e onde há uma das menores produções por área, abaixo da média do estado.

Conforme Nunes et al. (2020), a Metropolitana de Curitiba exibe um dos maiores percentuais de estabelecimentos da agricultura familiar, com distintos padrões de ocupação. No entorno de Curitiba, predomina a produção de alimentos que abastece a capital, o que favorece a agricultura em pequena escala. No Vale do Ribeira, o relevo acidentado desfavorece a mecanização e, por esse motivo, há forte presença de culturas permanentes. As áreas litorâneas praticam a agricultura de subsistência e produção de frutas, como banana, laranja e uva, com exceção do litoral sul, que pratica agricultura voltada para o mercado.

O Vale do Ribeira paranaense é composto por sete municípios, entre eles, Adrianópolis, Doutor Ulysses e Tunas do Paraná, para os quais várias classes de áreas foram as mais eficientes. Uma das justificativas pode ser a diversificação induzida pelo relevo acidentado, que desfavorece a mecanização, além de sua localização, próxima a áreas de escoamento da produção, o que inibe perdas produtivas por falta de armazenagem. Os investimentos em infraestrutura logística próximo à capital e ao Porto de Paranaguá determinaram mudanças positivas para os municípios da região (Moura & Firkowski, 2009).

O Noroeste e o Centro Ocidental estão entre as três de menores produtividades da terra e entre as três de menores eficiências médias estimadas – o Sudoeste é o segundo mais eficiente e de maior produtividade da terra. Como a produtividade sustentada contribui para a redução da expansão agropecuária para novas áreas, ou seja, a produtividade é poupadora do insumo

terra, ações governamentais poderiam propiciar o aumento da produtividade nessas regiões.

Como visto, a mesorregião Metropolitana de Curitiba exibiu a maior média de eficiência, mas uma das menores produtividades da terra. Isso possivelmente está atrelado ao fato de que menos insumos são empregados nos estabelecimentos – e se produz mais, proporcionalmente. Reitera-se que a estimativa da eficiência por meio da DEA leva em consideração uma comparação entre as produções dos 399 municípios (e por classes de área) feitas com base em determinada quantidade de insumos (foram consideradas variáveis relacionadas com a terra, o trabalho e o capital). Por exemplo, foram utilizados dados referentes ao número de equipamentos, como colheitadeiras, plantadeiras, tratores e adubadeiras, e, como colocam Nunes et al. (2020), parte dessa mesorregião possui relevo que não favorece o uso de maquinário.

É inequívoco que há heterogeneidade entre as classes de área, entre as mesorregiões e dentro das próprias mesorregiões. Para Carvalho (2020), a diversidade é característica da agropecuária nacional. Em geral, cada município possui sua dinâmica e evolução, e a estrutura governamental local proporciona acesso à melhoria dos processos produtivos.

Brito (2013), Toma et al. (2017) e Bagchi et al. (2019) apontam variáveis que potencializam a melhoria da eficiência, como a inserção de orientação técnica e o investimento e, por conseguinte, a ampliação das políticas públicas que garantam acesso a essas variáveis.

Para Brito (2013), a orientação técnica e a política de crédito para investimentos são fatores fundamentais para a eficiência das propriedades. Toma et al. (2017) compreendem que o governo precisa ser um ator ativo na melhoria da eficiência agropecuária e, assim, destacam que órgãos governamentais devem atuar nesse cenário, destinando recursos por intermédio de políticas para o crescimento da produtividade.

As informações sobre eficiência técnica, como as analisadas nesta pesquisa, podem embasar ações do governo para incentivar o aumento da produtividade, o que é proposto também por Rocha (2017), de modo que seja possível melhorar a gestão dos recursos e a redução dos custos. Difundir essas características e reduzir as heterogeneidades com relação ao acesso às políticas públicas podem promover o uso eficiente dos recursos produtivos e o aumento da produtividade. Os resultados mostram que a heterogeneidade causa desequilíbrios que afetam a eficiência intrarregional e que podem influenciar negativamente o desenvolvimento territorial. Esses são fatores essenciais para uma agenda governamental de políticas públicas multidisciplinares que atendam às especificidades de cada local e que, paralelamente, contribuam para melhorar aspectos ligados ao acesso e à distribuição proporcional de recursos entre regiões, municípios e propriedades.

Considerações finais

O objetivo desta pesquisa foi mensurar a eficiência técnica dos municípios paranaenses, com base em fazendas representativas, por classe de área, de modo que fosse possível observar as diferenças entre municípios e mesorregiões. O escore de eficiência técnica encontrado reflete a eficiência relativa, ou seja, uma comparação entre as fazendas representativas dos municípios do Paraná. Para todas as classes de área, foram encontradas fazendas eficientes e ineficientes, muitas com escore abaixo da média. Os dados revelam que as fazendas têm potencial para reduzir os insumos empregados e permanecer com a mesma produção.

O número de municípios eficientes variou de 11, para a classe [20 ha; 50 ha), até 23, para as classes [100 ha; 200 ha) e [1.000 ha; ∞). Predominam no Paraná fazendas representativas de ineficiências média-baixa e média. Observou-se também que as maiores faixas de área, a partir de 200 ha, possuem pelo menos 50% dos municípios dentro de cada uma com ineficiência média, média-alta ou alta, o que pode indicar

que propriedades muito grandes não são exploradas em sua totalidade.

As fazendas ineficientes têm condições de reduzir o uso dos insumos, e manter a mesma produção, em valores que vão de 23,6% para a classe [5 ha; 10 ha) até 43,6% para a classe [500 ha; 1.000 ha).

As mesorregiões que se destacaram na análise da eficiência com as maiores médias foram a Metropolitana de Curitiba, o Centro-Sul e o Centro Oriental. O Noroeste se destacou em algumas classes de área, e o Sudoeste e o Oeste se apresentaram como as mais homogêneas para praticamente todas as classes.

As maiores médias do escore de eficiência pertecem à classe [5 ha; 10 ha) e as menores, à [500 ha; 1.000 ha). Apesar de não haver relação direta, esse resultado pode indicar que estabelecimentos menores tendem a ser mais eficientes. A homogeneidade dessa classe de área, e das menores em geral, facilita a aplicação de políticas públicas. Esse dado reflete também a atenção que precisa ser dada aos pequenos proprietários com medidas que os estimulem a continuarem na atividade.

Já as fazendas de áreas maiores são mais heterogêneas entre os municípios e mesorregiões, umas muito eficientes e outras com alta ineficiência, e esse pode ser um indicativo de má alocação de recursos e uso ineficiente da terra pelos grandes proprietários, o que careceria também da ação de políticas públicas. Essa suposição, entretanto, requer uma análise mais aprofundada, mas essas políticas poderiam versar sobre mudanças das regras do imposto rural, para incentivar a produção e a produtividade e desestimular o uso da terra apenas para a valorização fundiária, que em muitos casos não contribui para a geração de emprego e renda no meio rural nem para a preservação ambiental.

Referências

BACCHI, M.R.P. **Reflexões sobre medidas de produtividade e alguns resultados para a agropecuária brasileira**. Piracicaba: Cepea, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/reflexoes-sobre-medidas-de-produtividade-e-alguns-resultados-para-a-agropecuaria-brasileira.aspx>. Acesso em: 1 out. 2020.

BAGCHI, M.; RAHMAN, S.; SHUNBO, Y. Growth in agricultural productivity and its components in Bangladeshi Regions (1987-2009): an application of bootstrapped Data Envelopment Analysis (DEA). **Economies**, v.7, art.37, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/economies7020037.

BARBOSA, W. de F.; SOUSA, E.P. de. Eficiência técnica e de escala da agropecuária no estado do Ceará. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, n.17, p.153-185, 2014. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/view/2040>. Acesso em: 21 set. 2021.

BARBOSA, W. de F.; SOUSA, E.P. de; AMORIM, A.L.; 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.

BEGNINI, S.; TOSTA, H.T. A eficiência dos gastos publicos com a educação fundamental no Brasil: uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA). **Revista Economia & Gestão**, v.17, p.43-59, 2017. DOI: https://doi.org/10.5752/P.1984-6606.2017v17n46p43.

BOGETOFT, P.; OTTO, L. **Benchmarking with DEA and SFA**. R package version 0.26. [S.l.: s.n.], 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**: VBP - Dezembro/2020 - Regional por UF. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em: 21 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**: VBP - 2021 - Regional por UF: VBP Regional - Agosto/2021. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em: 31 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)**: VBP - 2021 - Principais Produtos Agropecuários – Brasil: VBP Brasil- Dezembro/2021. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em: 31 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **ComexVis**. 2020b. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em: 3 nov. 2020.

BRASIL. **PIB do setor agropecuário cresce 1,3% em 2019**. 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2020/03/pib-do-setor-agropecuario-cresce-1-3-em-2019#:~:text=O%20Instituto%20Brasileiro%20de%20Geografia,%2C%20totalizando%20R%24%20322%20bilh%C3%B5es>. Acesso em: 21 nov. 2020.

BRIGATTE, H.; GOMES, M.F.M.; SANTOS, M.L. dos; COSTA, A.A. Análise de eficiência relativa das distribuidoras de energia elétrica brasileiras das regiões Sudeste/Nordeste. **Pesquisa & Debate**, v.22, p.1-24, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/7387>. Acesso em: 21 set. 2021.

BRITO, R.N.C. de. **Eficiência técnica e produtividade da agropecuária tocantinense utilizando a análise envoltória de dados (DEA)**. 2013. 271p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade Alves Faria, Goiânia.

BUSS, R.E.; SABBAG, O.J.; MENDIETA, F.H.P. Eficiência da produção leiteira na microrregião de Dourados/MS: aplicação da análise envoltória de dados. **Exacta**, v.18, p.649-667, 2020. DOI: https://doi.org/10.5585/exactaep.v18n3.12360.

CARVALHO, B. do N. **A importância dos fluxos comerciais interregionais do setor agropecuário para os Estados brasileiros**. 2020. 93p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba.

CARVALHO, J.B. de; PANOSSO, A.R.; SABBAG, O.J.; TARSITANO, M.A.A. Desempenho da produção agropecuária dos municípios pertencentes ao Escritório de Desenvolvimento Rural de Andradina, SP, Brasil. **Revista Interações**, v.18, p.171-184, 2017. DOI: https://doi.org/10.20435/inter.v18i2.1432.

COLAVITE, A.; MASSOQUIM, N.; GONÇALVES, M. Paisagem e produção agrícola regional: uma análise a partir de mapas temáticos da Mesorregião Centro Ocidental Paranaense, Sul do Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, n.14, p.135-158, 2018. DOI: https://doi.org/10.17127/got/2018.14.005.

FERNANDES, A.N. **Avaliação da eficiência carbono-energética de aeroportos brasileiros com aplicação de análise por envoltória de dados (DEA)**. 2019. 161p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

FERREIRA, A.A. de S. **A relação entre o tamanho das propriedades agrícolas e a produtividade no Brasil**: uma análise não paramétrica. 93p. 2018. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREITAS, C.L. de; KONZEN, O.G. Estrutura fundiária do Rio Grande do Sul: origens e mudanças. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.21, p.399-427, 1983. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/5ea9707b0e88251f50bd4787/pdf/resr-21-3-399.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

FREITAS, C.O. de. **Tamanho dos estabelecimentos e eficiência técnica na agropecuária brasileira**. 2014. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GOMES, E.G.; MANGABEIRA, J.A. de C.; MELLO, J.C.B.S. de. Eficiência técnica dos agricultores de Holambra. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Sober, 2004.

HELFAND, S.M.; LEVINE, E.S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West. **Agricultural Economics**, v.31, p.241-249, 2004. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2004.tb00261.x.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 1 out. 2020.

LIMA, J.R.B. de. **Produção agrícola pernambucana frente à pandemia de covid-19**: impactos e iniciativas na agricultura familiar. 2021. 116p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LOBÃO, M.S.P.; CORRÊA, A. de S.; WENNINGKAMP, K.R.; SHIKIDA, P.F.A.; ALENCAR, J.J. de. Modernização agrícola do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, ano25, p.21-35, 2016. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1153/pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

MACHADO, G.C.; BACHA, C.J.C.; JOHNSTON, F.L. Revisão sistemática dos trabalhos que calculam a PTF da agropecuária brasileira. **Revista de Política Agrícola**, ano29, p.82-93, 2020. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1488/pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

MARCELINO, J.A.; SVERZUTI, A.R. de O.; TRIZOLIO, B.L.G. da S. Agronegócio brasileiro e o comportamento do setor em meio às crises econômicas e os impactos sofridos pela pandemia da covid-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v.3, p.127-138, 2020. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.4019854.

MARTHA JUNIOR, G.B. Uma agropecuária forte amortece os impactos da Covid-19. **Revista de Política Agrícola**, ano29, p.140-143, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215297/1/Uma-agropecuaria-forte.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

MOURA, R.; FIRKOWSKI, O.L.C. de F. (Org.). **Dinâmicas intrametropolitanas e produção do espaço na Região**

Metropolitana de Curitiba. Curitiba: Letra Capital Editora, 2009. 385p.

NUNES, P.A.; MORAES, M.L. de; ROSSONI, R.A. Eficiência da agricultura familiar nos municípios paranaenses. **Revista Economia Ensaios**, v.34, p.133-157, 2020. DOI: https://doi.org/10.14393/REE-v34n2a2020-45369.

PARANÁ. **Paraná é o 5º Estado com a maior população do País**. 2020. Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=108535&tit=Parana-e-o-5o-Estado-com-a-maior-populacao-do-Pais>. Acesso em: 3 out. 2020.

REGINATO, V.G.; CUNHA, M.S. da; VASCONCELOS, M.R. Crédito rural e nível de atividade da agropecuária brasileira: uma análise de causalidade em painel. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.17, p.442-461, 2019. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v17i3.7884.

RICHTER, H.V.; KONSEN, O.G. Oferta agrícola e fatores explicativos da renda em pequenos e grandes estabelecimentos rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.17, p.5-24, 1979.

ROCHA, Á.G.F. **Eficiência técnica e de escala em diferentes sistemas familiares de produção de leite da microrregião de Uberlândia (MG)**. 2017. 45p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SILVA, R.P.; LORENZO, H.C. de. Questão agrária: uma discussão necessária. **Revista NERA**, v.23, p.21-37, 2020. DOI: https://doi.org/10.47946/rnera.v0i55.6540.

STADUTO, J.A.R.; KRETER, A.C. A questão agrária e o mercado de trabalho rural no Brasil. **Informe Gepec**, v.18, p.177-192, 2014. DOI: https://doi.org/10.48075/igepec.v18i1.9283.

STURM, A.E.; FANDIÑO, J.M.M.; ADAMS, R.I. Modernização e práticas de conservação do solo em pequenas e médias propriedades rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.26, p.307-316, 1988. Disponível em: <http://www.resr.periodikos.com.br/article/5da51b010e8825f721ba68e2/pdf/resr-26-3-307.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.

SUZIGAN, L.H. **Ecoeficiência agropecuária nos municípios brasileiros**. 2020. 128p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

TOMA, P.; MIGLIETTA, P.P.; ZURLINI, G.; VALENTE, D.; PETROSILLO, I. A non-parametric bootstrap-data envelopment analysis approach for environmental policy planning and management of agricultural efficiency in UE countries. **Ecological Indicators**, v.83, p.132-143, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.049.

VEDANA, R.; MORAES, M.L. de. Agricultura familiar na região sudoeste do Paraná: caracterização a partir dos dados do censo agropecuário de 2006. **Brazilian Journal of Development**, v.4, p.2408-2432, 2018. Ed. Especial. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/261/221>. Acesso em: 21 set. 2021.

Gestão e sucessão familiar na atividade leiteira e apontamentos para políticas públicas[1]

Claudia Maria Prudêncio de Mera[2]
Larissa Souza Zambiasi[3]
Lucas Carvalho Siqueira[4]
Domingos Benedetti Rodrigues[5]

Resumo – Compartilhar a gestão de uma propriedade familiar rural e ter uma boa convivência entre pais e filhos são fatores que contribuem para a sucessão e a continuidade das famílias na unidade produtiva. O objetivo desta pesquisa foi analisar a relação entre as diferentes gerações quanto à gestão e à sucessão familiar na atividade leiteira, destacando a tomada de decisões, a remuneração e as políticas públicas como fomento à permanência do herdeiro sucessor na atividade. A metodologia usa uma pesquisa exploratória, bibliográfica e descritiva, com coleta de dados qualitativos e quantitativos, e adota-se o método de pesquisa dedutivo. Participaram da pesquisa 82 jovens filhos de produtores de leite, em 35 municípios do Rio Grande do Sul. Quanto à gestão das propriedades, o estudo mostrou que algumas famílias já têm compartilhado as tomadas de decisões com os filhos, embora os jovens tenham dificuldades em propor mudanças e investimentos. Percebe-se que ainda há muitos conflitos e divergências de opiniões entre as gerações familiares na atividade leiteira. Em contrapartida, há exemplos em que prevalecem o equilíbrio e o compartilhamento da gestão da propriedade rural, o que favorece a sucessão familiar e a permanência dos herdeiros na atividade.

Palavras-chave: incentivo governamental, pais, sucessores.

Management and family succession in the dairy activity and directions for public policies

Abstract – Sharing the management of a family farming property and having a good relationship between parents and children are factors that contribute to the succession and continuity of families in the productive unit. The present research aimed to analyze the relationships between the different generations for the management and family succession in the dairy activity, highlighting the decision-

[1] Original recebido em 26/10/2021 e aprovado em 16/5/2022.

[2] Doutora em Desenvolvimento Rural. E-mail: cmera@unicruz.edu.br

[3] Mestre em Desenvolvimento Rural, professora do Programa Jovem Aprendiz. E-mail: larissasouzazambiasi@gmail.com

[4] Doutor em Medicina Veterinária. E-mail: dvmlucas@gmail.com

[5] Doutor em Educação nas Ciências. E-mail: domingos@unicruz.edu.br

making, remuneration, and public policies as a way of promoting the permanence of the successor in this activity. As methodology, we used an exploratory, bibliographic, and descriptive research, with the collection of qualitative and quantitative data, and we adopted the deductive research method. Young children of milk producers (82) participated in the research, in 35 municipalities of Rio Grande do Sul state, Brazil. As to property management, the study showed that some families have already shared decision-makings with their children, although young people have difficulty in proposing changes and investments. It can be noticed that there are still many conflicts and divergences of opinions among the family generations in the dairy activity; however, there are examples in which the balance and sharing prevails in the rural property management, favoring the family succession and the permanence of the heirs in the dairy activity.

Keywords: government incentive, parents, successors.

Introdução

A sucessão nas empresas familiares rurais é um tema recorrente e interessa sobretudo àqueles que se preocupam com a continuidade da família na atividade rural. Foram abordados aqui temas que são cruciais para a boa convivência familiar entre pais e filhos e para a continuidade do empreendimento familiar rural. Trata-se da gestão das atividades nas propriedades familiares rurais, que conta com a presença de pais e filhos com formações e experiências de vida diferentes, o que, por vezes, faz surgir ideias discordantes para um mesmo processo. Cria-se, portanto, um cenário propício para a geração de conflitos familiares, que podem prejudicar e influenciar negativamente a sucessão das atividades no meio rural.

Na rotina da propriedade familiar, a gestão, a sucessão e a tomada de decisão são fatores que devem ser compartilhados com os membros da família, já que é necessário o trabalho em conjunto, em que todos precisam contribuir da mesma forma, propondo novos investimentos e mudanças futuras para melhor desenvolvimento do negócio.

Contudo, essa relação com os pais e a abertura para participar e opinar na gestão nem sempre acontece com naturalidade. Em muitos casos, todo esse processo está sobre a responsabilidade de apenas uma pessoa, que é representada pela figura do pai, detentor do controle dos negócios. Além disso, outro fator importante é a remuneração dos integrantes da família, que contribuem com o trabalho diário na propriedade familiar, mas, nem sempre, possuem retorno financeiro condizente com sua atividade.

Diante dessas questões, este estudo evidencia a relação entre as diferentes gerações na gestão e sucessão da atividade leiteira, de modo mais específico na tomada de decisões, na remuneração salarial e nas políticas públicas como fomento à permanência do herdeiro sucessor na atividade.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, por investigar o ambiente de estudo – propriedade familiar rural –, que, segundo Köche (2013), é um processo de investigação que identifica a natureza do fenômeno e aponta as características essenciais das variáveis que se quer estudar, ou seja, descreve ou caracteriza a natureza dessas variáveis.

Também está caracterizada como pesquisa descritiva. De acordo com Köche (2013), esse tipo de pesquisa estuda as relações entre duas ou mais variáveis, constata e avalia essas relações à medida que essas variáveis se manifestam espontaneamente em fatos, situações e nas condições que já existem. As pesquisas descritivas, segundo Gil (2002), têm como objetivo primordial a descrição das características mais significativas e estão baseadas no uso de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Quanto à abordagem, esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa e qualitativa. Para Hernández Sampieri et al. (2013), a pesquisa quantitativa está baseada na medição numérica e estatística para estabelecer padrões e comprovar teorias. Já a qualitativa usa a coleta de dados sem medição numérica para descobrir ou aprimorar perguntas de pesquisa no processo de interpretação. Quanto ao método de pesquisa, foi adotado o indutivo. Segundo Markoni & Lakatos (2022 p.41),

> Indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas.

A pesquisa foi realizada de forma *on-line*, em período de isolamento social decorrente da Pandemia de Covid-19, com abordagens via redes sociais, como Facebook, Instagram e WhatsApp, e por meio de vídeos explicativos. Assim, entrou-se em contato com jovens que se enquadraram nas delimitações da pesquisa: solteiros e residentes na propriedade dos pais. Houve também contatos decorrentes da indicação de outros jovens. As perguntas foram enviadas em documento Word.

Para a coleta de dados, foi utilizado um formulário estruturado, com perguntas abertas e fechadas, de 5/5/2020 a 25/8/2020. Fizeram parte da pesquisa 82 jovens produtores rurais, com idade entre 15 e 30 anos, solteiros, residentes nas unidades de produção rural juntamente com a família, de 35 municípios do Rio Grande do Sul: Rondinha (17), Sarandi (9), Pontão (8), Coqueiros do Sul (7), Santa Rosa (3), Constantina (3), Planalto (3), Victor Graeff (2), Taquaruçu do Sul (2), Novo Xingu (2), Não-Me-Toque (2), Nova Palma (1), Segredo (1), Vista Alegre (1), Teutônia (1), Almirante Tamandaré do Sul (1), Rodeio Bonito (1), Ijuí (1), Ronda Alta (1), Colorado (1), Cerro Largo (1), Marau (1), Santo Cristo (1), Soledade (1), Dois Irmãos das Missões (1), Esperança do Sul (1), Engenho Velho (1), Rio dos Índios (1), Tenente Portela (1), Três Palmeiras (1), Santa Bárbara do Sul (1), Nova Boa Vista (1), Quinze de Novembro (1), Palmitinho (1) e Três Passos (1).

Portanto, os indivíduos entrevistados foram aqueles localizados pelo pesquisador e, por isso, a amostra não atinge os requisitos de amostra probabilística. Assim, a sua representatividade em relação à população não pode ser verificada por completo, e as suposições estatísticas sobre erros de amostragem e estimativas dos parâmetros da população não se aplicam. A pesquisa foi feita a partir da aproximação progressiva, por amostragem intencional e por acessibilidade.

A descrição dos dados qualitativos da pesquisa exibe extratos retirados diretamente das anotações originais da pesquisa feita com os jovens. Alguns dados da pesquisa de campo foram tratados de forma quantitativa via Excel.

Resultados e discussão

A gestão da propriedade familiar rural

O artigo 3º da Lei Federal nº 11.326/2006 (Brasil, 2006) considera

> [...] agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

A participação do jovem nos processos administrativos de um empreendimento rural familiar possui ligação com sua habilidade de planejar e gerir os meios produtivos e financeiros, realizados por meio de um processo educativo, em que o pai permite seu envolvimento

nas decisões da família, visto que isso é fundamental para a formação de um comportamento responsável por parte do sucessor (Breitenbach & Troian, 2020).

Nessa linha de pensamento, Moreira et al. (2020) afirmam que os pais podem criar oportunidades para que os filhos realizem investimentos para determinada atividade, tomem decisão sobre a compra de áreas e maquinários, sejam os responsáveis pelo atendimento e recepção de técnicos e vendedores na propriedade, decidam sobre a venda da produção, aplicações e investimentos e se sintam incentivados a pesquisar inovações tecnológicas para propriedade rural.

Com a necessidade de equilibrar a presença de duas gerações na gestão da propriedade rural, incentivar os filhos a participarem da gestão é um fator positivo. Diante da questão, Breitenbach & Troian (2020) argumentam que a falta de abertura dos pais quanto à participação dos filhos nas tomadas de decisões é uma das principais causas que diminuem o interesse destes para serem os gestores da unidade de produção.

Breitenbach & Corazza (2017) afirmam que o envolvimento dos jovens em questões importantes na propriedade, como na gestão e nas atividades operacionais agropecuárias, é um condicionante para sua permanência na atividade rural.

Quanto à gestão das propriedades, surgiram inúmeras características e maneiras de pensar sobre como isso pode ser feito. Em grande parte das propriedades, os gastos e lucros da propriedade são anotados mensalmente e poucos jovens relataram que fazem anotações diárias. Pela conversa e a observação dos números, decidem as estratégias a serem adotadas. De acordo com o participante 48, "estabelecemos um ponto de corte referente a produção, certa quantidade de animais em lactação, custos fixos e a meta de onde queremos chegar". "Os gastos e as contas a serem pagas são anotadas em um caderno para ter controle da quantia de dinheiro gasta. Dessa forma não é utilizado mais do que será recebido no mês. Assim também pode se ter uma ideia do quanto vai sobrar" (participante 15).

Sobre estabelecer metas e trabalhar com planejamento, o participante 80 destaca que "a gestão é feita em conjunto, e é feito um planejamento anual e definidas algumas metas a serem alcançadas." Alguns dos participantes se pronunciaram no sentido de trabalhar de maneira segura as questões financeiras. Segundo o participante 60, "gastamos dinheiro só para gastos necessários, temos controle rigoroso nos gastos e investimentos." O participante 79 acrescentou que a gestão "é feita de forma segura e com os pés no chão, procurando ajuda técnica para a melhor decisão."

Em outros casos, as famílias estão em processo de implantação de melhorias no que diz respeito à gestão das propriedades rurais. Diz o participante 69:

> [...] acredito que deveria ser feita com mais precisão e mais assiduidade, pois é feita com anotações somente dos valores mais significativos e não fica registrado, somente é feito um balanço no final do mês, estamos em processo de melhoria deste setor.

Das metodologias adotadas na gestão das propriedades (Tabela 1), a que se destacou, por ser a mais mencionada pelos participantes, é a das anotações em cadernos, presente em 63,4% dos empreendimentos. Em seguida, estão as anotações em cadernos em conjunto com planilhas/tabelas Excel, em 20,7% das propriedades.

Tabela 1. Métodos para registros diários de gestão usados nas propriedades familiares.

Descrição	Número de propriedades	(%)
Anotações em cadernos	52	63,4
Anotações + Excel	17	20,7
Planilhas de Excel	6	7,3
Anotações + sistema	4	4,8
Anotações + Excel + sistema	2	2,4
Não usamos nada	1	1,2
Total	**82**	**100**

Quanto às anotações de indicadores financeiros em cadernos, pesquisas e análises de mercado e o arquivamento de notas, o participante 32 relatou que

> [...] meu pai tem um caderno de anotações e separa as notas de compra em pastas, ainda não fizemos um controle de custos, algo que pretendo fazer futuramente.

Além disso, destaca-se o exemplo de propriedades que usam um livro-caixa, onde se registram todas as entradas e saídas financeiras. Segundo o participante 31,

> [...] é feito em um caderno só para a gestão da propriedade, mas estou aprendendo a mexer melhor no Excel (planilha eletrônica) e daqui uns meses será feito no Excel a gestão.

Para o participante 9, a gestão

> [...] é feita através da tabela no Excel em relação aos custos, entradas e saídas, também na parte do processo produtivo, e depois quando termina o mês olhamos se aquelas estratégias estão demostrando diferença na propriedade ou tem que melhorar ou adaptar.

Por sua vez, o participante 51 menciona que contam com mais suporte, pois

> [...] trabalhamos através de planilhas do Excel com auxílio de técnicos, entretanto este modelo de gestão foi implantado neste ano, anteriormente era feito através de anotações.

Em algumas propriedades, os produtores fazem anotações em cadernos e depois usam planilhas/tabelas. O participante 3 relatou que "o meu pai anota tudo em cadernos e tabelas impressas via Excel." O participante 21 afirma: "anotamos todas as entradas e saídas de dinheiro e posteriormente passando para a tabela do computador." As planilhas Excel continham tabelas financeiras e de controles sanitários e reprodutivos, entre outros, organizadas pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) e pela Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/RS), por exemplo.

Alguns participantes relataram que não anotam informações sobre a propriedade, caso do participante 13: "na nossa propriedade não é colocado tudo na ponta do lápis". Para o participante 46, a gestão "é feita pelos meus pais, um pouco anotado, mais a maioria é de cabeça mesmo."

Na gestão e à frente dos negócios da propriedade, estão a família (18,2%), o pai (17,0%), o jovem (4,8%), o técnico ou veterinário contratado (4,8%) ou um contador externo (1,2%). Segundo o participante 30, "as decisões são tomadas pelo pai, o restante apenas acata"; o participante 71 relatou que ele "não entende, quem lidera os negócios é o pai e não tem muito abertura comigo sobre isso."

Para Weber et al. (2020), geralmente os pais desejam se manter ativos e produtivos na gestão da propriedade e relutam em planejar ou mesmo fazer a sucessão, pois a renúncia ao controle da propriedade os colocaria num papel mais periférico, tendo em vista que os filhos seriam os gestores principais a partir da sucessão.

Tais informações são confirmadas por Moreira & Spanevello (2019), que sustentam que, na maioria dos empreendimentos, os sucessores não têm a gestão plena sobre o negócio, nem administrativa nem sobre a renda da família. É grande a presença do patriarca, principalmente sobre a gestão financeira da propriedade, enquanto os sucessores têm mais participação na gestão produtiva e menos na econômica.

Sobre a questão de o pai cuidar de tudo na gestão, o participante 36 afirma que

> [...] a gestão da propriedade é feita pelo meu pai, ele faz as compras e guarda as notas fiscais e as demais vezes ele anota, e a minha mãe o ajuda nas atividades também.

Segundo o participante 56, "é só meu pai quem lida com os números e bancos". Dessa forma, ele é o responsável pelas transações financeiras, busca de orçamentos, entre outros.

Como afirmam Matte et al. (2019), em grande parte das propriedades são os pais que detêm o controle sobre a renda e grande participação sobre a gestão administrativa da propriedade, têm o controle financeiro dos lucros e estão à frente de todas as decisões do empreendimento. A ausência de autonomia para modificar a forma de condução do manejo dos animais ou das lavouras desestimula os filhos a permanecerem na propriedade e, em consequência, nem sempre os prepara de maneira plena para a condução dos negócios rurais.

Em outros exemplos, os participantes destacaram que a gestão é feita por toda a família, com diálogo com os pais, e que todos dão opiniões. Há também muitas propriedades que contam com a ajuda e suporte de técnicos, agrônomos, veterinários e zootecnistas, por exemplo. Segundo o participante 41,

> [...] a gestão de nossa propriedade é feita através de acompanhamento técnico, avaliando o desempenho produtivo e econômico, com registros de dados e tomadas de decisões coletivas.

Alguns jovens relataram que um contador os auxilia na gestão do empreendimento. Além destes, alguns participantes afirmaram que estão começando a tomar frente na gestão da propriedade. Segundo o participante 67, "no momento estamos pecando um pouco nesta parte, porém já comecei a anotar os gastos relacionados à cada atividade." Outros jovens disseram que estão começando a participar da gestão, calmamente e, aos poucos, vão sugerindo novas ideias.

Oliveira et al. (2021) afirmam que a gestão compartilhada entre pais e filhos, mesmo com conflitos nos processos de tomada de decisões, é um fator visto de forma positiva e permite mudanças significativas no processo de trabalho do empreendimento rural familiar.

De maneira geral, a pesquisa evidenciou que o uso de caderno para anotações ainda é o principal instrumento de gestão, mas muitos jovens já sinalizaram que estão buscando mudar para metodologias que auxiliem na melhor organização e controle dos dados financeiros.

Além disso, foi possível identificar a existência de famílias que compartilham a gestão. Outras têm mais restrições quanto à gestão do negócio, razão pela qual vale destacar um número significativo de propriedades que contam com suporte de pessoas de fora do empreendimento, que colaboram com os jovens sucessores no processo administrativo e na tomada de decisão.

A participação do jovem nas tomadas de decisão na propriedade rural

Quanto à participação do jovem na tomada de decisão, Weber et al. (2020) afirmam que quando a família se interessa em ter sucessor, ela investe, inclusive deixando parte das decisões para o jovem, permitindo crescentes exibições de comprometimento, habilidades e conhecimentos aprimorados, capazes de promover mudanças na trajetória do empreendimento.

A Tabela 2 mostra, quanto ao responsável pelas tomadas de decisão, que em 35,3% das propriedades as decisões são compartilhadas por todos da família e que em apenas 7,3% é do jovem esse papel.

Tabela 2. Responsável pela tomada de decisões na propriedade familiar.

Descrição	Número de propriedades	(%)
Todos juntos	29	35,3
Pai	20	24,3
Pai e mãe	15	18,2
Pai e filho	8	9,7
Pai e avô(ó)	2	2,4
Padrasto e mãe	2	2,4
Jovem	6	7,3
Total	**82**	**100**

A tomada de decisão conjunta é confirmada pelos participantes: "todos tem voz nas decisões relacionadas à propriedade" (participante 35); "A decisão é tomada em conjunto entre meus

pais, filhos, consultores, funcionários e assistência técnica especifica" (participante 63). E, ainda, o participante 23 afirma:

> As decisões são todas tomadas em família, tudo é decidido com conversas e respeitando a opinião do próximo, decisões mais simples, e são geralmente decididas entre meu pai e eu, algumas também com meu irmão, poucas coisas envolvem minha mãe.

Para Matte & Machado (2017), o afastamento dos filhos das atividades é consequência direta da ausência de participação na tomada de decisões e na administração dos negócios da família. Sem o envolvimento, não ocorre a preparação do jovem para administrar o estabelecimento nem o estímulo para que ele veja a vida no meio rural como viável. Breitenbach & Troian (2020, p.32) afirmam:

> O domínio que o pai ainda exerce na propriedade, muitas vezes leva o mesmo a não querer escutar a opinião do filho, que - embora participe das atividades - não tem "voz" para coordená-las ou opinar sobre elas. [...] Portanto, a participação dos jovens na hora de tomar as decisões que dizem respeito à propriedade é menos expressiva, quando comparada à participação na realização das atividades braçais que são desenvolvidas na propriedade.

Sobre a constante participação do pai em todas as tomadas decisões e a baixa participação dos jovens, Weber et al. (2020) afirmam que, quando o agricultor não permite que os filhos participem das decisões, ele acaba por estimulá-los a migrarem para o urbano em busca de melhores condições de vida.

A falta de participação dos filhos na tomada de decisão pode também estar diretamente relacionada à ausência de estímulo nos pais, que já não veem a agricultura como uma boa alternativa para o futuro dos filhos. Em grande medida, a desmotivação dos pais está relacionada a dificuldades produtivas, como mudanças climáticas e a própria mudança nos preços e custos dos mercados (Matte & Machado, 2017).

Sobre as decisões a serem tomadas pelo pai e a mãe, o participante 8 afirma que "meus pais decidem, mas antes de tomar qualquer decisão tem um diálogo." Diante da questão do conhecimento e da experiência dos pais, o participante 15 destacou que

> [...] o pai e a mãe tomam decisões, mas normalmente a mãe, por ter mais visão sobre as decisões que devem ser tomadas, tentando dessa forma não prejudicar a propriedade.

Para Matte & Machado (2017), não incluir o sucessor nas decisões da empresa, ou afastá-lo delas, pode resultar em várias consequências negativas, como seu despreparo na hora de assumir ou agir quando uma decisão for totalmente dependente dele e mesmo o sentimento de não fazer parte do negócio.

No caso das propriedades cujas decisões são tomadas entre os pais e o filho, o participante 49 mencionou que

> [...] as decisões quem toma é o pai, pois ele ainda é o único com formação na área, mas como eu também estou cursando técnico em agropecuária eu dou minha opinião e tenho uma certa influência no rumo da propriedade.

Ainda sobre os conhecimentos e habilidades de cada um na tomada de decisão, o participante 52 afirma que "na atividade do leite sou eu, nas atividades de lavoura meu pai." Assim, eles dividem as decisões de acordo com as competências individuais.

Em muitas propriedades, as famílias contam também com a presença de um avô, ou avó. O participante 30 afirmou que "o pai e em seguida a avó são quem tomam as decisões desde muitos anos." O participante 32 relata que

> [...] meu pai e meu avô fazem isso, eu dou algumas opiniões, mas o veredito é deles, como geralmente é muito respeitada a figura do avô (ó), por isso, eles também exercem influência no andamento e decisões da propriedade.

Destaca-se que em algumas propriedades são os jovens que tomam as decisões. O participante 41 afirma que "toda equipe colabora para a tomada de decisões, mas na atividade leiteira eu sou o gestor e quem toma as decisões." O participante 55 disse que "com participação de todos, mas a decisão final geralmente é minha."

Portanto, embora os jovens participem da gestão e tomada de decisão, ainda é o pai quem decide a maioria das tarefas e rotinas. De maneira geral, eles evidenciaram ser do pai a última palavra em termos de gestão e tomada de decisões. Este, porém, compartilha com todos e deixa que os integrantes da família emitam suas opiniões sobre, por exemplo, a proposição de novos investimentos na propriedade.

A remuneração dos jovens na atividade leiteira

Matte & Machado (2017) afirmam que se o jovem não é remunerado pelos seus serviços na atividade leiteira ou não recebe bonificações por sua participação na produção e comercialização de produtos gerados no estabelecimento, isso influenciará sua decisão de permanecer no negócio – ele buscará outra realidade, por vezes, apenas para ter independência financeira.

Do mesmo modo, Mamede & Mamede (2015) argumentam que esse é um dos principais problemas em empresas familiares e que a remuneração deveria ser feita pelo pagamento de pró-labore, isto é, remuneração pelo trabalho desempenhado. Uma das questões abordadas na pesquisa trata justamente do recebimento de remuneração salarial proveniente da atividade leiteira e outras exercidas na propriedade (Tabela 3).

O participante 3 recebe remuneração fixa: "o meu pai me auxilia com uma certa quantia por mês, além de uma participação referente às culturas de soja, milho, trigo". O participante 25 também: "valor é estipulado em reunião, desta forma, organizados, todos os integrantes da família têm conhecimento do processo".

Tabela 3. Remuneração pelo exercício na atividade agrícola em propriedades familiares.

Descrição	Número de propriedades	(%)
Recebem remuneração salarial certa	37	45,1
Recebem por meio das despesas com necessidades básicas e estudos, entre outros	16	19,5
Não recebem remuneração salarial	13	15,8
Recebem remuneração quando precisam	11	13,4
Recebem remuneração de fora da propriedade	3	3,6
A renda é investida na propriedade	2	2,4
Total	**82**	**100**

De acordo com Breitenbach & Troian (2020), na atividade leiteira e na agricultura familiar de modo geral, poucos jovens recebem remuneração salarial, pois a possibilidade é que recebam o que necessitam em forma de benefício. Mas, isso não diminui o desejo de contarem com uma remuneração salarial estipulada, que pode ser fixa ou uma porcentagem sobre os resultados líquidos.

Alguns jovens acrescentaram que a remuneração é feita depois do encerramento das contas mensais, quando há recebimento de salário por porcentagem do resultado da propriedade. Conforme o participante 4, "ganho porcentagem nos lucros"; o participante 55 disse que "dividimos uma porcentagem da renda entre todos da família."

Mas muitos relataram que recebem remuneração apenas quando precisam. "Não recebo uma quantia exata todo mês, mas sempre que preciso de algo o pai me dá o dinheiro" (participante 5).

O participante 46 informou:

> Não, pois eu não acho necessário, já que os pais sempre que possível me dão o que eu quero e eu não preciso pagar água, luz, alu-

guel ou comida, então remuneração na minha visão não é necessária.

De acordo com o participante 49,

> [...] recebo apenas o que eu preciso sem esbaldar, por que como eu ajudo no financeiro, sei o que pode ser gasto e o que não pode, e também tem o por que gastar o que não é necessário [...] [e] de certa maneira sim, pois é com a renda da produção de leite que há a manutenção da casa, como rancho roupas e medicamentos.

O participante 30 destacou a questão dos estudos: "ganho para pagar a faculdade, ônibus, gasolina e outras pequenas despesas mensais".

Moreira & Spanevello (2019) identificaram três formas de gerenciamento da renda para remuneração: aquela em que os pais remuneram os sucessores; a que trata do gerenciamento como de propriedade do sucessor; e aquela na qual os sucessores não participam do gerenciamento e mostram uma condição de dependência do pai.

Assim, muitas famílias não dão remuneração estipulada para os filhos, mas os sustentam, pagam seus gastos na casa e o necessário para o bem-estar da família. Alguns participantes disseram que não recebem, para que seja investido uma valor maior na propriedade. Conforme o participante 41, "não recebemos, toda a renda e destinada as nossas necessidades diárias e investimentos necessários da propriedade."

Na questão de investimentos, o participante 23 relata que

> [...] a gente trabalha unidos em tudo, e no momento como adquirimos terra a gente juntou tudo para poder pagar, mas tipo meus pais sempre comentam em salário, mas como disse é tudo junto, se eu preciso de dinheiro para sair ou algo assim sempre peço a eles, a gente se entende super bem no sentido financeiro e recebo uma pequena remuneração quando recebemos dos suínos.

Quanto aos participantes que relataram receber alguma remuneração por atividades desenvolvidas fora da propriedade rural, o participante 18 disse que "não exatamente, antes da pandemia tinha um trabalho por fora nos fins de semana, meu salário vinha de lá." O participante 69 afirma:

> [...] meu trabalho remunerado fora da propriedade, mas trabalho nela ativamente, participando de decisões e ajudando no dia a dia sempre que possível.

Para Matte & Machado (2017), esse fator da remuneração do jovem rural pelos seus serviços ou uma bonificação por sua participação na produção e comercialização de produtos gerados na propriedade serve de estímulo para que ele se interesse por ficar na propriedade familiar e participar ativamente na gestão dos negócios.

Portanto, o estudo identificou que quase a metade dos jovens recebem remuneração famíliar; o restante não recebe um salário especifico, mas conta com o apoio dos pais para as despesas pessoais. Da mesma forma, a pesquisa evidenciou que os jovens reconhecem haver alguma remuneração por seu trabalho na propriedade, seja na atividade leiteira, seja em outras atividades.

Políticas públicas como incentivo à permanência do herdeiro sucessor na atividade leiteira da propriedade familiar

A sucessão familiar na propriedade rural e a permanência dos herdeiros sucessores nela não são garantias de que eles exercerão a atividade leiteira. Destaca-se o papel dos governos na regulamentação, execução e avaliação das políticas públicas como instrumento de incentivos ao desenvolvimento da atividade e, ao mesmo tempo, à permanência do herdeiro sucessor na propriedade.

Para Marques (2015, p.8), a

> [...] pecuária, à sua vez, pode ser classificada como de pequeno, médio e grande porte.

> Exemplos de pecuária de pequeno porte são as aves domésticas, abelhas etc. De médio porte, os suínos, caprinos, ovinos etc. E de grande porte, os bovinos, bubalinos, asininos, equinos ou muares.

Já para Fiorillo (2017, p.785), num sentido mais amplo,

> [...] a agropecuária tanto das atividades produtivas integrantes do setor primário da economia caracterizado pela produção de bens alimentícios e matérias-primas decorrentes do cultivo de plantas como também da criação de animais.

Então, a produção leiteira consiste numa atividade ligada à agropecuária, pois envolve a criação de animais de grande porte e também o cultivo de plantas, especialmente as pastagens. Nesse aspecto, os legisladores tiveram a preocupação de regulamentar em norma o papel a ser exercido pelos produtores rurais e pelos governos federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal para que a propriedade familiar, como unidade de produção, movimentasse a economia rural brasileira mesmo com os sucessores ao longo das gerações.

Ressalta-se que, desde a criação da Lei 4.504/1964 – Estatuto da Terra –, o Brasil já criou uma caracterização jurídica de propriedade familiar. Em seu artigo 4º, inciso II,

> Propriedade Familiar [é] o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros. (Brasil, 1964).

Como os jovens pesquisados são oriundos da propriedade familiar rural produtora de leite, esse conceito se aplica à natureza jurídica das suas propriedades, fator pelo qual os pais proprietários podem declarar seus filhos como membros do grupo familiar, que vai desenvolver a gestão e a mão de obra das atividades produtivas, especialmente a produção leiteira.

Desde 1964, a norma já previa a necessidade de políticas agrícolas governamentais para fomentar o desenvolvimento da economia primária e a permanência da família na propriedade rural e dos jovens sucessores. O artigo 73 dessa Lei já estabelece a obrigatoriedade da ação governamental com diretrizes de desenvolvimento rural,

> [...] com o fim de prestar assistência social, técnica e fomentista e de estimular a produção agropecuária, de forma a que ela atenda não só ao consumo nacional, mas também à possibilidade de obtenção de excedentes exportáveis [...]. (Brasil, 1964).

Exemplo disso são a assistência técnica, a assistência financeira e creditícia, o associativismo, o cooperativismo e a garantia de preços mínimos à produção agrícola, fatores necessários para fomentar o desenvolvimento das atividades pelos jovens sucessores e sua permanência na propriedade e na atividade leiteira, especialmente.

A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), em seu artigo 187, regulamenta a obrigatoriedade da política agrícola voltada a todos os produtores rurais brasileiros como forma de fomento para as atividades a serem desenvolvidas na sua propriedade – nesse caso, a familiar produtora de leite.

> A política agrícola será planejada e executada na forma da lei, com a participação efetiva do setor de produção, envolvendo produtores e trabalhadores rurais, bem como dos setores de comercialização, de armazenamento e de transportes [...]. (Brasil, 1988, art.187).

Nesse sentido, a constituição estabelece que as ações governamentais de políticas agrícolas sejam planejadas, executadas e avaliadas com todos os segmentos representantes da cadeia produtiva. Tais políticas precisam ter eficácia, pois elas serão financiadas pelos governos por intermédio de recursos públicos oriundos de toda a sociedade, como o crédito rural para

produção, industrialização, comercialização e transportes de toda a logística relacionada à economia rural.

O crédito rural como instrumento de política agrícola já era previsto na Lei nº 4.829/1965 (Brasil, 1965), em seu artigo 2º, como sendo o

> [...] suprimento de recursos financeiros por entidades públicas e estabelecimentos de crédito particulares a produtores rurais ou a suas cooperativas para aplicação exclusiva em atividades que se enquadrem nos objetivos indicados na legislação em vigor [...],

com linhas específicas para custeio, investimentos, industrialização e comercialização, tudo dependendo do interesse e da necessidade do produtor rural, como a produção de leite.

A Lei nº 8.171/1991, denominada Lei da Política Agrícola Brasileira, veio regulamentar o artigo 187 da Constituição de 1988, antes mencionado. Em seu artigo 6º, fica estabelecido que "A ação governamental para o setor agrícola é organizada pela União, Estados, Distrito Federal, Territórios e Municípios [...]" (Brasil, 1991, art.6).

É uma obrigatoriedade dos governos de todos os entes federativos realizar a regulamentação de ações voltadas ao fomento e incentivos às atividades rurais, com a finalidade de contribuir com o desenvolvimento rural e a permanência do produtor e seus filhos herdeiros na atividade. De acordo com o artigo 4º dessa lei, as ações e instrumentos de política agrícola consistem no seguinte:

> I - planejamento agrícola; II - pesquisa agrícola tecnológica; III - assistência técnica e extensão rural; IV - proteção do meio ambiente; V - defesa da agropecuária; VI - informação agrícola; VII - produção, comercialização, abastecimento e armazenagem; VIII – associativismo e cooperativismo; IX - formação profissional e educação rural; X - incentivos públicos e privados; XI - crédito rural; XII - garantia da atividade agropecuária; XIII - seguro agrícola; XIV - tributação e incentivos fiscais; XV - irrigação e drenagem; XVI - habitação rural; XVII - eletrificação rural; XVIII - mecanização agrícola; XIX - crédito fundiário (Brasil, 1991, art.4, incisos I ao XIX).

Ressalta-se que as ações e os instrumentos de política agrícola regulados por essa norma devem ser disponibilizados a todos os produtores rurais familiares, produtores patronais, proprietários de minifúndios, pequenos, médios e grandes por presunção, bem como aos arrendatários ou parceiros rurais, independentemente da atividade que desenvolvem em seus imóveis, ou seja, aquelas previstas no artigo 4º da Lei nº 8.629/1993 (Brasil, 1993), como a exploração agrícola, a pecuária, a extrativa vegetal, a florestal ou a agroindustrial.

A Lei nº 9.321/1996 (Brasil, 1996) regulamenta o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Na regulamentação da lei, muitas linhas de crédito governamentais foram instituídas em norma, como o Pronaf Custeio, o Pronaf Mais Alimentos – Investimento, o Pronaf Agroindústria, o Pronaf Agroecologia, o Pronaf Eco, o Pronaf Floresta, o Pronaf Semiárido, o Pronaf Mulher, o Pronaf Jovem, o Pronaf Custeio e Comercialização de Agroindústrias Familiares, o Pronaf Cotas-Partes e o Pronaf Microcrédito Rural.

É nesse aspecto que os governos precisam colocar à disposição tais linhas de crédito ao produtor familiar com juros e formas de pagamento compatíveis com a tipologia de propriedade familiar produtora de alimento, para viabilizar a permanência dos sucessores na propriedade e no exercício da atividade leiteira, desde o momento em que iniciam sua participação na gestão e na produção.

A Lei nº 11.326/2006 (Brasil, 2006) regulamenta as políticas agrícolas públicas direcionadas às propriedades familiares rurais de até quatro módulos fiscais e que utilizem predominantemente mão de obra do próprio grupo familiar declarado pelo proprietário. O artigo 4º dessa lei estabelece os princípios a serem levados em consideração pela ação governamental no que diz respeito à formulação de tais políticas:

> I - descentralização; II - sustentabilidade ambiental, social e econômica; III - equidade na aplicação das políticas, respeitando os aspectos de gênero, geração e etnia; IV - participação dos agricultores familiares na formulação e implementação da política nacional da agricultura familiar e empreendimentos familiares rurais (Brasil, 2006, art.4º, incisos I ao IV).

A lei regula as ações e os instrumentos de política agrícola voltados exclusivamente aos produtores considerados juridicamente familiares, pois, segundo Marques (2015, p.59), "[...] é a participação efetiva e indispensável do trabalho direto do conjunto familiar" que os caracteriza, podendo haver, em caso de necessidade, o uso eventual de mão de obra de terceiros, que não integram o grupo familiar declarado pelo proprietário. Essa situação se aplica à temática desta pesquisa, pois, a partir do momento em que o proprietário forma o grupo familiar e o declara, todos os componentes participam da gestão e das atividades de mão de obra na atividade leiteira.

Já a Lei nº 12.188/2010 (Brasil, 2010) estabelece a Política de Assistência Técnica e Extensão Rural Para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária (Pnater). Conforme seu artigo 2º,

> I - Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER: [é o] serviço de educação não formal, de caráter continuado, no meio rural, que promove processos de gestão, produção, beneficiamento e comercialização das atividades e dos serviços agropecuários e não agropecuários, inclusive das atividades agroextrativistas, florestais e artesanais [...]. (Brasil, 2010, art.2º, inciso I).

Os princípios que fundamentam essa lei são aqueles mencionados no seu artigo 3º. Destacam-se, entre eles, o inciso I a respeito do desenvolvimento rural sustentável, que deve ser "compatível com a utilização adequada dos recursos naturais e com preservação do meio ambiente;", e o inciso seguinte: "II - gratuidade, qualidade e acessibilidade aos serviços de assistência técnica e extensão rural [...]". (Brasil, 2010, art.3º, incisos I e II).

A lei mencionada torna-se importante na viabilização da sucessão familiar e na permanência dos sucessores na propriedade e, especialmente, na produção leiteira, pois em muitas situações a assistência técnica e a extensão rural são uma realidade muito distante das propriedades familiares, principalmente naquelas em que a contratação dos assistentes técnicos seja de custo inviável, como num minifúndio ou pequena propriedade. Nesses casos, é responsabilidade dos governos viabilizarem políticas públicas de assistência técnica e de extensão rural de forma gratuita.

Já a Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012), denominada Código Florestal Brasileiro, regulamenta a proteção e delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a demarcação das Áreas de Reserva Legal (RL) nos espaços urbanos e no meio rural – neste caso, a propriedade familiar rural produtora de leite. Seu proprietário, ao fazer a ocupação e a gestão dela, tem a obrigatoriedade de preservar e restaurar os passivos ambientais que porventura possam existir.

O artigo 41 dessa lei regulamenta o programa de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente, neste caso, o ambiente relativo à superfície da propriedade familiar rural. É de competência do Poder Executivo Federal instituir esse programa, bem como a adoção de boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal com a redução dos impactos ambientais. O inciso I desse artigo estabelece o

> [...] pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente [...]. (Brasil, 2012).

Mesmo os jovens considerados nesta pesquisa – da propriedade familiar do tipo minifúndio ou pequenas propriedades ligadas à atividade leiteira – devem, no exercício da gestão, levar em consideração os ditames da Código Florestal

Brasileiro. Mas, como o próprio código menciona, para haver o pagamento por tais serviços ambientais, é necessário que seja regulamentada a Lei do Código Florestal de 2012, com os critérios para beneficiar os sucessores da propriedade familiar. Assim, a preservação e a restauração ambiental a serem feitas nessas propriedades constituirão um benefício ao equilíbrio ambiental e um fator econômico aos proprietários e sucessores da propriedade familiar produtora de leite.

A Lei nº 12.805/2013 (Brasil, 2013) estabelece a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e, de acordo com seu artigo 1º, ela visa criar condições para

> [...] melhorar, de forma sustentável, a produtividade, a qualidade dos produtos e a renda das atividades agropecuárias, por meio da aplicação de sistemas integrados de exploração de lavoura, pecuária e floresta [...],

bem como "[...] mitigar o desmatamento provocado pela conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de pastagens ou de lavouras [...]."

No artigo 2º, incisos I e III, ressalta-se a importância desse sistema integrado na "[...] preservação e melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo", bem como a

> [...] investigação científica e tecnológica voltada ao desenvolvimento de sistemas integrados envolvendo agricultura, pecuária e floresta de forma sequencial ou simultânea na mesma área [...].

O artigo 3º, inciso IV, prevê

> [...] criar e fomentar linhas de crédito rural consoantes com os objetivos e princípios da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e com os interesses da sociedade [...]. (Brasil, 2013).

Portanto, a norma regulamenta o sistema integrado lavoura-pecuária-floresta e cria condições para ele ser implantado em qualquer propriedade, especialmente nas familiares, mas estabelece que os governos precisam criar linhas de crédito e incentivos voltados a essa tipologia de produtor rural, mediante a regulamentação em lei federal específica. Assim, sua regulamentação e efetivação será mais uma política agrícola importante voltada à permanência dos jovens sucessores na propriedade familiar rural exercendo a atividade leiteira, por exemplo.

Considerações finais

A gestão da propriedade familiar rural entre as atuais gerações e a geração de herdeiros não acontece de forma espontânea e natural, mas por intermédio de um processo planejado entre todos os membros da família, e não por obra do acaso nos momentos em que os pais não possuem mais forças para administrar os negócios.

Esta pesquisa – com 82 jovens solteiros, de 15 a 30 anos de idade, residentes com a família na propriedade familiar rural e participantes das atividades rurais ali desenvolvidas, especialmente a atividade leiteira – trouxe informações sobre como está a realidade dos empreendimentos rurais, que contam com a presença de possíveis sucessores familiares. Em relação à gestão, constatou-se que a figura dos pais e avós ainda é marcante, mas muitas propriedades já possuem uma gestão compartilhada entre todos os membros da família: em mais de 35% das propriedades, todos os integrantes da família decidem os rumos do negócio e em mais de 7% das propriedades são apenas os jovens sucessores quem tomam as decisões.

De maneira geral, todas as pessoas que compõem o empreendimento familiar rural estão informadas da situação de suas propriedades. Quanto à proposição de ideias e investimentos, todos têm liberdade para expor suas opiniões, mas a grande maioria relatou dificuldades, seja por conta de conflitos familiares, seja pela situação financeira do empreendimento, seja pela instabilidade do mercado leiteiro.

Em relação às remunerações familiares, mais de 15% dos jovens não mencionaram nenhum pagamento oriundo da propriedade, mas mais de 45% recebem algum salário fixo e orga-

nizado. Os demais participantes relataram que recebem alguma forma de benefício, como moradia, estudos, veículos, combustível e dinheiro para seus gastos pessoais.

Esta pesquisa mencionou uma série de normas, da legislação de 1964 até o artigo 187 da Constituição Brasileira de 1988, que estabelecem de uma ou outra forma as políticas agrícolas no Brasil. Toda essa legislação é voltada a todas as tipologias de propriedades e de atividades produtivas nelas desenvolvidas, mas procurou-se aqui direcionar a questão para a sucessão familiar nas propriedades familiares produtoras de leite.

Portanto, se, por um lado, há um importante rol de normas voltadas à política agrícola no País, por outro, existe a necessidade da regulamentação dessas políticas em normas específicas para cada tipo de produtor rural e que sejam efetivadas em benefício dos produtores sucessores familiares, de modo que haja condições para o jovem permanecer na propriedade, especialmente na produção leiteira.

Referências

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 7 mar. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de setembro de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010**. Institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária - PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária - PRONATER, altera a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12188.htm>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013**. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12805.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964**. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965**. Institucionaliza o crédito rural. 1965. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4829.htm>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991**. Dispõe sobre a política agrícola. 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993**. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. 1993. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.321, de 5 de dezembro de 1996**. Dispensa a comprovação de regularidade do recolhimento do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) para fins de financiamento ao amparo do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF e dá outras providencias. 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9321.htm>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BREITENBACH, R.; CORAZZA, G. Perspectiva de permanência no campo: estudo dos jovens rurais de Alto Alegre, Rio Grande do Sul/Brasil. **Revista Espacios**, v.38, p.9, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n29/a17v38n29p09.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BREITENBACH, R.; TROIAN, A. Permanência e sucessão no meio rural: o caso dos jovens de Santana do Livramento/RS. **Ciências Sociais Unisinos**, v.56, p.26-37, 2020.

FIORILLO, C.A.P. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 17.ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LÚCIO, M. del P. **Metodologia da Pesquisa**. 5.ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

KÖCHE, J.C. **Fundamentos de metodologia cientifica**: teoria de ciência e iniciação à pesquisa. Petrópolis: Vozes, 2013.

MAMEDE, G.; MAMEDE, E.C. **Planejamento sucessório**: introdução à arquitetura estratégica - patrimonial e empresarial - com vistas à sucessão causa mortis. São Paulo: Atlas, 2015.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia Científica**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2022. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670>. Acesso em: 11 nov. 2022.

MARQUES, B.F. **Direito agrário brasileiro**. 11.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2015.

MATTE, A.; MACHADO, J.A.D. Tomada de decisão e a sucessão na agricultura familiar no sul do Brasil. **Revista de Estudos Sociais**, v.18, p.130-151, 2017. DOI: https://doi.org/10.19093/res.v18i37.3981.

MATTE, A.; SPANEVELLO, R.M.; LAGO, A.; ANDREATTA, T. Agricultura e pecuária familiar: (Des)continuidade na reprodução social e na gestão dos negócios. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.15, p.19-33, 2019.

MOREIRA, S. da L.; SPANEVELLO, R.M. Modelos sucessórios em propriedades rurais: um estudo no município de Cruz Alta/RS. **Revista Grifos**, v.28, p.27-47, 2019. DOI: https://doi.org/10.22295/grifos.v28i46.4563.

MOREIRA, S. da L.; SPANEVELLO, R.M.; BOSCARDIN, M.; LAGO, A. Estratégias paternas para a manutenção da sucessão geracional em propriedades rurais. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.28, p.413-433, 2020. DOI: https://doi.org/10.36920/esa-v28n2-7.

OLIVEIRA, M.F.; MENDES, L.; van HERK VASCONCELOS, A.C. Desafios à permanência do jovem no meio rural: um estudo de casos em Piracicaba-SP e Uberlândia-MG. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.59, e222727, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222727.

WEBER, C.; SPANEVELLO, R.M.; BOSCARDIN, M.; LAGO, A.; AMORIM, G. dos S. Os elementos condicionantes para seguir na ocupação de agricultor: apontamentos a partir de estudos brasileiros e internacionais. **Revista Latinoamericana de Estudios Rurales**, v.5, p.1-22, 2020. Disponível em: <http://www.ceil-conicet.gov.ar/ojs/public/journals/2/pageHeaderTitleImage_es_ES.jpg>. Acesso: 4 nov. 2022.

Evolução do ITR no Brasil[1]

Leonardo Camarotti Ferreira Lima[2]
Carlos José Caetano Bacha[3]

Resumo – Este artigo analisou a evolução do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) de 1934 a 2020, destacando sua adequação aos princípios econômicos e jurídicos da tributação que foram incorporados às constituições federais. Atenção especial é dada ao período de 2000 a 2020, em que há a municipalização da cobrança e fiscalização desse imposto. Combinando uma metodologia analítica com uma quantativa, ressalta-se que certos princípios foram atingidos na atual sistemática do ITR (como a simplicidade e a uniformidade geográfica das alíquotas); outros, porém, previstos para ocorrerem (a progressividade, por exemplo), podem não acontecer na prática e, se ocorressem, implicariam choque com o princípio da vedação ao confisco e com a neutralidade. As mudanças mais recentes, chamadas de "municipalização da cobrança do ITR", têm permitido a entes federativos de algumas regiões, em especial no Centro-Oeste, o aumento da arrecadação do tributo, ainda que ele seja muito pouco representativo da receita tributária do País.

Palavras-chave: extrafiscalidade, municipalização, princípios econômicos da tributação, princípios jurídicos da tributação.

Evolution of rural land property tax in Brazil

Abstract – In this paper, we analyze the evolution of the rural land property tax (*Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural* – ITR) charged in Brazil from 1934 to 2020, highlighting its compliance with both the economic and legal principles of taxation. Those principles have been added into the Brazil´s Constitutions. Special attention has been given to the years ranging from 2000 to 2020, when municipalities have assumed a major role in both charging and checking the ITR. Combining both an analytical and a statistical methodology, we highlight that some principles were achieved in the current ITR scheme (such as simplicity and geographic uniformity of rates); however, other principles are expected to be attained (such as progressivity), but this may not happen indeed and, if it does, this would imply a clash with the principles of prohibition of confiscation and neutrality. The most recent changes, called "municipalization of ITR", have allowed of the collection increase of ITR by governments placed in some regions, especially in the Midwest, despite the ITR answers for little share of Brazil´s total tax revenue.

Keywords: fiscal policy, municipalization, economics principles of taxation, legal principles of taxation.

[1] Original recebido em 17/1/2022 e aprovado em 19/4/2022.

[2] Bacharel em Ciências Econômicas. E-mail: leocamarotti@hotmail.com

[3] Professor titular da Esalq/USP. E-mail: carlosbacha@usp.br

Introdução

No Brasil, a distinção entre área urbana e área rural é determinada, em cada município, pela Câmara de Vereadores. Esta, por indicação do poder executivo municipal, e com base no Código Tributário Nacional (Brasil, 1966, art.32), pode definir como área urbana aquela que apresente, pelo menos, dois dos seguintes indicadores construídos ou mantidos pelo Poder Público:

> I - meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais;
>
> II - abastecimento de água;
>
> III - sistema de esgotos sanitários;
>
> IV - rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar;
>
> V - escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de 3 (três) quilômetros do imóvel considerado.

Na área definida como urbana dentro do município, cobra-se o Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana (IPTU). Nas demais áreas territoriais do município pode incidir o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR). É possível, no entanto, que se cobre o ITR e não o IPTU de imóvel situado em área urbana. O ITR é cobrado sobre o imóvel que se dedicar à exploração extrativa vegetal, agrícola, pecuária ou agroindustrial, podendo ele se localizar em área rural ou urbana. Tal distinção tributária sobre a terra é clara desde a Constituição de 1934.

De 1934 a 2020, tem ocorrido mudanças do ente federativo responsável por cobrar, dos entes federativos que fiscalizam a cobrança e dos entes federativos que se apropriam do valor arrecadado com o ITR, bem como mudanças na forma de cálculo do tributo. A cobrança do ITR já foi de competência dos estados, passou à competência de municípios e desde 1964 tem sido de competência da União, apesar de os recursos arrecadados do imposto serem divididos entre estados e municípios.

A partir de 2005, com a promulgação da Lei Federal nº 11.250/2005 (Brasil, 2005), há a possibilidade de municípios terem maior atuação no cálculo do ITR e na fiscalização de sua cobrança, permitindo a eles ficarem com a totalidade dos valores arrecadados com esse tributo. Essa descentralização foi regulamentada inicialmente pela Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal nº 884/2008 (Brasil, 2008b), que foi revisada e substituída por outras, emitidas pela SRF. No mesmo ano, a partir do Decreto nº 6.433 de 15/4/2008 (Brasil, 2008a), foi instituído um Comitê Gestor do ITR para atuar como fiscalizador de sua cobrança, além da divulgação de um portal com informações aos entes cadastrados.

O processo iniciado em 2005, conhecido como a municipalização do ITR, é responsável pela descentralização da fiscalização da cobrança do tributo e procura tornar o sistema mais efetivo, sempre buscando atenuar os gargalos do sistema tributário brasileiro, que não impede a especulação com terras e sua baixa produtividade em certas regiões.

Outra mudança interessante diz respeito à cobrança do ITR. A partir da Instrução Normativa da Receita Federal 256 de 2002 (Brasil, 2002), procurou-se diferenciar a cobrança do ITR segundo o tamanho do imóvel e seu uso. Basicamente foi instituído que o valor do ITR é dado por uma relação entre o Valor da Terra Nua por hectare (VTN/ha), a dimensão da área tributável e uma alíquota que varia conforme a área total do imóvel e o grau de utilização da área aproveitada, segundo o artigo 32 da IN 256/02 (Brasil, 2002). Todos esses parâmetros são declarados pelo proprietário.

A alíquota cobrada no ITR considera o tamanho do imóvel e seu grau de utilização, com uma extrafiscalidade de tributar mais os maiores imóveis rurais e os menos utilizados.

No entanto, não se sabe ao certo se as mudanças ocorridas no cálculo e na cobrança do tributo, ocorridas nos últimos 85 anos, em especial na década de 2000, têm sido em consonância com o estabelecido pelos princípios econômicos e jurídicos da tributação. Os prin-

cípios econômicos da tributação, definidos por Giambiagi & Além (2000), são os de equidade, da progressividade, da neutralidade e da simplicidade. Do ponto de vista do direito tributário, vale mencionar o princípio da redução das desigualdades regionais e da indisponibilidade do interesse público – destacados por Santos (2015) – e os princípios da isonomia, da vedação de confisco e da uniformidade geográfica, analisados por Tamarindo & Pigatto (2018).

Torna-se importante, portanto, a análise em questão, pois o imposto é a principal categoria de tributo na arrecadação do governo, e sua não conformidade com os princípios supracitados gera consequências para toda a sociedade. Além disso, como intrínseco no conceito dos princípios supramencionados, é possível relacionar a imposição de um tributo a um caráter extrafiscal, ou seja, além da finalidade de equilibrar as contas públicas, o sistema tributário deve procurar a promoção de uma atividade econômica que seja considerada benéfica a toda a sociedade brasileira.

Caso haja o alinhamento dos tributos com os princípios da tributação aplicados ao Brasil, o sistema tributário aproxima-se do ideal. Esse ideal é o de promover a justiça fiscal e social, além de viabilizar os objetivos fundamentais da República. A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), em seu art. 3º, disserta a respeito de "promover o bem de todos" e erradicar desigualdades e pobreza.

No Brasil, entretanto, há discussões a respeito da não proximidade do atual sistema de tributação com o dito ideal para a sociedade e para a União. Lima (1999) sugere que o sistema tributário ideal se aproxima, entre outras, de quatro funções básicas: financiamento de atividades estatais, redistribuição justa da renda, diminuição de desigualdades regionais e justa repartição da receita entre os entes federados. Algumas das razões para esse aparente distanciamento entre o sistema tributário ideal e o real são a cobrança de diversos tipos de tributos, a competência para impor tributos por várias esferas e o grande número de alíquotas de cobrança em certos impostos.

A função fiscal que o ITR cumpre, similar à do IPTU, é a de pagamento pela propriedade do imóvel, a qual se caracteriza pelo seu propósito principal. Além disso, o ITR, em potencial, apresenta a finalidade extrafiscal de impedir a proliferação de propriedades improdutivas com base na diferenciação de alíquotas cobradas segundo o grau de utilização da área aproveitável do imóvel. Mas qual tem sido, de fato, o atendimento aos princípios jurídicos e econômicos pelo ITR no Brasil? A municipalização do ITR, regulamentada em 2008, gerou qual impacto em sua arrecadação?

De modo a contribuir com as respostas a essas perguntas, o objetivo geral aqui foi analisar as fases da evolução do ITR à luz dos princípios econômicos e jurídicos da tributação e que foram estabelecidos, principalmente, nas diferentes constituições do Período Republicano. Atenção especial é dada ao período 2000–2020, a fase mais recente do ITR, na qual há a chamada municipalização do ITR, ou seja, a maior participação dos municípios em sua arrecadação e fiscalização, instituída pela IN 884 (Brasil, 2008b).

Arcabouço analítico-conceitual

Os princípios econômicos a serem considerados são os da equidade, da progressividade, da neutralidade e da simplicidade, como definidos por Giambiagi & Além (2000).

Princípio da equidade – decorre da necessidade de cada contribuinte arcar com uma parcela denominada "justa" de forma a custear os gastos públicos. Esse princípio pode ser instituído de forma horizontal ou verticalizada. A primeira se relaciona, basicamente, com o fato de que pessoas com a mesma capacidade de pagamento devem pagar o mesmo valor em impostos; já a segunda, com o fato de que pessoas com capacidade de pagamento diferentes devem arcar de forma diferente no pagamento de impostos. Daí é que surge a necessidade no Brasil de se tributar mais o patrimônio e a renda do indivíduo, e não o consumo. O que se observa no modelo brasileiro atual de priorização da

tributação pelo consumo é que a parcela mais pobre da população acaba pagando mais tributos do que os mais ricos – quando se compara a relação gasto com tributos/renda total. Ou seja, pessoas de menos renda acabam gastando uma proporção maior dela com o pagamento de tributos em comparação com as de maior renda.

Princípio da progressividade – para Giambiagi & Além (2000), a progressividade na tributação surge quando se cobram alíquotas maiores de tributos segundo a capacidade de pagamento do contribuinte, ou seja, quanto maior a renda ou patrimônio, maior a contribuição relativa ao tributo. Mas contribuintes com o mesmo patrimônio ou renda pagam a mesma alíquota do tributo. Respeitando tal princípio, no caso do ITR a alíquota deveria ser igual para propriedades de tamanhos iguais, mas deveria ser maior à medida que a área cresce. É possível também diferenciar essas alíquotas de modo a estimular o melhor uso da terra, o que permitirá atingir a função social da propriedade.

Princípio da neutralidade – o conceito de neutralidade do sistema tributário está baseado no fato de que a cobrança de um tributo não pode provocar distorção alocativa, ou seja, o tributo não pode alterar preços relativos de modo a prejudicar a atividade econômica.

Princípio da simplicidade – a simplicidade de um sistema tributário decorre da necessidade de a cobrança do tributo se dar de maneira fácil – na arrecadação e na fiscalização. Os contribuintes precisam entender de que forma o tributo é arrecadado e fiscalizado, para que possam cobrar mudanças significativas caso haja distorções.

Entre os princípios jurídicos da tributação, destacam-se o da função social da propriedade e o da redução das desigualdades regionais, tais como definidos por Santos (2015), e os da isonomia, da vedação ao confisco e da uniformidade geográfica, destacados por Tamarindo & Pigatto (2018).

Função social da propriedade – apesar de as constituições de países capitalistas garantirem o direito privado ao imóvel, ele deve ser utilizado de modo racional e adequado, garantindo o bem-estar social e o uso adequado dos recursos naturais e a preservação da natureza. Isso está previsto no Artigo 186 da Constituição Federal do Brasil (de 1988) e, assim, permite-se que a legislação do ITR tenha também um caráter extrafiscal.

Redução das desigualdades regionais – tal princípio, presente no Art. 170, inciso VII da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), decorre da necessidade de o desenvolvimento econômico dos estados e regiões brasileiras ser sustentável e igualitário. Pode-se, assim, definir imóveis em certas regiões que sejam isentos do ITR, como os imóveis de assentamento via reforma agrária ou de pequenas dimensões e dedicados à autossuficiência da família.

Princípio da isonomia – tal princípio se relaciona com o fato de que não se pode tributar de maneira diferenciada pessoas que possuem condições financeiras ou patrimoniais equivalentes, por exemplo. Ele está relacionado com o art. 5º, *caput*, da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988): "Todos são iguais perante a lei [...]". Assim, no caso do ITR, indivíduos que se enquadram em determinada faixa de renda e que possuem imóveis rurais de tamanhos e produtividades parecidos devem ser tributados de forma equivalente.

Princípio da vedação ao confisco – um tributo não pode agir de maneira a impedir o indivíduo ou a empresa de realizar sua atividade econômica ou impossibilitá-los de adquirir itens para sua subsistência, ou seja, o tributo não pode agir como um inibidor da atividade produtiva. É possível que a progressividade do ITR visando atingir a função social da propriedade acabe levando ao rompimento do princípio da vedação ao confisco. Vailatti (2017) destaca que as alíquotas de 12% e 20% do ITR, que vigoram para propriedades com mais de 5 mil hectares e que usam até metade de sua área produtiva, têm o carater de confisco.

Princípio da uniformidade geográfica – relacionado ao princípio da redução das desi-

gualdades regionais, dispõe sobre a vedação da cobrança com alíquotas diferentes do tributo por parte dos entes federais, estaduais e municipais, salvo em casos em que o tributo atua como forma de prover desenvolvimento socioeconômico a regiões necessitadas.

Metodologia e dados

Inicialmente, fez-se neste artigo uma análise interpretativa da literatura sobre a evolução do ITR no Brasil e, em seguida, o emprego de métodos estatísticos e econométricos para avaliar os impactos da chamada municipalização da cobrança do ITR sobre a evolução dos valores arrecadados. Baseando-se nas classificações propostas por Gil (2002), este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa explicativa quanto a seu objetivo e usa como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica e procedimentos estatísticos e econométricos para processar e interpretar dados.

A primeira parte da pesquisa, a seguir, consistiu em uma análise histórica e analítica das características gerais do ITR ao longo do tempo, construída com base em textos e artigos, muitos dos quais disponíveis eletronicamente.

A segunda parte usa dados da arrecadação total do ITR divulgados pela Receita Federal no período de 2000 a 2020, por município, que foram deflacionados pelo IGP-DI (tomando 2020 como o ano-base). Com esses dados, foi possível calcular a taxa geométrica de crescimento anual antes e depois da "municipalização da cobrança do ITR" (sendo 2008 o ano divisor da municipalização); e a porcentagem do total de municípios que aderiram ao convênio instituído pela IN 884/2008 (avaliou-se essa porcentagem em separado por região do País). Por último, com os dados da Receita Federal, foi estimada a regressão múltipla

$$ITR = a + b \times tempo + c \times Dummy\ (tempo - 2008)$$

em que *ITR* = valor real da arrecadação do *ITR* em cada mesoregião (Tabela 1); e *Dummy* = 0 para valores de 2000 a 2007 ou *Dummy* = 1 para valores de 2008 a 2020.

A equação acima pode ser estimada considerando-se o valor em nível (mas deflacionado) do ITR (Tabela 1) ou o seu logaritmo natural. Em ambos os casos, se o coeficiente *c* for positivo e estatisticamente significativo, então há indicação de que a municipalização do ITR mudou a inclinação da curva da evolução da arrecadação do ITR a partir de 2008.

As regressões serão avaliadas para detectar problemas de multicolinearidade entre as variáveis explicativas, heterocedasticidade das séries e autocorrelação entre os resíduos, em ambas as versões estimadas (com o valor em nível do ITR e em seu logaritmo) – a avaliação desses parâmetros permite discutir as melhores regressões obtidas.

As fases da evolução do ITR

A literatura sobre o ITR e diretamente relacionada ao objetivo geral desta pesquisa pode ser dividida em quatro grupos: 1) trabalhos que destacam a evolução histórica das constituições federais no Brasil, desde o início da República e sua relação com a área tributária, com destaques para Varsano (1996) e Mendes (2015); 2) trabalhos que ressaltam a evolução histórica do ITR (Meneghetti Neto, 1992; Petti, 1998); 3) trabalhos que avaliam o caráter fiscal e extrafiscal do ITR na sua atual sistemática (Appy & Moutinho, 2015; Santos, 2015; IPTU..., 2019); e 4) trabalhos que avaliam a municipalização do ITR (Reydon & Oliveira, 2015; Lenti & Silva, 2016).

Aspectos sobre a questão tributária nas constituições federais brasileiras durante o Período Republicano

Segundo Varsano (1996, p.2),

> A Constituição de 24 de fevereiro de 1891 adotou, sem maiores modificações, a composição do sistema tributário existente ao final do Império. Porém, tendo em vista a adoção do regime federativo, era necessário dotar os

Tabela 1. Valores arrecadados com o ITR, por região, em 2000–2020 (a preços de 2020 pelo IGP-DI).

Ano	Norte (R$)	Nordeste (R$)	Centro-Oeste (R$)	Sudeste (R$)	Sul (R$)
2000	26.414.817,99	59.239.519,71	128.437.034,66	414.250.820,07	188.075.706,81
2001	39.841.988,39	78.292.016,22	164.423.069,05	415.177.909,68	213.226.248,00
2002	32.151.567,60	65.008.591,23	143.252.763,18	353.646.801,35	185.183.029,98
2003	26.560.744,27	54.460.907,31	136.631.645,20	344.874.984,03	186.694.750,71
2004	22.607.482,80	54.819.221,10	132.815.539,26	299.163.800,65	189.564.459,39
2005	30.920.057,03	91.086.652,24	128.543.558,36	298.573.107,86	196.255.182,82
2006	23.298.117,69	61.286.869,56	136.228.069,25	358.420.169,06	188.077.067,56
2007	25.096.834,14	60.788.752,91	143.510.091,70	374.872.376,02	203.678.865,08
2008	37.782.164,03	77.838.660,89	223.225.277,75	380.208.273,23	194.167.721,32
2009	43.301.325,43	73.611.018,06	252.216.116,31	333.382.406,35	202.633.208,73
2010	43.081.518,87	86.746.480,57	278.559.672,50	365.500.185,15	221.033.750,61
2011	44.593.820,97	97.656.994,35	302.686.928,98	374.828.401,62	229.406.783,84
2012	46.669.389,80	112.893.752,92	320.630.750,69	402.447.811,05	242.615.023,51
2013	55.426.466,09	117.233.704,23	403.647.156,06	415.669.176,35	275.212.126,59
2014	55.761.226,79	122.168.737,12	502.519.365,13	453.915.208,49	288.912.526,67
2015	77.213.876,37	129.030.596,02	615.060.087,73	504.129.089,66	350.834.475,27
2016	66.225.711,71	105.277.031,51	585.928.162,88	467.159.801,71	324.796.106,18
2017	75.764.293,26	113.384.685,86	635.315.764,87	510.326.016,79	347.178.011,81
2018	69.108.855,51	108.744.130,70	700.874.219,04	517.002.908,59	335.168.159,29
2019	78.184.883,94	113.000.080,21	793.274.459,00	562.533.998,15	398.799.863,32
2020	79.161.495,52	105.094.898,70	746.915.892,35	531.594.857,56	382.943.911,31

Fonte: adaptado de Brasil (2021a).

estados e municípios de receitas que lhes permitissem a autonomia financeira. Foi adotado o regime de separação de fontes tributárias, sendo discriminados os impostos de competência exclusiva da União e dos estados.

Para o governo federal foi mantido, entre outros, os impostos de importação (que chegavam a representar, no mínimo, 50% do total arrecadado no País no começo do século 20), e aos estados cabia cobrar impostos sobre a exportação, sobre propriedades urbanas e rurais e sobre suas tranferências. A Constituição de 1891 também estabeleceu os primeiros princípios jurídicos tributários republicanos, em especial os princípios da igualdade, da uniformidade territorial e da legalidade. Essa constituição foi, no entanto, centralizadora na União em termos de criar tributos (Mendes, 2015).

A Constituição de 1934, com forte apelo social, ao criar direitos trabalhistas e a previdência social, instituiu a possibilidade de os municípios terem competência para institutir e cobrar tributos, em especial "Imposto de licenças, imposto predial e territorial urbanos, imposto sobre diversões públicas e imposto cedular sobre a renda de imóveis rurais, além de taxas sobre serviços municipais" (Varsano, 1996, p.3). A Constituição de 1934 também definiu a divisão de recursos entre os entes federativos na cobrança de certos tributos. Essas alterações abriram espaço, na Constituição de 1937, para a cobrança do ITR passar à competência de municípios (Mendes, 2015).

A Constituição de 1946, num novo contexto do País voltando à democracia, instituiu os princípios da anualidade, da anterioridade e da

legalidade tributária. Essa constituição, segundo Varsano (1996), ampliou o conceito de federalismo ao definir, por exemplo, as competências dos entes federativos (União, estados e municípios) em tributarem e a divisão dos impostos (estabelecendo a parcela do Imposto de Renda a ser destinada aos municípios, por exemplo). Essa constituição passou aos municípios a cobrança do ITR e do ITBI e isentou as pequenas propriedades da cobrança do ITR.

Em meados da década de 1960, e dois anos antes do estabelecimento da Constituição de 1967, uma reforma tributária no Brasil trouxe importantes avanços quanto à legislação tributária. A Lei nº 5.172, de 25/10/1966 (Brasil, 1966), conhecida como Código Tributário Nacional, coloca em seu artigo 1º:

> Esta lei regula, com fundamento na Emenda constitucional n. 18, de 1º de dezembro de 1965, o sistema tributário nacional e estabelece, com fundamento no artigo 5º, inciso XV, alínea b, da Constituição Federal as normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, sem prejuízo da respectiva legislação complementar, supletiva ou regulamentar.

A Constituição de 1967, que surgiu num período de regime militar, centralizou no governo federal a cobrança de vários tributos, inclusive a do ITR, mas deixou aos municípios a cobrança do IPTU. Essa constituição reforçou o conteúdo do Código Tributário Nacional, que surgiu como balizador das competências tributárias do País. Mendes (2015) destaca que esse código tem como característica a centralização da capacidade de criação de novos impostos em favor da União, com os estados e municípios sendo prejudicados. Como exemplos da nova divisão de competências, o IPTU ficou a cargo dos municípios, e o ITR ficou na responsabilidade da União. Esse favorecimento está de acordo com o progresso realizado nas constituições passadas, com tentativas de impedir a cobrança de impostos entre estados e a bitributação. Em 1969, a Emenda Constitucional nº 1 entrou em vigência, e Baleeiro (2001, citado por Mendes, 2015, p.49) destaca que apesar de ela já ter um caráter menos autoritário (pela adoção do regime de voto indireto para definição do chefe do executivo), essa emenda foi restritiva quando se analisa alguns princípios tributários, como o da legalidade e o da anualidade.

Já em novo período democrático, a Constituição de 1988 introduz o princípio da capacidade contributiva no pagamento dos tributos, a simplificação tributária e a função social da propriedade. Isso explica as mudanças na cobrança de ITR instituidas em 1994, visando a sua extrafiscalidade e a preferência por tributos diretos.

Evolução histórica do ITR: um breve contexto

Meneghetti Neto (1992) divide o histórico do ITR entre três fases: de 1934 a 1979; de 1980 a 1990, caracterizada por mudanças nas legislações; e a partir de 1990. Como Meneghetti Neto (1992) não contemplou as mudanças instituidas na década de 2000, ele não percebeu que essa época compõe uma nova fase na evolução do ITR, em especial sua "municipalização", a partir de 2008.

A primeira fase inicia-se com a criação do ITR, com a Constituição de 1934, que separou o imposto territorial então existente entre o rural e o urbano. Em 1961, uma emenda constitucional transferiu a cobrança desse imposto aos municípios, mas três anos depois sua arrecadação voltou à União, e a receita era transferida aos municípios nos quais os imóveis rurais estavam localizados. O fim dessa primeira fase é caracterizado pela cobrança do imposto pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), a partir de 1970.

Além do fato de o imposto em questão não ser cobrado constantemente por uma mesma esfera da União ou por um só ente público, Meneghetti Neto (1992) define como causas da ineficácia do imposto aspectos como o distanciamento entre o contribuinte e quem cobrava o tributo, o cálculo de difícil entendimento para

determinação do valor a ser cobrado e a alta centralização da estrutura de arrecadação. Portanto, observa-se que, desde o seu início, a cobrança do ITR estava em desacordo com princípios econômicos, como o da simplicidade e o da progressividade, necessários a um sistema tributário ideal.

Na segunda fase descrita por Meneghetti Neto (1992), surge o conceito de progressividade na cobrança do ITR. A partir de um decreto-lei, foi instaurado o conceito de "tamanho ideal" do imóvel em cada município e, além disso, uma relação entre esse tamanho ideal e a área aproveitável do imóvel. O primeiro era denominado módulo fiscal do município; e o segundo, módulo fiscal do imóvel.

A progressividade ocorreria caso a utilização da terra não atingisse, de maneira geral, de 10% a 30% da área do imóvel rural. Não se enquadrando o imóvel nesses limites, a progressividade era imposta de forma que nos três primeiros anos o valor do ITR a ser pago seria dobrado. Todavia, o sistema apresentava claras distorções pelos valores irrisórios de utilização da terra que ocorreriam em várias parte do Brasil e por não se tratar especificamente de produtividade, mas, sim, de uso da terra. Outro problema decorria do fato de que, passados os três primeiros anos de cobrança progressiva, o imposto tornava-se constante novamente, não desestimulando a especulação e a manutenção de terras improdutivas.

A Constituição de 1988 não alterou muito a ineficácia de arrecadação e tributação do ITR no sentido de impedir sua sonegação e a especulação com terras. Vale destacar que não foram incluídas definições a respeito de produtividade, que se faz de extrema importância quando se fala do uso da terra e seria um quesito mais fidedigno a ser incluído na cobrança do tributo em apreço do que o grau de utilização da terra.

Em 1990, começou a terceira fase na evolução do ITR e pode-se afirmar que não houve muitos avanços para corrigir o desalinhamento da cobrança do imposto com os princípios da tributação ideal. É verdade que, no início da década de 1990, uma série de medidas para cadastramento dos donos de terra passaram pelo Congresso Nacional, mas um importante projeto de lei para taxar propriedades improdutivas e que iria aumentar a abrangência da progressividade da cobrança do ITR foi barrada também pelo Congresso (Meneghetti Neto, 1992).

Petti (1998) destaca que até 1997 as alíquotas do ITR iam de 0,02% a 4,5%. A partir de então, a nova legislação do tributo passou a considerar alíquotas de 0,03% a 20%. Diversos aumentos significativos de alíquotas foram sancionados, mas Petti (1998) conclui que uma alta gradual das alíquotas, aliada à melhor administração dos recursos provenientes do valor cobrado, traria resultados mais benéficos quando se considera o ITR como instrumento de política positiva aos produtores que mantêm alto nível de produtividade e que pune aqueles que usam a terra para especulação e as mantêm improdutivas.

Outro fator importante a ser mencionado é que, a partir de 1997, o próprio contribuinte passou a calcular e informar o valor do ITR a ser pago. Uma plataforma eletrônica auxilia o produtor no cálculo do imposto, o que ampliou sua simplicidade. No entanto, a autodeclaração pode causar distorções quanto ao valor a ser recolhido. Aliado à má fiscalização, isso não traz segurança no sentido de impedir a sonegação nem a especulação com terras, além de comprometer a equidade na cobrança do ITR. Isso, porque como o Incra não tem incentivos para fiscalizar plenamente o uso da terra dentro dos imóveis rurais, abre-se espaço para o produtor omitir a informação correta sobre o tamanho da área explorada e do VTN/ha e pagar um valor menor do ITR do que o de fato devido, o que fere o princípio da progressividade.

Outra questão interessante é que, a partir de 1997, é preciso informar à Receita Federal as áreas ocupadas com Reserva Legal e com Áreas de Preservação Permanente (APPs) dentro das propriedades rurais, o que gera, inclusive, benefícios na alíquota cobrada do ITR para quem atende a essas exigências. Essa é uma medida que busca compensar, ainda que parcialmente,

o produtor rural pelo cumprimento da função social da propriedade.

A Lei 12.651, de 25/5/2012 (Brasil, 2012, art.29), conhecida como 3º Código Florestal, instituiu o Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é o

> [...] registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

No CAR, cujo número deve ser informado na declaração anual do ITR, devem constar, entre outros, a localização geográfica da Reserva Legal e das APPs. Isso, em tese, permite a fiscalização eletrônica das informações contidas no ITR.

ITR: fase atual – aspectos fiscais e extrafiscais

Com o passar dos anos, a distinção entre a propriedade rural e a urbana passou a ser incluída nos artigos das constituições dos países, com considerações não só a respeito do direito à propriedade, mas de um outro aspecto que é definido por Resende (2010) como o princípio da função social da propriedade, aplicado tanto a propriedades rurais quanto a urbanas.

Resende (2010) destaca que, para que o princípio da função social da propriedade seja ratificado em propriedades urbanas, é preciso que estas, por exemplo, não danifiquem o solo urbano. No caso da propriedade rural, esse princípio surge quando se faz uso dos recursos naturais de maneira adequada – prezando pela preservação do meio ambiente – e quando se respeitam as relações de trabalho, por exemplo. É desse princípio que decorre a extrafiscalidade da cobrança do ITR analisada por Santos (2015) e por IPTU ... (2019).

Segundo Resende (2010), na Constituição Federal de 1988, vigente hoje, o princípio da função social da propriedade é colocado como direito fundamental no art 5º, inciso XXIII. A constituição (Brasil, 1988, art.5º, inc. XXIII) dispõe: "[...] a propriedade atenderá sua função social [...]". Segundo Guimarães (2016), o ITR está previsto no art. 153, incisivo VI e parágrafo 4º da Constituição Federal. No primeiro inciso desse artigo, já se observa a influência do caráter extrafiscal do tributo, já que se destaca o caráter progressivo das suas alíquotas para desestimular a manutenção de terras improdutivas.

O inciso VII do artigo 153 da Constituição Federal (Brasil, 1988) trata da isenção fiscal quanto ao pagamento de ITR pelas pequenas propriedades definidas como glebas. De acordo com Bacha (2014), essa pequena propriedade conta: com área igual ou inferior a 100 ha, se localizada na Amazônia Ocidental ou no Pantanal; igual ou inferior a 50 ha, se localizada no Polígono das Secas ou na Amazônia Oriental; igual ou inferior a 30 ha, se localizada em qualquer outro município, desde que o proprietário não possua outro imóvel rural ou urbano, vedado arrendamento, comodato ou parceria. Essas isenções são coerentes com o princípio da redução das desigualdades regionais, apesar de serem insuficientes para alcançar tal redução.

Ainda são isentos do pagamento do ITR, de acordo com Bacha (2014), os imóveis rurais que pertencem à União, aos estados ou aos municípios; o conjunto de propriedades de único dono cuja áreas sejam equivalentes ao tamanho de gleba rural, como especificado acima; e o imóvel de assentamento destinado à reforma agrária que também corresponda à área de gleba rural.

O ITR é declarado anualmente pelo fazendeiro, com data limite estipulada no dia 30 de setembro de cada ano, e é arrecadado e fiscalizado pela Secretaria de Receita Federal e fiscalizado paralelamente pelo Incra. Da receita com sua arrecadação, metade é destinada ao estado e metade ao município onde se localiza o imóvel, apesar de a arrecadação e fiscalização serem por conta de órgão da União. Não obstante, é possível que o município receba 100% do valor arrecadado com o tributo caso ele opte por fazer convênio com a Secretaria da Receita Federal (regulamento de 2008), comprometendo-se a informar o VTN/ha e ajudar na fiscalização da cobrança do ITR.

O valor do ITR é calculado considerando-se: a área total do imóvel, o grau de utilização da área aproveitável, o valor da terra nua e a área sujeita à tributação (área total do imóvel menos as APPs, as reservas legais e as reservas de patrimônio natural). A fórmula para o cálculo do imposto, a partir da reformulação de 1997, como evidenciada por Bacha (2014, p.32), é dada por

ITR = (*VTN*/ha) × *alíquota* × *área sujeita à tributação*

É o fazendeiro quem declara os três fatores do lado direito da equação acima. Com base na área total do imóvel, que, em princípio, é a que está no Cafir (cadastro do imóvel rural), cabe ao fazendeiro informar qual é a área com reserva legal, com APP e com reserva particular do patrimônio natural, de modo que se obtenha, assim, a área tributável. Da área tributável, o fazendeiro indicará qual é a área aproveitável e quanto dela ele usa. A razão área utilizada/área aproveitável dá o grau de utilização do imóvel, e esse é o parâmetro para se determinar a alíquota do ITR (Tabela 2).

Observa-se que quanto menor for a área total do imóvel e maior for o grau de utilização da área aproveitável, menor será a alíquota inserida no cálculo do tributo e, consequentemente, menor será o valor pago pelo proprietário.

No caso de um fazendeiro possuir um imóvel rural de até 50 ha e, da área aproveitável, declarar que usa mais de 80% dela, então a alíquota de ITR a ser paga é de 0,03%. Mas se o fazendeiro tiver um único imóvel contínuo com área de 400 ha, e mesmo com grau de utilização acima de 80% da área aproveitável, a alíquota do ITR será de 0,10%, ou seja, o triplo da alíquota anterior.

Conforme a Tabela 2, não interessa a um fazendeiro possuir um único imóvel contínuo com área acima de 5 mil ha, e sim até 100 imóveis de pouco mais de 50 ha cada, pois, no primeiro caso, a alíquota do ITR será, no mínimo, de 0,45%, enquanto no segundo caso a alíquota será de apenas 0,07%.

Apesar de a alíquota do ITR ser progressiva (podendo atingir 20%), isso só ocorre se o fazendeiro, de fato, não explorar adequadamente sua propriedade. Mesmo no caso de um imóvel contínuo com 10 mil ha, por exemplo, o fazendeiro pode declarar que usa mais de 80% de sua área aproveitável e pagará, assim, a alíquota de 0,45%.

Tais constatações levaram muitos autores, como IPTU... (2019), a destacarem como deficiente a progressividade das alíquotas prevista na Tabela do ITR, que não impediria a especulação com terras nem a sonegação do valor correto do imposto.

Apesar da importância extrafiscal prevista no texto da Carta Magna brasileira e da imposição de órgãos encarregados da arrecadação e da fiscalização do ITR, não se pode afirmar que

Tabela 2. Alíquotas de cobrança do ITR segundo a área total do imóvel e o grau de utilização da área aproveitável.

Área total do imóvel (ha)	Grau de utilização (GU) (%)				
	Até 30	Maior que 30 até 50	Maior que 50 até 65	Maior que 65 até 80	Maior que 80
Até 50	1,00	0,70	0,40	0,20	0,03
Maior que 50 até 200	2,00	1,40	0,80	0,40	0,07
Maior que 200 até 500	3,30	2,30	1,30	0,60	0,10
Maior que 500 até 1.000	4,70	3,30	1,90	0,85	0,15
Maior que 1.000 até 5.000	8,60	6,00	3,40	1,60	0,30
Maior que 5.000	20,00	12,00	6,40	3,00	0,45

Fonte: Brasil (1996).

esse imposto vinha cumprindo, até o começo do século 21, com suas funções de arrecadação e de desestímulo ao uso ineficiente de terra. Brugnaro et al. (2003 citado por Bacha, 2014, p.34-35) afirmam que o Brasil perde anualmente em arrecadação cerca de R$ 2 bilhões com o ITR. Isso se deve tanto pelo fato de os produtores não declararem corretamente o uso da terra (maior do que a realidade) tanto pelo alto custo da fiscalização a cargo do Incra, sem que o órgão receba porcentagem da arrecadação, o que não estimula o controle eficiente desta.

Outros autores também destacam o papel do caráter extrafiscal do ITR. Santos (2015) argumenta a respeito da importância da função social que a propriedade exerce no Brasil, tomando como base o art. 5º da Constituição Federal, que trata da inviolabilidade de direitos à liberdade, à vida, à igualdade, à segurança e à propriedade, que todos os brasileiros e estrangeiros aqui residentes possuem.

Com a cobrança do ITR de forma progressiva, esperava-se incentivar o dono da terra a não só exercer seu direito à propriedade, mas também beneficiar a coletividade com os ganhos da sua produção, além de beneficiar a todos com a preservação do meio ambiente.

Santos (2015) também estudou as formas de maximizar o uso dos imóveis, via impostos sobre as propriedades urbana e rural, como forma de atingir sua função social. Para tanto, a extrafiscalidade seria um dos meios de o Estado sustentar o desenvolvimento econômico e social do País.

Appy & Moutinho (2015), em trabalho para o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), avaliam se o ITR tem contribuído para que se cumpra a legislação ambiental prevista no Código Florestal brasileiro e traz sugestões nesse sentido. O trabalho dá prioridade ao fato de que a Amazônia sofre com o desmatamento de terras públicas e a manutenção de terras improdutivas, e isso decorre, de acordo com o estudo, do baixo custo do ITR, que torna viável a especulação com terras e sua improdutividade. Para confirmar tal fenômeno, Appy & Moutinho (2015) afirmam que o valor médio do ITR foi de R$ 133,25 por imóvel, e o valor do imposto por hectare foi de cerca de R$ 2,00, mesmo com a dimensão dos imóveis variando bastante – de 20 ha até cerca de 2.300 ha.

Apesar de a estrutura de alíquotas do ITR ocorrer de forma progressiva, a maioria dos produtores atesta que 80% ou mais da área tributável é produtiva, o que diminui bastante o valor do tributo. Esse grau de utilização da terra (acima de 80% da área aproveitável) é, certamente, fora da realidade e decorre dos problemas de fiscalização mencionados aqui e do fato de que, conforme Appy & Moutinho (2015), a arrecadação do ITR é feita com base na declaração espontânea do dono da terra. Além disso, os autores afirmam que, em meados da primeira decada do século 21, não havia um cadastramento de imóveis georreferenciados que permitisse acesso rápido e fácil pela Receita Federal e pelos municípios, e que muitos municípios que buscaram a municipalização da cobrança do imposto conseguiram elevar o valor arrecadado, mas ainda aquém do potencial.

Em consonância com seu trabalho de 2015, Bernard Appy retoma em 2019 as críticas à forma como o ITR é declarado, fiscalizado e cobrado pelos entes públicos e privados. Nesse novo trabalho, realizado por intermédio do Instituto Escolhas, IPTU... (2019), estão dados que fundamentam a ineficácia do tributo. O autor destaca, principalmente, a não execução do caráter extrafiscal e alíquotas que na prática são inviáveis de ser aplicadas. Além disso, o autor faz severas críticas ao fato de que é o próprio produtor rural quem declara o grau de utilização produtivo da terra. Por último, destaca o fato de que a Tabela de Lotação da Pecuária, que estabelece índices mínimos da produtividade da atividade, não é atualizada desde 1980.

Para IPTU... (2019), a arrecadação do ITR em 2018 foi de R$ 1,5 bilhão, representando apenas 0,02% da receita tributária total dos governos. No mesmo ano, a arrecadação com o IPTU foi de R$ 45 bilhões, ou seja, 30 vezes maior

do que a do ITR. A pequena representatividade do ITR na receita tributária vai na contramão da importância do agronegócio para a economia nacional. O agronegócio gera sucessivos superávits na balança comercial e foi responsável em 2021 por 23% do PIB do País, segundo dados do Cepea/Esalq/Usp (Cepea, 2022).

A partir desses fatos, em IPTU... (2019) são defendidos cenários com pequenas, mas importantes, mudanças na sistemática de cobrança do ITR. A primeira delas é romper com sua autodeclaração pelos proprietários rurais. A segunda propõe a atualização da Tabela de Lotação da Pecuária, o que permitiria melhor fiscalização quanto ao grau de utilização da terra. Segundo os autores, a cobrança do ITR deveria ser feita pela União (e não com base na autodeclaração do fazendeiro) e usando o georreferenciamento da propriedade. Caso esse cenário se concretizasse, a arrecadação com o ITR poderia saltar para o patamar de R$ 5,8 bilhões por ano, ou seja, quase quatro vezes superior à de 2018.

Num cenário intermediário, o estudo propôs uma atualização da produtividade da atividade pecuária – a tabela usada como referência é a mesma desde a década de 1980 –, o que permitiria melhor checagem do grau de utilização da área produtiva: "O valor médio de cabeças/ha sobe de 0,56 na atual tabela para 1,37 [...]". Com tal medida, a arrecadação do ITR iria para um patamar anual de R$ 14,3 bilhões. Já o último cenário propõe aumento do número de propriedades declarantes – de 1,58 milhão para 1,76 milhão – e aumento da área tributável, de 177,8 milhões para 255,76 milhões de hectares. Juntando tais propostas, a arrecadação com o ITR subiria para um patamar próximo dos R$ 17 bilhões, mais do que 11 vezes a arrecadação de 2018.

Com as atualizações propostas, o ITR passaria a ser um instrumento de regulação, que inibiria um cenário manutenção de terras improdutivas e de especulação com elas, e atenderia ao caráter extrafiscal implícito no tributo.

Silva (2013) destaca a função social do imóvel como garantidora do direito de propriedade previsto constitucionalmente. O autor define função social como sendo a necessidade de se manter a propriedade produtiva para beneficiar não só o proprietário, mas também a toda a sociedade, assumindo a dita "busca pelo bem comum". Silva (2013) conclui atestando a necessidade de o Estado melhorar a fiscalização e sugere o esforço da sociedade civil para mudar tanto a questão da arrecadação quanto a fiscalização do imposto em apreço.

A municipalização do ITR: adoção do Convênio IN 884/2008 pelos municípios brasileiros

A Lei nº 11.250, de 27/12/2005 (Brasil, 2005), cria a possibilidade de municípios auxiliarem no cálculo do VTN/ha e na fiscalização do ITR, de modo a ficarem com 100% da arrecadação do tributo. O Decreto nº 6.433, de 15/4/2008 (Brasil, 2008a), regulamentou aspectos dessa lei e criou o Comitê Gestor do ITR. Finalmente, a Instrução Normativa 884 da Receita Federal (Brasil, 2008b) e suas posteriores alterações definem procedimentos para a celebração de convênios dos municípios com a Receita para o cálculo e fiscalização da cobrança do ITR. Pode-se, assim, definir 2008 como o ano em que, de fato, inicia-se a chamada municipalização do ITR.

Reydon & Oliveira (2015) sustentam que não há melhor maneira de otimizar a fiscalização do ITR do que descentralizar sua cobrança e, por isso, defendem a assinatura de um convênio pelos municípios para que 100% da arrecadação do ITR seja transferida a eles. Esses autores destacam também que a Constituição de 1988 não havia dissertado a respeito do tema em específico e que a legislação de 2005 abriu precedentes jamais vistos.

Lenti & Silva (2016) afirmam que o processo de municipalização do ITR ainda não tem sido eficaz no sentido de diminuir a sonegação do ITR, que é considerável. Um contraponto a isso é o fato de que, uma vez conveniado, o município recebe a totalidade dos recursos arrecadados, sem nenhuma parcela ao estado onde se

situa o imóvel rural, o que serve de incentivador a uma fiscalização cada vez mais eficiente da cobrança do ITR.

Para Lenti & Silva (2016), o Decreto nº 6.433, instituído em 2008, que possibilitou a criação do Comitê Gestor do ITR, fez com que a União capacitasse diversos servidores para melhor resolver questões burocráticas relacionadas à arrecadação do imposto em questão, aumentando, assim, o número de municípios conveniados na sua fiscalização ao longo dos anos.

Todavia, esse processo de municipalização do ITR não deixa de ser custoso, e Lenti & Silva (2016) afirmam que isso poderia inibir a adesão de um município. Isso, de certo modo, está de acordo com o pensamento imediatista presente no setor público, em que é, inegavelmente, incomum se pensar no longo prazo, cujos retornos seriam consideravelmente mais expressivos.

Santos & Lages (2012) fizeram uma análise comparativa entre municípios de Alagoas que optaram pelo convênio e outros que continuaram com o regime de repartição do ITR com o estado. Os autores concluíram que os municípios conveniados obtiveram aumento de arrecadação do ITR bem acima do obtido pelos outros. No Município de Coqueiro Seco, o aumento foi de mais de 1.000% no montante arrecadado com o ITR de 2008 a 2012. Os municípios de Boca da Mata, Coruripe, Ibateguara, Maragogi e Messias exibiram tendência de aumento do valor arrecadado do ITR a partir da opção pelo convênio instituído pela IN 884/2008. Municípios analisados que não optaram pelo convênio – como Arapiraca, Batalha, Cajueiro, Marechal Deodoro, São Miguel dos Campos e Viçosa – e concentram terras agricultáveis não apresentaram essa tendência de aumento da arrecadação do ITR.

Portanto, não há na literatura trabalho que avalie, para todo o País, os impactos da adoção do convênio IN 884/2008 pelos municípios na arrecadação do ITR. Isso será feito a seguir.

Impactos da municipalização do ITR em sua arrecadação

Focando especificamente em 2000–2020, é possível avaliar os impactos da municipalização do ITR nas arrecadações dos municípios. A Tabela 3 mostra o número de municípios com convênio na arrecadação de ITR em 2017 e 2020. A redução de 2017 para 2020 foi relativamente maior na região Norte (12,4%) e relativamente menor no Sul (1,1%) e decoreu, principalmente, do descredeciamento dos municípios que não cumpriram parte do convênio a que se refere a IN 884 (e suas atualizações).

Tabela 3. Arrecadação do ITR – número de municípios conveniados e não conveniados e porcentagem dos municípios conveniados, por região, em 2017 e 2020.

Região	2017			2020		
	Total de municípios	Número de municípios conveniados	Porcentagem de conveniados no total de municípios	Total de municípios	Número de municípios conveniados	Porcentagem de conveniados no total de municípios
Norte	426	145	34,0	450	127	28,2
Nordeste	1.772	205	11,6	1.793	188	10,5
Centro-Oeste	467	400	85,7	466	373	80,0
Sudeste	1.667	792	47,5	1.668	711	42,6
Sul	1.190	553	46,5	1.191	547	45,9
Brasil	**5.522**	**2.095**	**37,9**	**5.568**	**1.946**	**34,9**

Fonte: Brasil (2021b).

A Figura 1 mostra a evolução da arrecadação de ITR por região (a preços de 2020). A partir de 2008, há significativos aumentos dessas arrecadações, em especial no Centro-Oeste, que a partir de 2014, torna-se a região que mais arrecada o tributo no Brasil.

A Tabela 4 mostra as taxas geométricas de crescimento anual da arrecadação do ITR no Brasil. De 2008 a 2017, houve crescimento real da arrecadação em todas as regiões, com destaque para o Centro-Oeste (15,1% a.a.).

O descredenciamento de vários municípios nordestinos em 2018–2020 afetou a arrecadação do tributo na região: decréscimo de 1,88% a.a. em 2017–2020.

A equação $ITR = a + b \times tempo + c \times Dummy\ (tempo - 2008)$ foi estimada (com os dados da Tabela 1) com o ITR em nível (Tabela 5) e em logaritmo natural (Tabela 6). As estimativas com dados em nível apresentaram os melhores resultados.

Conforme a Tabela 5, o teste Durbin-Watson (a 5% de significância) não indicou a presença de autocorrelação dos resíduos para a regressão referente à região Norte e foi inconclusivo para as demais regiões. O VIF foi de 8,31, o que não indica multicolinearidade entre as variáveis explicativas, segundo Gujaratti (2006), e o Chi-quadrado do teste de White não indica presença de heterocedasticidade.

De modo geral, o R^2 e o teste F foram bons para as estimativas, bem como o sinal positivo e o nível de significância estatística para o coeficiente associado à variável de quebra da tendência [variável dummy*(tempo - 2008)]. A exceção foi a regressão para o Nordeste.

Pela Tabela 5, a cada ano, a partir de 2008, a receita com o ITR no Centro-Oeste tem tendência de aumentar R$ 47,9 milhões. Os aumentos anuais no Sudeste e no Sul seriam de R$ 25,3 milhões e de R$ 17,8 milhões e, sem essa quebra causada pela municipalização, a

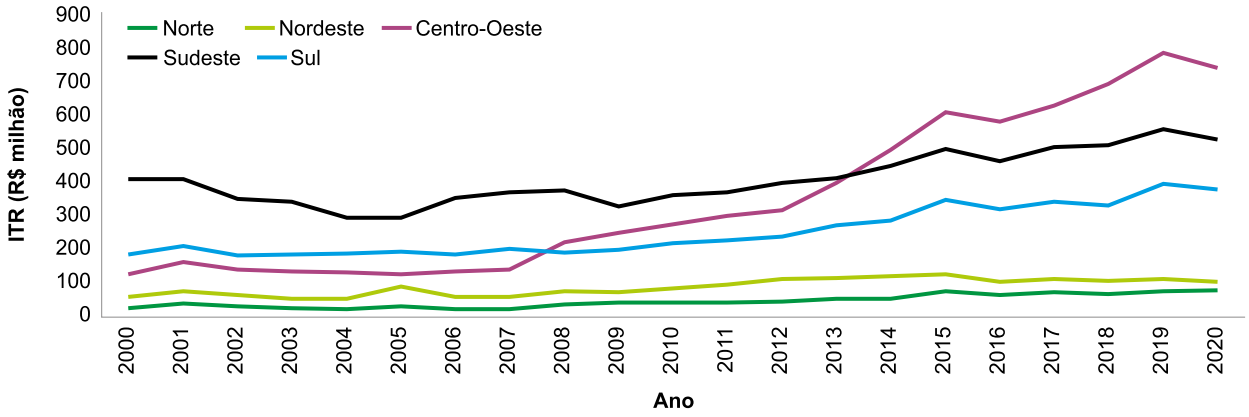


Figura 1. Evolução da arrecadação do ITR, por região, a preços de 2020 (R$ milhão), em 2000–2020.

Fonte: Brasil (2021b).

Tabela 4. Arrecadação do ITR – taxa geométrica de crescimento do total arrecadado, por região, em períodos selecionados (%).

Período	Norte (%)	Nordeste (%)	Centro-Oeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)
2000 a 2007	-3,87	-0,03	-0,61	-2,45	0,14
2007 a 2017	9,75	6,45	15,1	3,84	6,66
2017 a 2020	2,58	-1,88	6,28	2,09	4,79

Fonte: elaborado com dados de Brasil (2021b).

Tabela 5. Resultados das regressões, por região, considerando o valor real do ITR arrecadado.

Região	Constante	Tempo	Dummy (tempo – 2008)	R^2 ajustado	F	Durbin-Watson	VIF médio	Teste de White
Norte	2,81e+07	505.831	3.757.556	0,8994	90,45	1,8901	8,31	0,37
	[6,56] (0,000)	[0,77] (0,449)	[3,93] (0,001)		(0,000)	(não há autocorrelação)		(0,9847)
Nordeste	5,62e+07	2.814.765	739.662	0,6570	20,16	1,1863	8,31	2,96
	[5,74] (0,000)	[1,88] (0,076)	[0,34] (0,739)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,5651)
Centro-Oeste	1,24e+08	4.925.446	4,79e+07	0,9768	421,83	1,5553	8,31	3,13
	[5,10] (0,000)	[1,33] (0,201)	[8,82] (0,000)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,5369)
Sudeste	3,89e+08	-6.351.114	2,53e+07	0,8418	54,20	1,3412	8,31	6,44
	[18,61] (0,000)	[-1,99] (0,062)	[5,41] (0,000)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,1686)
Sul	1,96e+08	-660.673	1,78e+07	0,9569	223,26	2,4943	8,31	3,31
	[19,00] (0,000)	[-0,42] (0,680)	[7,72] (0,000)]		(0,000)	(inconclusivo)		(0,5069)

Notas: [ ] = estatística t-student; ( ) = significância estatística.

Tabela 6. Resultados das regressões, por região, considerando o logaritmo natural do valor real do ITR arrecadado.

Região	Constante	Tempo	Dummy (tempo – 2008)	R^2 ajustado	F	Durbin-Watson	VIF médio	Teste de White
Norte	17,1161	0,022262	0,062155	0,8309	50,12	1,4186	8,31	4,41
	[142,19] (0,000)	[1,21] (0,242)	[2,31] (0,033)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,3534)
Nordeste	17,8651	0,035968	0,004052	0,6511	19,66	1,3958	8,31	6,38
	[153,87] (0,000)	[2,03] (0,058)	[0,16] (0,878)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,1728)
Centro-Oeste (MQO)	18,5646	0,057391	0,074899	0,9455	174,49	0,77756	8,31	4,49
	[171,86] (0,000)	[3,48] (0,003)	[3,10] (0,006)		(0,000)	(há autocorrelação positiva)		(0,3435)
Centro-Oeste (Cochrane-Orcut)	18,20053 [35,65] (0,000)	0,106045 [1,71] (0,106)	0,0103789 [0,15] (0,886)	0,7221	25,69 (0,000)	1,52848 (inconclusivo)	8,31	4,49 (0,3435)
Sudeste (MQO)	19,7643	-0,014377	0,058416	0,7940	39,54	1,182776	8,31	7,35
	[345,71] (0,000)	[-1,65] (0,117)	[4,58] (0,000)		(0,000)	(inconclusivo)		(0,1184)
Sudeste (correção de White)	19,76425 [291,56] (0,000)	-0,014377 [-1,53] (0,143)	0,0584162 [4,48] (0,000)	0,8146	44,90 (0,000)	1,182776 (inconclusivo)	8,31	7,35 (0,1184)
Sul	19,07208	0,002314	0,059469	0,9570	223,34	2,153216	8,31	2,33
	[498,40] (0,000)	[0,40] (0,697)	[6,96] (0,000)		(0,000)	(não há autocorrelação dos resíduos)		(0,6751)

Notas: [ ] = estatística t-student; ( ) = significância estatística.

inércia temporal do ITR não levaria a aumentos das arrecadações nessas duas regiões, pois os coeficientes associados à variável tempo são negativos para elas.

Para a regressão com os logaritmos naturais do valor arrecadado com ITR, há problemas de ocorrência de autocorrelação positiva dos resíduos para o Centro-Oeste, e o Chi-quadrado do teste White foi significativo a 12% para o Sudeste. Por isso, foram rodadas também a equação com correção de Chrocane Orcut para o Centro-Oeste e com correção de White para o Sudeste. Os resultados (Tabela 6), apesar de não serem melhores do que os da Tabela 5, indicam o impacto positivo da municipalização do ITR em sua arrecadação, em especial para as regiões Norte, Sudeste e Sul.

Considerações finais

A literatura destaca alguns princípios econômicos (equidade, progressividade, neutralidade e simplicidade) e jurídicos (função social da propriedade, redução das desigualdades regionais, isonomia, vedação ao confisco e uniformidade geográfica) a serem perseguidos por um sistema tributário ideal. Este trabalho analisou a evolução do ITR no Brasil, de 1934 a 2020, buscando identificar como esses princípios foram introduzidos nas constituições brasileiras e, em especial, na sistemática de cálculo e cobrança desse imposto. Especial atenção foi dada ao período de 2000 a 2020 de modo a verificar os impactos, a partir de 2008, da chamada "municipalização do ITR".

No período analisado aqui, foram várias as mudanças em relação aos entes federativos responsáveis pela cobrança do ITR (passando dos estados aos municípios e voltando à União), bem como em relação ao cálculo do valor cobrado. A sistemática de cálculo do ITR adotada na década de 2000 é mais simples do que as anteriores. Porém, apesar de ela sugerir a progressividade na cobrança do tributo (devem pagar mais os com maior capacidade de pagamento), os fazendeiros podem adotar várias maneiras para que isso não seja tão impactante em suas atividades. Isso explica, em parte, porque no Brasil a arrecadação com o ITR é 1/30 do que se arrecada com o IPTU, apesar de a área urbana ser bem menor do que a área rural do País.

A cobrança do ITR tem mantido a uniformidade geográfica de suas alíquotas, mas não serve com instrumento de redução de desigualdades regionais. O propósito de cobrar alíquotas maiores em estabelecimentos grandes e pouco produtivos busca atingir o princípio social da propriedade, mas, como dito acima, essa extrafiscalidade pode ser burlada pelo fazendeiro.

As mudanças mais recentes na cobrança e fiscalização do ITR, chamadas de municipalização do tributo, têm causado, principalmente, aumentos de receitas aos municípios, em especial no Centro-Oeste, região que se destaca, desde 2014, como a que gera maior arrecadação do ITR no País.

Os resultados econométricos indicam que sem a mudança estrutural causada pela municipalização não haveria, no Sul e Sudeste, aumento da arrecação do ITR, pois a inércia temporal apresentou sinal negativo na arrecadação nessas regiões. Mas por causa da municipalização do ITR, essas regiões conseguem, ano a ano, aumentar suas receitas com o ITR em R$ 25,3 milhões e R$ 17,8 milhões (a preços de 2020), respectivamente. Mas o maior aumento de arrecadação com esse tributo vem do Centro-Oeste, que, por causa da municipalização, gerou, de 2008 a 2020, aumento de R$ 47,9 milhões por ano em sua receita.

Referências

APPY, B.; MOUTINHO, P. (Coord.). **O imposto territorial rural como forma de induzir boas práticas ambientais**. [Brasília]: Ipam, 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/o-imposto-territorial-rural-como-forma-de-induzir-boas-praticas-ambientais>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BACHA, C.J.C. **Tributação no agronegócio**: análise de seus impactos sobre preços, folha de pagamento e lucros. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Alínea, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.433, de 15 de abril de 2008**. Institui o Comitê Gestor do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - CGITR e dispõe sobre a forma de opção de que trata o inciso III do § 4o do art. 153 da Constituição, pelos Municípios e pelo Distrito Federal, para fins de fiscalização e cobrança do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. 2008a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6433.htm>. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.250, de 27 de dezembro de 2005. Regulamenta o inciso III do § 4º do art. 153 da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, 28 dez. 2005. Seção1, p.1. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=28/12/2005>. Acesso em: 17 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Seção1, p.1-8.

BRASIL. **Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966**. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. 1966. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172.htm>. Acesso em: 13 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9393.htm#art11>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Receita Federal. **Arrecadação das Receitas Federais – 1994 a 2021. xlsx**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/receitadata/arrecadacao/serie-historica/arrecadacao-das-receitas-federais-1994-a-2021-1.xlsx/view>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Economia. Receita Federal. **Arrecadação ITR por Município**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/receitadata/arrecadacao/arrecadacao-itr-por-municipio>. Acesso em: 29 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Instrução Normativa SRF nº 256, de 11 de dezembro de 2002. Dispõe sobre normas de tributação relativas ao Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 13 dez. 2002. Seção1, p.99-124.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. **Instrução Normativa SRF nº 884, de 5 de novembro de 2008**. Dispõe sobre a celebração de convênio entre a Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB), em nome da União, o Distrito Federal e os Municípios para delegação das atribuições de fiscalização, inclusive a de lançamento de créditos tributários, e de cobrança do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR). 2008b. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=15844&visao=anotado#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20celebra%C3%A7%C3%A3o%20de,Propriedade%20Territorial%20Rural%20(ITR)>. Acesso em: 29 out. 2022.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Cepea%2C%2021%2F09%2F2022,no%20primeiro%20semestre%20deste%20ano>. Acesso em: 29 out. 2022.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A.C. **Finanças públicas**: teoria e prática no Brasil. 3.ed. [Rio de Janeiro: Elsevier], 2000. p.38-43.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, M.A. **Imposto Territorial Rural (ITR)**. 2016. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/52939/imposto-territorial-rural-itr>. Acesso em: 10 jun. 2018.

GUJARATI, D. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

IPTU do campo pode render até 10 vezes mais, de acordo com estudo. 11 abr. 2019. Disponível em: <https://www.jb.com.br/economia/2019/04/995025-iptu-do-campo-pode-render-ate-10-vezes-mais--de-acordo-com-estudo.html>. Acesso em: 17 abr. 2019.

LENTI, F.E.D.; SILVA, A.P.M. **Repensando o imposto territorial rural para fins de adequação ambiental**. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9230>. Acesso em: 30 jul. 2019.

LIMA, E.C.P. **Reforma Tributária no Brasil**: entre o ideal e o possível. Brasília: IPEA, 1999. (IPEA. Texto para discussão, 666). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2751/1/td_0666.pdf>. Acesso em: 29 out. 2022.

MENDES, E.M. A tributação ao longo das constituições brasileiras: evolução histórica e reflexos no exercício

da cidadania. **(Re)pensando Direito**, ano5, p.33-54, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/229767702.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019.

MENEGHETTI NETO, A. Imposto Territorial Rural (ITR): algumas considerações. **Indicadores Econômicos FEE**, v.20, p.185-199, 1992.

PETTI, R. O que há de novo no novo Imposto Territorial Rural (ITR). **Indicadores Econômicos FEE**, v.26, p.308-324,1998.

RESENDE, A. de S. A propriedade e sua função social - análise do princípio sobre o IPTU e o ITR. **Conteúdo Jurídico**, 27 out. 2010. Disponível em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/22009/a-propriedade-e-sua- funcao-social-analise-do-principio-sobre-o-iptu-e-o-itr>. Acesso em: 8 ago. 2021.

REYDON, B.P.; OLIVEIRA, T.A.M. **A evolução da descentralização fiscal do ITR e a gestão territorial integral dos municípios**. 2015. Disponível em: <https://governancadeterras.com.br/wp-content/uploads/2017/10/A-EVOLU%C3%87%C3%83O-DA-DESCENTRALIZA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2021.

SANTOS, J.D.R. **Tributação com finalidade extrafiscal**: entre a confiscatoriedade e o desenvolvimento econômico-social. 2015. 117p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, V.G.B.C.B.; LAGES, A.M.G. **A "municipalização" do ITR**: uma opção viável? O caso de Alagoas. [2012]. Disponível em: <https://governancadeterras.com.br/wp-content/uploads/2017/10/A-municipaliza%C3%A7%C3%A3o-do-ITR.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

SILVA, L.K.S. e. **Imposto Territorial Rural**. 2013. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/11239/1/PDF%20-%20Lilliane%20Kelly%20Souza%20e%20Silva.pdf>. Acesso em: 10 jun 2018.

TAMARINDO, U.G.F.; PIGATTO, G. **Tributação no agronegócio**: uma análise geral dos principais tributos incidentes. Leme: JH Mizuno, 2018. 364p.

VAILATTI, D.B. Função social da propriedade, progressividade e a constitucionalidade das alíquotas do imposto territorial rural adotadas pela Lei 9393/1996. **Revista da Faculdade de Direito de São Bernando do Campo**, v.23, p.1-21, 2017.

VARSANO, R. **A evolução do sistema tributário brasileiro ao longo do século**: anotações e reflexões para futuras reformas. Rio de Janeiro: Ipea, 1996. (IPEA. Texto para discussão, 405). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0405.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

Histórico da precificação de carbono na agropecuária brasileira[1]

Rodrigo Damasceno[2]
Sílvia Helena Galvão de Miranda[3]

Resumo – O objetivo deste artigo foi descrever a implementação dos principias instrumentos de precificação de carbono para o setor agropecuário no Brasil. Apresentam-se aspectos sobre a relevância econômica do setor e sobre a parcela de suas emissões no total do País. Destaca-se uma revisão de literatura sobre a experiência internacional com a adoção de instrumentos de precificação de carbono pelo setor agropecuário, com o foco na tributação sobre o carbono – no Canadá (especificamente na Colúmbia Britânica) e na França –, e no mercado de permissão de emissões na Nova Zelândia. O histórico e a evolução das discussões sobre a inclusão do setor agropecuário, para a precificação de carbono no Brasil, também são descritos, especialmente quanto aos projetos de lei que estão em tramitação sobre esse tema. As iniciativas do setor privado para a criação de instrumentos que auxiliam a redução das emissões do setor também são abordadas. Constata-se que as barreiras atuais à incorporação dos instrumentos clássicos de precificação de carbono, para o setor agropecuário, evidenciam a necessidade de se criar novos instrumentos, para tornar esse setor menos intensivo em emissões de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: emissão de GEE, mercado de carbono, tributo sobre carbono.

History of carbon pricing in Brazilian agriculture

Abstract – The objective of this article was to describe an implementation of the main carbon pricing instruments for the agricultural sector in Brazil. We present some aspects on the economic relevance of this sector and the share of its emissions in the country. We also describe a literature review on the international experience of the agricultural sector with the adoption of carbon pricing instruments, focusing on carbon tax initiatives – in Canada (specifically in British Columbia) and France –, and on the emission trade system in New Zealand. The history and evolution as to the discussions on the inclusion of the agricultural sector for the carbon pricing instruments in Brazil are also detailed. Additionally, the private sector initiatives in the creation of instruments that contribute for the emission reductions from the agricultural sector are presented. We observed that the current

[1] Original recebido em 25/1/2022 e aprovado em 19/4/2022.

[2] Analista do Cepea/Esalq/USP. E-mail: damascenorodrigo@hotmail.com

[3] Professora associada do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP). E-mail: shgdmira@usp.br

barriers to the incorporation of carbon pricing instruments for the agricultural sector evidence the need to create new instruments to make this sector less intensive in greenhouse gas emissions.

Keywords: GHG emissions, emission trade system, carbon tax.

Introdução

Com a assinatura do Acordo de Paris e a institucionalização da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) – Decreto 9.073/2017 –, o Brasil se consolidou nas discussões internacionais sobre mitigação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) pelo fato de as metas estabelecidas serem consideradas como uma das mais ambiciosas já apresentadas – redução de 37% das emissões antrópicas em 2025 e 43% em 2030, ambas em relação às emissões do ano-base de 2005 (Rathmann, 2017).

A Figura 1 mostra a evolução das emissões brasileiras de 1990 a 2016. É importante mencionar que entre 1990 e 2008, o setor de Uso de Solo, Mudança de Uso de Solo e Florestas (LULUCF) foi o mais relevante em termos de emissões, muito por conta do desmatamento, que foi controlado desde então[4]. Destaca-se que este trabalho evidencia especificamente as atividades produtivas enquadradas no setor agropecuário e suas respectivas emissões (e possíveis remoções).

Conforme a Figura 1, desde 2009 o setor da agropecuária representa cerca de um terço das emissões nacionais. Quando se decompõem suas emissões, nota-se a relevância histórica das emissões por fermentação entérica[5], como mostrado na Figura 2.

O setor agropecuário é uma das principais fontes de emissões de GEE no Brasil e, ao mesmo tempo, é fundamental para a economia nacional. O PIB do agronegócio representou, em 2020, 26,6% do PIB do Brasil (Cepea, 2020). A Figura 3 mostra a evolução do PIB do agronegócio desagregado nos ramos agrícola e pecuário, responsáveis por, respectivamente, 69,56% e 30,44% do PIB do agronegócio em 2020.

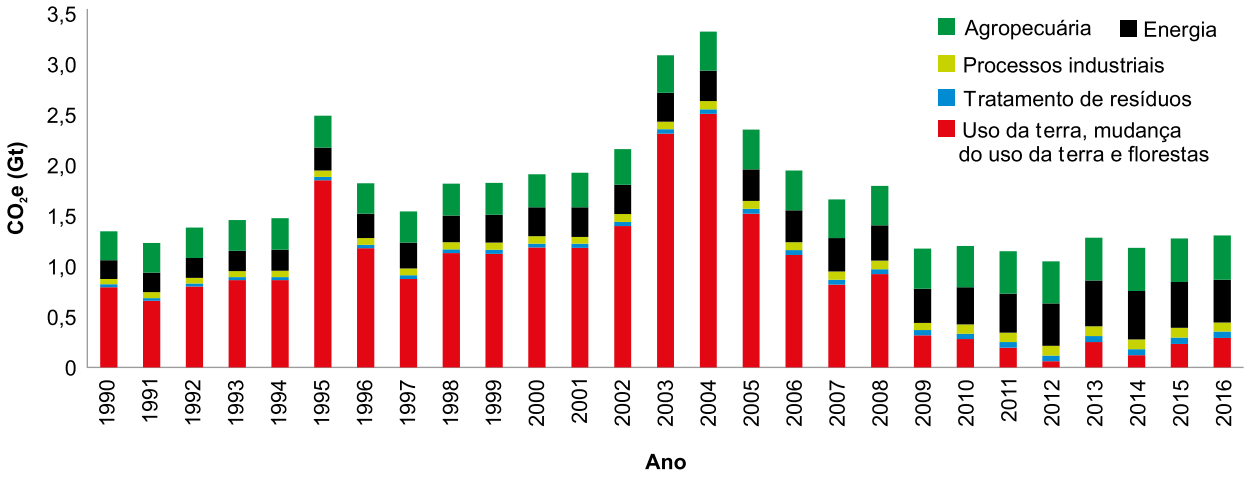


Figura 1. Evolução das emissões brasileiras, desagregadas por setor (CO_2e Gt), em 1990–2016.

Fonte: Brasil (2020).

[4] O Projeto de Monitoramento do Desflorestamento da Amazônia Legal (Prodes) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) registrou de 2009 a 2015 as menores taxas de desmatamento na Amazônia – ver Inpe (2020).

[5] A fermentação entérica é o processo digestivo dos animais herbívoros, pelo qual os carboidratos são decompostos por micro-organismos em moléculas simples a serem absorvidas pelo animal, resultando na liberação de metano (Lima et al., 2010).

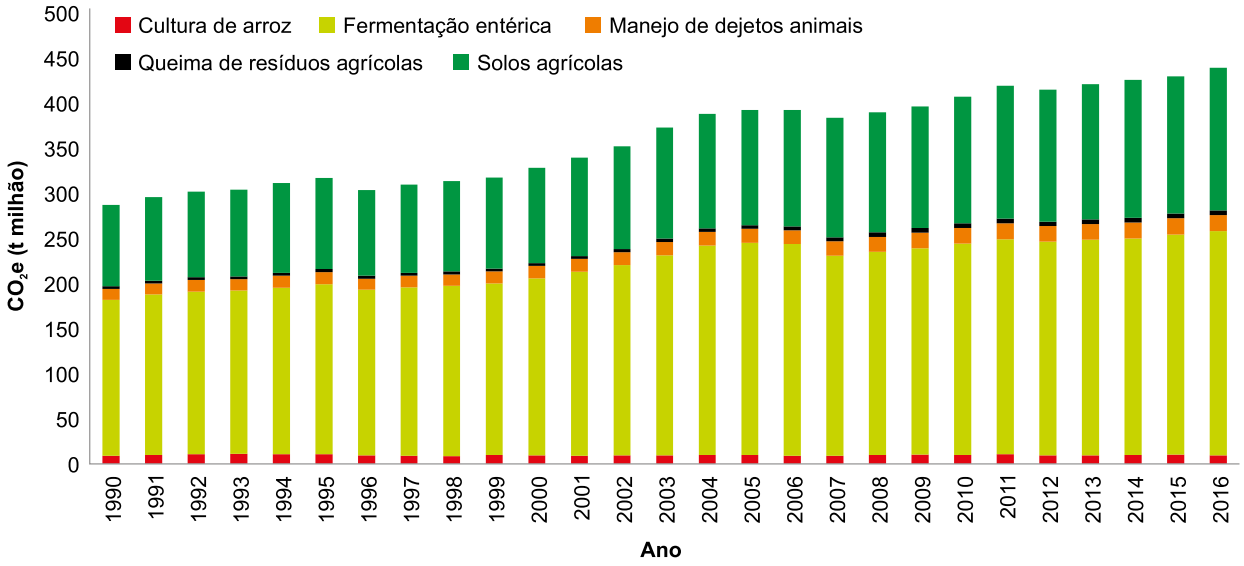


Figura 2. Evolução das emissões do setor agropecuário brasileiro, por categoria (milhões de toneladas de CO_2e), em 1990–2016.

Fonte: Brasil (2020).

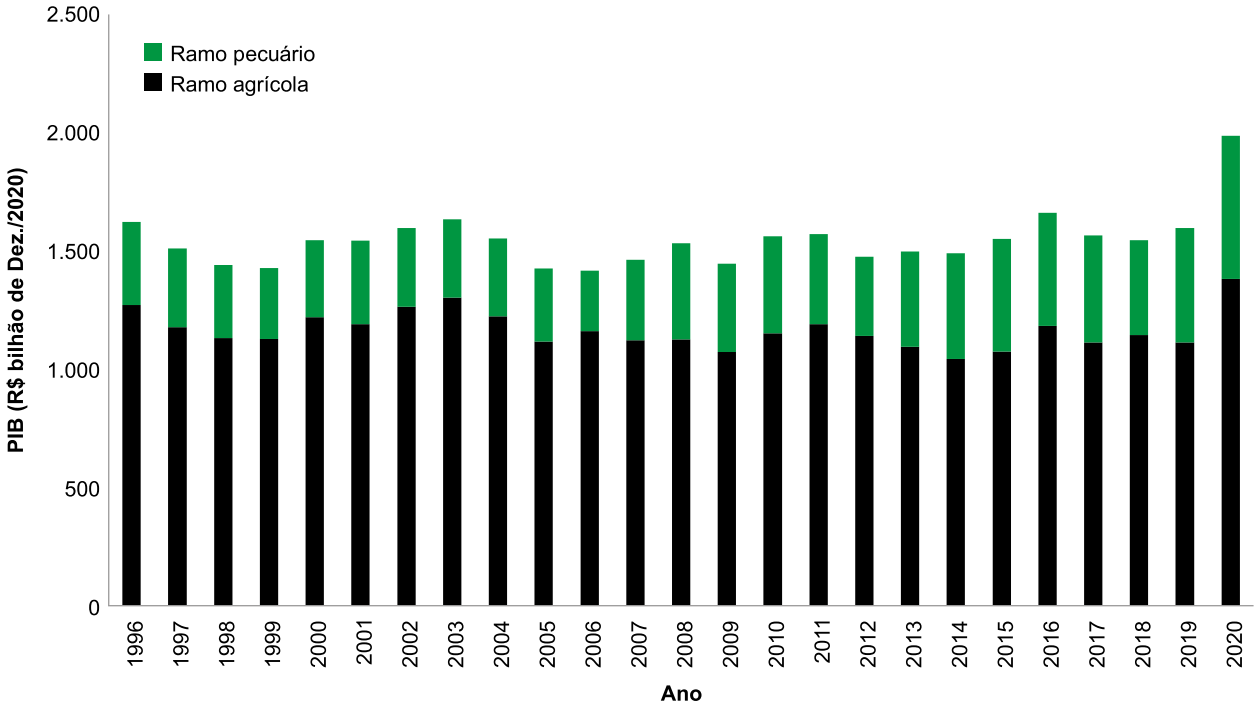


Figura 3. Evolução do PIB do agronegócio, ramos agrícola e pecuário (bilhões de reais de Dez./2020), em 1996–2020.

Fonte: Boletim... (2021).

Outro indicador macroeconômico que evidencia a relevância do setor agropecuário é a balança comercial. A Figura 4 mostra a evolução do saldo da balança comercial brasileira do agronegócio, com superávit durante todo o período analisado (1997–2020). No total das

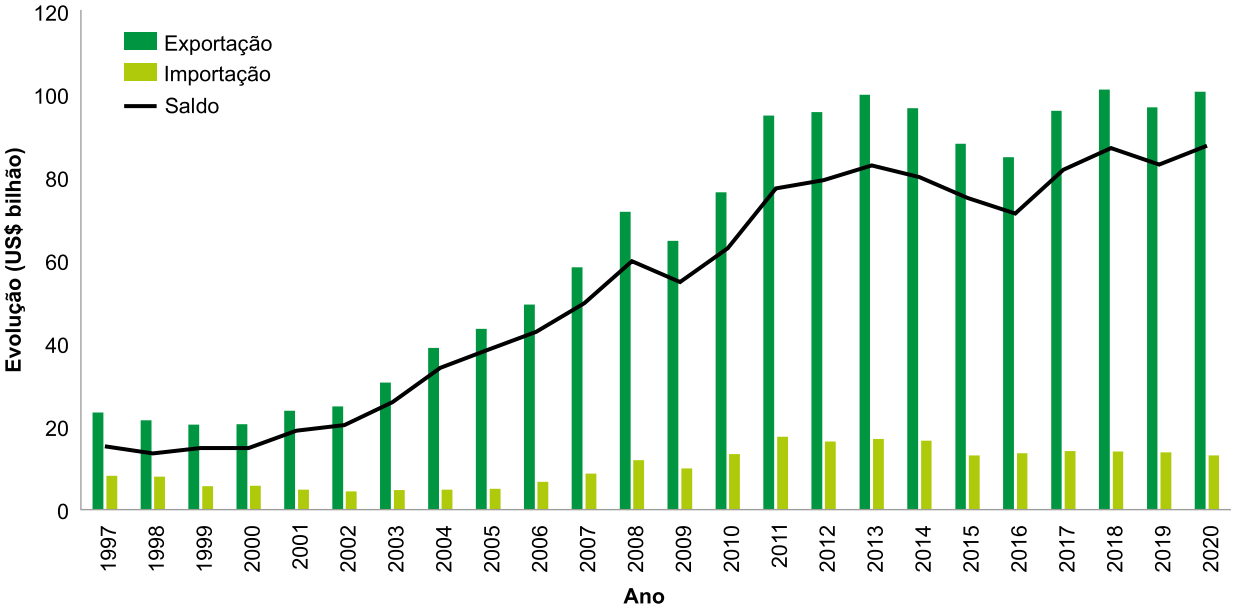


Figura 4. Evolução das exportações, das importações e do saldo da balança comercial (US$ bilhão) em 1997–2020.

Fonte: Agrostat (2021).

exportações, em 2020, 34,99% referem-se ao complexo soja e 17,04% às carnes, dois dos setores que geram, normalmente, preocupações no âmbito das discussões ambientais.

Quanto ao emprego, outro importantíssimo indicador, em 2020 o agronegócio foi responsável por cerca de 20% do total de empregos no Brasil (Boletim..., 2021). A população ocupada no agronegócio em 2020 foi de cerca de 17,3 milhões de empregados (Figura 5).

Dada a relevância do setor agropecuário nas emissões e na economia brasileira, aliada às metas definidas pelo Brasil no Acordo de Paris, faz-se necessário avançar nas reflexões sobre a necessidade de precificar as emissões do setor. Conforme o MCTIC (Rathmann, 2017), para se alcançar as metas para 2030 seria necessária a adoção de instrumentos de precificação de carbono, mesmo considerando as remoções provenientes de Terras Indígenas (TI) e Unidades de Conservação (UC).

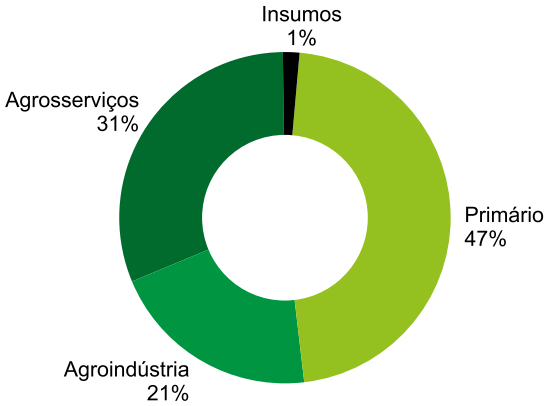


Figura 5. Distribuição da população ocupada do agronegócio, por segmento, em 2020.

Fonte: Boletim... (2021).

Segundo Motta (2018), existem dois instrumentos de precificação de carbono com adoção obrigatória – tributo sobre as emissões e mercado de permissões de emissões. Teoricamente, ambos geram o mesmo resultado de preço e quantidade controlada na ausência de incerteza e custos de transação, pelo fato de as decisões de controle de emissões estarem baseadas nas mesmas curvas de custos marginais de abatimento[6].

[6] Gouvello (2010) define curva de custo marginal de abatimento (MACC) como uma representação gráfica do custo de determinada opção de mitigação em relação ao seu potencial de mitigar as emissões.

Quando se tem incerteza quanto aos custos de controle ou sobre os danos marginais, um instrumento pode ser preferível ao outro. Um fator adicional a ser ponderado é o custo de transação, já que, ao se utilizar o sistema fazendário atual, a tributação tende a exibir custos menores que o arranjo de mercado. O custo dos instrumentos de mercado, por sua vez, tende a ser crescente conforme o escopo de abrangência do instrumento e a frequência de transações de direitos e/ou permissões de emissões.

É preciso destacar que fatores de economia política também influenciam a escolha e formatação desses instrumentos, já que os regulados e os reguladores podem exercer pressões que se sobrepõem às questões técnicas (Motta, 2018).

O tributo determina um valor a ser pago por unidade emitida, e o mercado se ajusta quanto ao nível agregado de controle desejado; já na abordagem de mercado, é fixado o *cap* (nível agregado de emissões), e os direitos de emissões são distribuídos entre os agentes, permitindo que esses direitos sejam transacionados entre eles (*trade*), o que faz com que o preço seja ajustado pelo próprio mercado (Taxação..., 2016; Motta, 2018).

Portanto, objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a implementação dos principias instrumentos de precificação de carbono para o setor agropecuário.

A experiência internacional de precificação de carbono no setor agropecuário

Destaca-se, inicialmente, que a agropecuária não é o alvo central das iniciativas de precificação de carbono no mundo, em especial dos principais instrumentos de precificação adotados atualmente: tributo sobre as emissões (carbon tax) e comércio de permissão de emissão (Emission Trade System – ETS)

Em 2021, o World Bank (2021) identificou 64 iniciativas de precificação de carbono em operação ou programadas para implementação, das quais 28 consistiam em sistema de comércio de emissões (ETS) e 36 iniciativas de tributação sobre o carbono emitido (carbon tax), que representam 21,5% das emissões globais. A Figura 6 mostra um resumo dessas iniciativas já implementadas ou em fase de implementação.

Ao mesmo tempo que se observa aumento das iniciativas de precificação de carbono no mundo, verifica-se que a inserção do setor agropecuário nesses instrumentos é praticamente nula. Mesmo assim, é possível identificar alguns exemplos que tentaram incluir o setor agropecuário, mas sem o êxito esperado. Pode-se afirmar que as iniciativas de precificar as emissões no setor agropecuário no mundo têm sido poucas e com resultados ainda tímidos. Isso evidencia que há dificuldades, possivelmente, intrínsecas às atividades agropecuárias, além de questões socioeconômicas e políticas, que dificultam esses avanços e que merecem ser exploradas.

Quanto ao tributo, existem dois exemplos. No caso da província canadense de Colúmbia Britânica, Rivers & Schaufele (2014) relatam que a proposta inicial, colocada em prática em 2008, era taxar os insumos utilizados pelo setor agropecuário, como combustível, eletricidade e fertilizantes. Nesse caso, o tributo não incidiria diretamente na produção agropecuária, mas impactaria seus custos, que deveriam ser abatidos pelo mecanismo de crédito utilizado para evitar emissões por mudança de uso de solo (Land Use Change – LUC).

Entretanto, em 2012, por causa da pressão política dos representantes do setor, sob a justificativa de falta de opções de mitigação (bens substitutos aos insumos taxados), impactos negativos na competitividade e risco de *carbon leakage*, ou seja, a transferência de empresas taxadas para outras províncias canadenses, o governo decidiu suspender a cobrança do tributo para que setor tivesse tempo de se adaptar às mudanças tecnológicas menos intensivas em emissões de GEE (Rivers & Schaufele, 2014).

Outro exemplo de taxação que também incluiu as emissões do setor agropecuário ocorreu

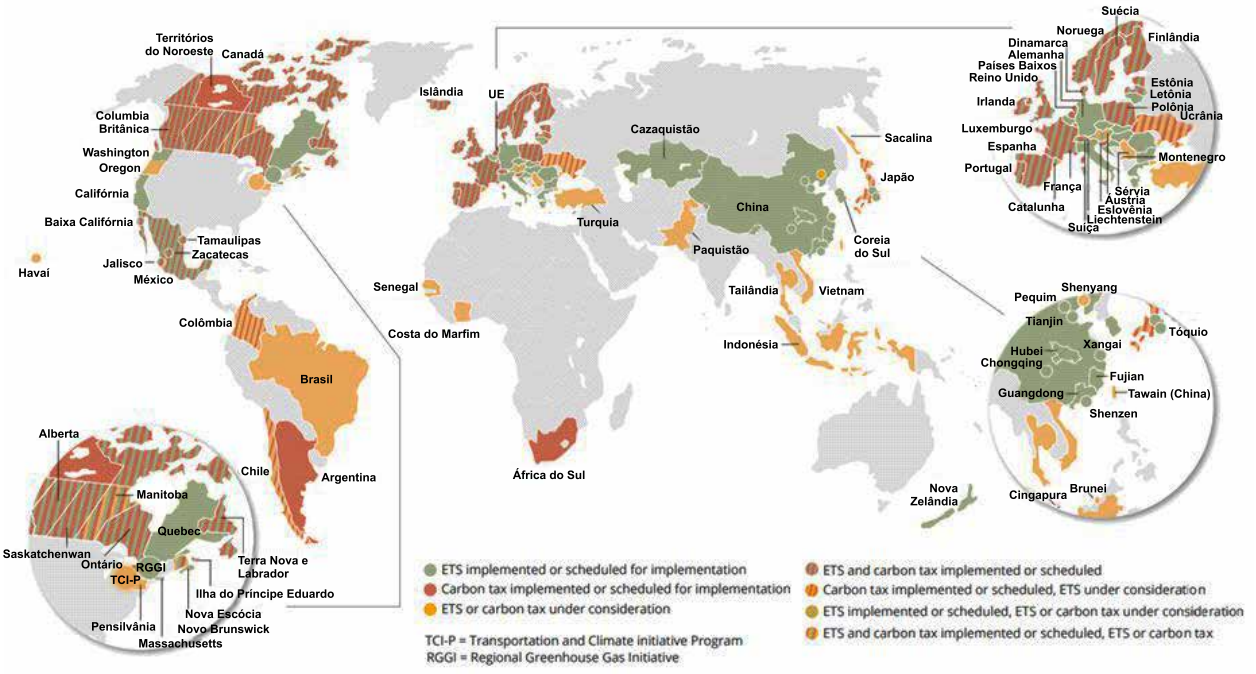


Figura 6. Mapa das iniciativas regionais, nacionais e subnacionais de precificação de carbono implementadas, programadas para implementação ou em consideração.

Fonte: World Bank (2021).

na França, onde o governo local tinha como objetivo introduzir um tributo sobre os setores que não estavam cobertos pelo European Union Emission Trade System (EU ETS[7]). Esses setores compreendem agricultura, transporte, gestão de resíduos e edificações. A proposta inicial contemplava a aplicação de um tributo sobre o consumo de combustíveis fósseis a 17 €/tCO_2e e que aumentaria progressivamente até € 100/tCO_2e em 2030. Especificamente para o setor agropecuário, a incidência seria de 25% da taxa inicial estabelecida e com reciclagem de receita via corte de impostos para as empresas e/ou um desconto de imposto de renda para as famílias (Rocamora, 2017).

Entretanto, conforme ressaltado por Rocamora (2017), houve forte oposição dos agricultores, e esse tributo foi julgado inconstitucional pelo Tribunal Constitucional Francês, com a alegação de que a compensação prevista para as famílias era uma violação à igualdade tributária e que 93% das emissões do setor não estariam contempladas nesse mecanismo. Assim, o setor agropecuário se manteve isento do pagamento do tributo para proteger sua competitividade (World Bank, 2019).

Os exemplos da inclusão do setor agropecuário em sistemas de comércio de emissões são ainda mais escassos. A Nova Zelândia, em 2008, estabeleceu o New Zealand Emissions Trading Scheme (NZ ETS), com planos para incorporar as emissões de metano e óxido nitroso da agricultura em 2015 (New Zealand, 2009). Para tanto, New Zealand (2009) estabeleceu um sistema de monitoramento, relato e verificação (MRV) para a descrição das emissões dos processadores dos produtos agropecuários, importadores e fabricantes de fertilizantes. Nesse sistema, seriam registrados dados obrigatórios, como o detalhamento do rebanho bovino, informações de produtividade para contabilizar a ingestão de ração para a produção de carnes (bovina, ovina e de

[7] Ver European Commission (2020).

cervos) e laticínios, além de outras informações voluntárias que poderiam ser incorporadas.

Entretanto, com o passar do tempo, observou-se que as estimativas de emissões agrícolas desse esquema envolviam muitas incertezas, como a dificuldade da coleta e a adoção de pressupostos. Assim, em 2013 o governo da Nova Zelândia excluiu o setor agropecuário do NZ ETS sob alegação da dificuldade de medição e monitoramento das emissões, bem como das escassas opções tecnológicas de mitigação, da potencial perda de competitividade e dos impactos distributivos potencialmente negativos.

Além disso, foi constatado que não houve incentivo para melhorias de produtividade no próprio setor agropecuário, e o estímulo para a redução das emissões foi fraco, pois os pontos de regulação escolhidos foram *upstream* (indústrias de insumos, em especial os fertilizantes) e *downstream* (indústria processadora, em especial os frigoríficos) à produção agropecuária (Kerr & Sweet, 2008).

O World Bank (2019) aponta que o governo neozelandês está considerando a inclusão da agricultura no NZ ETS. Nesse sentido, o ICCC (2019) concluiu que a estratégia mais eficiente para reduzir as emissões da pecuária é a precificação no nível da fazenda, por meio de um mecanismo de comércio de permissões de emissões, que seria incorporado ao NZ ETS. Porém, essa cobrança ao nível do produtor rural não deve ser implementada antes de 2025.

Ainda sobre as emissões da propriedade rural, o ICCC (2019) menciona também a necessidade de se estudar a inclusão do balanço líquido das emissões, ou seja, contabilizar as emissões e também as remoções de carbono.

Assim, paralelamente ao avanço da precificação no nível de fazenda, o ICCC (2019) recomenda que as emissões do setor no elo da agroindústria processadora sejam precificadas e incluídas no NZ ETS o mais rápido possível, já que essas indústrias têm relatado as emissões. Recomenda, ainda, a introdução dos fabricantes e importadoras de fertilizantes no sistema de comércio de emissões da Nova Zelândia.

O ICCC (2019) apresenta e discute as formas de alocação gratuita para os produtores rurais, e mesmo para as agroindústrias, como uma medida importante de gerenciar os impactos sociais e econômicos causados pela precificação. Propõe também a reciclagem e a receita para o próprio setor, com o objetivo de incentivar a inovação tecnológica mitigadora de emissões, bem como o plantio adicional de florestas. Para tal finalidade, seria necessária a criação de um fundo específico.

Os instrumentos de precificação de carbono preveem o uso de mecanismos de compensação para atingir as metas estabelecidas, conhecidos como *offsets*. A regulamentação para a utilização desse tipo de instrumento foi apresentada no Protocolo de Kyoto[8] e está contemplada no artigo 6 do Acordo de Paris, com a regulamentação do que ficou conhecido como Sustainable Development Mechanism (SDM[9]), mas que está em fase de discussão e aprimoramento para a sua implementação.

Conforme destacado por ICAP (2019), cada instrumento de precificação de carbono define a forma de emprego desses mecanismos de *offsets*, tal como o limite de utilização para cada agente e também o nível agregado que o instrumento aceita como compensação. Isso, porque os *offsets* são créditos de carbono obtidos por setores não regulados pelo instrumento de precificação, e seu uso demasiado prejudica o incentivo à mudança tecnológica e a descarbonização dos setores regulados.

Assim, os mercados de permissões de emissões iniciam sua atividade com um limite maior de utilização desses mecanismos de *offsets*, mas

[8] Os mecanismos de flexibilização das metas preconizados pelo Protocolo de Kyoto são: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta (IC) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) – ver UNFCC (2008).

[9] Para mais informações sobre mecanismos de compensações e mercados de carbono não regulados no âmbito do Acordo de Paris, ver Gao et al. (2019).

que tendem a diminuir com o passar do tempo, conforme observado por ICAP (2019). Além disso, é importante mencionar que os *offsets* podem ser empregados também no caso da imposição de um tributo sobre as emissões, como ilustram os casos do México (Mehling & Dimantchev, 2017) e da África do Sul[10] (Republic of South Africa, 2019a).

Nota-se que as experiencias internacionais da incorporação do setor agropecuário nos instrumentos de precificação de carbono são escassas. Entretanto, World Bank (2021) ressalta que existem outras iniciativas com o foco na descarbonização da economia em escalas nacionais, subnacionais e também empresariais. Portanto, é necessário ampliar o escopo dessa análise e descrever o exemplo da Holanda, mesmo não sendo um caso de instrumento de precificação propriamente dito.

O Ministry of Infrastructure and the Environment (Netherlands, 2013) aponta que o Pacto de Eficiência do Setor Agrícola Holandês (The Dutch Covenant of Clean and Efficient Agriculture Sector) estabeleceu, em relação a 1990, metas de redução de 30% das emissões no setor agropecuário até 2020. Relata também que a Lei de Manejo de Dejetos (Manure Management Law), instituída em 2014, promoveu o uso sustentável dos dejetos nas fazendas, pois houve incremento da produção de dejetos no país com a disseminação ampla do confinamento e a maior ingestão alimentar.

Nesse sentido, o governo holandês não propôs um instrumento de precificação propriamente dito. Em vez disso, foi proposta uma combinação de metas de redução apoiadas por um conjunto de instrumentos de política pública para sua implementação.

Assim, as medidas recomendadas para a redução das emissões de CO_2 foram, principalmente, a cofermentação e o uso da biomassa como fonte de energia. Quanto à mitigação das emissões de CH_4, destacam-se as medidas que visam melhorar a alimentação do gado para reduzir as emissões por fermentação entérica e para o melhor aproveitamento dos dejetos animais, inclusive como fonte de energia renovável. Destacam-se também os incentivos para a pesquisa de melhoramento genético do rebanho que busca selecionar os melhores perfis genéticos, aumentar a produtividade e melhorar o bem-estar do animal (Netherlands, 2013).

Para o financiamento dessas atividades, a Holanda obtém os recursos necessários para essas ações de mitigação com a Política Agrícola Comum da União Europeia (CAP/EU). Para o período de 2016 a 2020, a CAP/EU destinou € 6 bilhões ao setor agropecuário do país. Sobre o orçamento da CAP/EU a partir de 2020, destaca-se a implementação das *greening rules*, mecanismo que obriga que 30% do orçamento alocado nos pagamentos diretos seja vinculado a práticas com benefícios ambientais e climáticos (European Commission, 2016).

Portanto, as iniciativas de precificação para as emissões do setor agropecuário ainda são escassas e, pelas experiências apresentadas, as principais barreiras para a implementação são de cunhos tecnológico, financeiro e institucional: mudanças tecnológicas (para tornarem a atividade menos carbono intensiva) demandam recursos financeiros e humanos, além da reestruturação do arcabouço institucional e político e da necessidade de organização de toda a cadeia produtiva.

Outro entrave para a consolidação das iniciativas de precificação de carbono na agropecuária é o desenvolvimento de metodologias para o monitoramento, relato e verificação (MRV) das emissões no setor. As emissões de GEE na atividade primária do setor agropecuário são influenciadas por fatores edafoclimáticos, processos biológicos e práticas de manejo, o que torna as atividades de MRV mais complexas e imprecisas. Além disso, a heterogeneidade e a

[10] O governo sul-africano publicou uma normativa (Government Notice N. 1556 of 2019) que apresenta mecanismos de flexibilização para os agentes tributados, e, concomitantemente, o governo incentiva a mitigação de emissões em setores que não estão diretamente sujeitos ao tributo (Republic of South Africa, 2019b).

quantidade de *players* nessas atividades aumentam os custos de verificação das emissões.

Experiências brasileiras de precificação de carbono no setor agropecuário

No Brasil, existem dois Projetos de Lei (Brasil, 2007a, 2018) que se consolidaram no Projeto de Lei Complementar PLP 73/2007 com a finalidade de reformular a tributação ecológica para instituir os princípios da essencialidade e do diferencial tributário pela sustentabilidade ambiental e oneração das emissões de GEE, criando, assim, uma taxação sobre o carbono por meio da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), com base no art. 146-A da Constituição Federal.

O projeto de lei apresenta as diretrizes gerais para a criação da Cide sobre as emissões ou geração de GEE em qualquer estágio ou fase do ciclo produtivo das atividades econômicas. Para manter o produto nacional competitivo, os produtos importados também são mencionados nos projetos, e o recolhimento da nova contribuição ocorreria no registro da Declaração de Importação. Essa forma de proteger a competitividade do produto doméstico via incidência do tributo sobre as importações é conhecida na literatura como ajuste de fronteira (border adjustment).

Outras formas de manter a competitividade do produto nacional são apresentadas por Metcalf (2014), com destaques para a desoneração tributária e os direitos de emissão do produto exportado (alocação gratuita de direitos de emissões para os setores expostos a concorrência internacional).

Entretanto, essas formas de proteção à competitividade são passíveis de controvérsias no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) e de contestações na Convenção do Clima e nas negociações de acordos regionais e bilaterais (Motta, 2011; Trachtman, 2016).

É preciso destacar também que o projeto de lei também contempla a redução de, no mínimo, 30% das alíquotas dos tributos e contribuições sociais e econômicas (previstos no art. 155 da Constituição Federal) para todos os produtos, mercadorias e serviços cujo balanço de emissões de GEE seja mais favorável ou que cause menor degradação ambiental quando comparado ao de outros produtos, mercadorias e serviços substitutos.

Esse projeto de lei está tramitando nas casas legislativas (Câmara e Senado)[11] e, como já ressaltado, apresenta as características gerais de um possível tributo sobre o carbono, sem especificar setores econômicos e os tipos de GEE envolvidos. Em paralelo à tramitação desse projeto de lei, existem outras iniciativas que discutem a viabilidade e a implementação da precificação de carbono no setor agropecuário. Nesse sentido, Lima & Moutinho (2014) propõem a desoneração da madeira nativa da Amazônia, a desoneração do arame farpado, a criação do Imposto de Renda Ecológico e, em especial, a criação da Cide-Carbono – a base de incidência para a Cide-Carbono seria o abate tardio de reses bovinas e o uso de combustíveis fósseis.

Analisando especificamente as bases de incidência da Cide-Carbono no que diz respeito aos combustíveis fosseis (derivados de petróleo, gás natural e carvão), a proposta de Lima & Moutinho (2014) consiste em uma contribuição de R$ 3,00 por tonelada de CO_2e, com incidência em apenas um ponto da cadeia (produção/importação ou venda). Se já houver incidência da Cide-Combustível, o valor a ser pago da Cide-Carbono seria deduzido, para não configurar bitributação. Outro ponto importante é que se o produto não fosse utilizado como combustível, então haveria o ressarcimento do valor arrecadado com a contribuição.

[11] Para mais informações sobre a ficha de tramitação do PLP 73/2007, ver Brasil (2007a).

A respeito da proposta da Cide-Carbono sobre combustíveis, é necessário aprofundar os estudos e examinar as possíveis interações (positivas e negativas) com políticas semelhantes já adotadas, como a Cide-Combustíveis (Lei 10.336/2001) e a Política Nacional de Biocombustíveis, o RenovaBio (Lei 13.576/2017).

Já o caso da tributação sobre o abate tardio de bovinos se justifica pela correlação entre qualidade do pasto, idade de abate e emissão de GEE. A proposta de Lima & Moutinho (2014) contempla a cobrança de um valor fixo por cabeça, crescente conforme a idade de abate do animal. O animal até 24 meses seria isento da contribuição, e o custo por diferencial na emissão de GEE seria de R$ 3,50 por tonelada de CO_2e para abate até 36 meses e de R$ 5,80 a partir desse período, podendo variar de acordo com a região. Nesse caso, a cobrança seria feita no frigorífico.

Quanto à proposta de tributação da pecuária bovina, é importante salientar algumas questões importantes: a idade de abate é uma *proxy* para as emissões, mas a dieta do animal (pastagem e ração) também é relevante, bem como todo o sistema produtivo. Outro ponto a ser destacado é que a pecuária leiteira seria muito prejudicada por tal sistema de taxação, já que as vacas leiteiras de alta produtividade têm vida mais longa do que os bovinos de corte.

Para o efetivo monitoramento das emissões por animal, é necessário também o avanço na implementação da rastreabilidade do rebanho bovino e na identificação das propriedades rurais – por meio do instrumento previsto no Código Florestal (Brasil, 2012), o Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Além disso, o ponto de regulação (indústria frigorífica) não é o mesmo elo da cadeia responsável pelas emissões (pecuarista). Historicamente, a cadeia de produção da pecuária não é fortemente coordenada, tampouco integrada, ao contrário, por exemplo, da cadeia avícola de corte, o que dificulta o incentivo para a adoção de tecnologias mitigadoras de emissão, objetivo primário do tributo. Assim, há risco de que o setor regulado apenas repasse o custo desse tributo para os demais elos. Outra possibilidade é o aumento do abate não fiscalizado pelos órgãos oficiais (federal, estadual ou municipal) e a dificuldade de garantir que as contrapartidas vinculadas à Cide reflitam, de fato, em redução das emissões de GEE do próprio setor agropecuário.

No Brasil, a discussão sobre a precificação de carbono por meio de um tributo está mais avançada do que para o estabelecimento de um mercado de permissões de emissões. O inciso VIII do art. 4º da Lei 12.187/2009 (Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC) (Brasil, 2009) estimula o desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). O art. 9º dessa lei estabelece que o MBRE será operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, desde que autorizados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Entretanto, esses artigos da PNMC que institucionalizam o MBRE ainda não foram regulamentados.

Melo & Silva (2018) relatam que em 2011 foi criado o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) sobre Mercado de Carbono com o intuito de analisar a viabilidade para a implantação do MBRE. O relatório final desse GTI foi apresentado para o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM)[12] em 2012, mas o documento foi mantido em sigilo desde então.

Portanto, as iniciativas de precificação de carbono no Brasil estão em discussão, mas, especificamente para o setor agropecuário, permanecem bastante incipientes. Nesse contexto, é que cabe ressaltar a existência de outros instrumentos e iniciativas públicas e privadas que podem induzir a adoção das tecnologias mitigadoras de emissões no setor agropecuário e garantir que ganhos com mitigação e redução das emissões possam ser alcançados enquanto os debates avançam.

[12] Órgão responsável pela elaboração, implementação, monitoramento e avaliação da PNMC (Brasil, 2007b).

O principal instrumento da política agrícola brasileira voltado para a mitigação de emissões no setor agropecuário é o Programa ABC[13], a linha de crédito agrícola do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), que foi instituído nos moldes preconizados pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009).

Por isso, é preciso criar estratégias para fortalecer o plano como um todo e fomentar o uso das tecnologias mitigadoras de emissões (recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta, sistema de plantio direto, fixação biológica do nitrogênio, florestas plantadas, tratamento de dejetos animais), por meio do instrumento do crédito rural ou do fomento às pesquisas e desenvolvimento dessas novas tecnologias ou formas de contabilizar as emissões e remoções do setor, bem como criar estratégias de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) para que essas tecnologias cheguem ao maior número possível de produtores rurais.

Há que se destacar a necessidade de *enforcement* dos principais instrumentos do Código Florestal (Lei 12.651/2012), em especial o Cadastro Ambiental Rural (CAR), fundamental para o monitoramento das propriedades rurais, bem como a Cota de Reserva Ambiental (CRA), que é um título nominativo representativo de área de vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação, sob regime de servidão ambiental; ou de área excedente de Reserva Legal, ou protegida na forma de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN); ou ainda de área da propriedade rural localizada em uma Unidade de Conservação (UC) de domínio público que não tenha sido desapropriada (Art. 44 da Lei 12.651/2012). Esses instrumentos, ao serem amplamente aplicados, permitem o monitoramento de outras ações e políticas que favoreçam a adoção de sistemas de produção mais sustentáveis e ajustados à legislação ambiental brasileira.

Outras formas que têm sido discutidas para induzir a mitigação de emissões no setor agropecuário é a reforma do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) para que esse instrumento seja de fato indutor de boas práticas ambientais e de ocupação produtiva da terra, compatibilizando-o com a legislação ambiental (Appy, 2015).

Além disso, a revisão dos gastos tributários, em especial das isenções fiscais de PIS/Cofins para a aquisição de fertilizantes – Regime Especial de Incentivo ao Desenvolvimento da Infraestrutura da Indústria de Fertilizantes (Reif) e da isenção da Cide-Combustível –, pode ter um papel importante no fomento à adoção de tecnologias mitigadoras de emissões em detrimento das tradicionais e mais intensivas em emissões (Lima & Moutinho, 2014).

Nessa mesma linha de ação, o PL 5.974/2005 dispõe sobre incentivos fiscais para projetos ambientais. Nesse cenário, Lima & Moutinho (2014) dissertam sobre a possibilidade de criação de um Imposto de Renda Ecológico para, além de outras finalidades, financiar projetos relacionados ao uso sustentado dos recursos naturais e à preservação do meio ambiente.

Por último, mas não menos importante, cabe mencionar iniciativas privadas e público-privadas de fomento às práticas mitigadoras de emissões para o setor agropecuário: Selo Carne Carbono Neutro[14], Programa Novo Campo[15], Programa de Avanços na Pecuária de Mato Grosso do Sul e o subprograma de Apoio à Modernização da Criação de Bovinos (Proape-Precoce/MS[16]) e Produzir, Conservar e Incluir (PCI[17]). Essas iniciativas ilustram e reforçam a postura do setor agropecuário em procurar alter-

[13] Instituído pela Resolução BACEN nº 3.896/2010 (Bacen, 2010).

[14] Para mais detalhes sobre essa iniciativa da Embrapa Gado de Corte, ver Alves et al. (2015).

[15] Para mais informações sobre essa iniciativa do Instituto Centro de Vida, ver ICV (2014) e Costa Junior & Piatto (2016).

[16] Para mais detalhes sobre esse programa criado pelo Governo do Estado de Mato Grosso do Sul e coordenado pela Semagro, atualizado pela Resolução Conjunta Sefaz/Sepac Nº 70, de 16 de dezembro de 2016, ver Bungenstab (2019).

[17] Ver Trama Brasil Consultoria e Projetos (2017) e Stabile (2017).

nativas para a implementação das melhores práticas agropecuárias que contemplem também a mitigação de suas emissões de GEE.

Considerações finais

Nesta discussão sobre os instrumentos de precificação de carbono no âmbito nacional e internacional, observou-se que desafios intrínsecos à agropecuária ainda dificultam a inserção do setor no mercado de carbono e até mesmo uma taxação ambiental.

O setor agropecuário não tem sido incluído nessas iniciativas, seja pela dificuldade no Monitoramento, Relato e Verificação (MRV), seja pelo fato de que ele não representa uma parcela tão expressiva das emissões totais em alguns dos principais países que vêm avançando na precificação de carbono. Não é o caso do Brasil, onde cerca de um terço das emissões de GEE são originadas diretamente das atividades agropecuárias e mais um terço são do desmatamento e mudança do uso da terra.

Pela relevância do setor agropecuário brasileiro na geração de empregos, na balança comercial e nas emissões, o objetivo desta pesquisa foi mapear sua inserção mundial como alvo dos dois principais instrumentos de adoção obrigatória, o tributo sobre carbono (carbon tax) e o mercado de permissões de emissões (Emission Trade System). O mapeamento buscou identificar eventuais *benchmarks* e obter aprendizados com base em experiências bem-sucedidas e em problemas enfrentados em outros países que, eventualmente, já tenham buscado precificar as emissões do setor agropecuário.

Existem entraves quanto ao MRV das emissões e também de todo o potencial de remoção de carbono das atividades realizadas dentro da propriedade rural e da manutenção de florestas em pé. A revisão da experiência internacional, aliada às discussões nacionais sobre esses mecanismos, caminha para a direção da necessidade de haver um tratamento diferenciado para o setor agropecuário.

É fundamental o envolvimento do maior número possível de agentes dos diversos elos da cadeia de produção e dos diferentes níveis da esfera pública para discutir e propor soluções economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis para a agropecuária brasileira. Não apenas nos fóruns ambientais, mas nos de comércio internacional e em inúmeras iniciativas das próprias cadeias de distribuição de alimentos, e, portanto, de natureza privada, observa-se que a valorização de produtos agroindustriais e a confiabilidade nos sistemas de produção vão se tornando crescentemente vinculadas à garantia de produtos menos intensivos em emissões de GEE. Logo, esse tema não pode prescindir de avanços no curto prazo para o Brasil se posicionar na vanguarda da produção pecuária bovina de corte, principal fonte das emissões de GEE, e como um *player* de ainda mais destaque no comércio internacional.

Dadas as experiências internacionais escassas e, no geral, de pouco sucesso, e todas as limitações identificadas em âmbito nacional para a implementação desses instrumentos de precificação de carbono, conclui-se que existem outras formas de mitigar as emissões do setor. Por exemplo, pela revisão de instrumentos de política pública já em vigor – agrícola, ambiental ou tributária (reforma de determinados tributos ou a revisão dos gastos tributários) – ou pelo fomento às inciativas privadas ou, ainda, pela possibilidade da criação de um instrumento que tenha como objetivo mitigar as emissões relacionadas ao setor agropecuário.

A criação de um instrumento que contribua com a mitigação das emissões de GEE da agropecuária no Brasil deve ser pautada pela necessidade de contabilizar o balanço líquido das emissões do setor e um mecanismo financeiro para incentivar os produtores rurais na adoção de tecnologias menos intensivas em carbono. Além disso, é necessária a união de entes públicos e privados para a criação e a regulamentação desse novo instrumento.

Referências

AGROSTAT – Estatisticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 22 nov. 2021.

ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G. de; LAURA, V.A. (Ed.). **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília: Embrapa, 2015. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

APPY, B. **O Imposto Territorial Rural como forma de induzir boas práticas ambientais**. [Brasília]: IPAM, 2015. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2016/03/AppyMoutinhoITR.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2020.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Resolução nº 3.896, de 17 de agosto de 2010**. Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2010/pdf/res_3896_v1_O.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BOLETIM Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro: 4º trimestre 2020. Piracicaba: Cepea, 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/4tri2020_MT_Cepea.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 559/2018**. Propõe uma Reformulação Tributária Ecológica, a fim de regulamentar o artigo 146-A, da Constituição Federal, instituir os princípios da essencialidade e do diferencial tributário pela sustentabilidade ambiental e oneração das emissões de gases de efeito estufa, e criar a taxação sobre o carbono ("carbon tax"), na forma de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, para a sustentabilidade ambiental e a mitigação do aquecimento global. Brasília: Câmara dos Deputados, 2018. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2190047>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 73/2007**. Propõe uma Reformulação Tributária Ecológica, a fim de regulamentar o artigo 146-A, da Constituição Federal, instituir os princípios da essencialidade e do diferencial tributário pela sustentabilidade ambiental e oneração das emissões de gases de efeito estufa, e criar a taxação sobre o carbono ("carbon tax"), na forma de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, para a sustentabilidade ambiental e a mitigação do aquecimento global. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007a. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/354998>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007**. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. 2007b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. 2009. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 5.ed. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/estimativas-anuais-de-emissoes-gee/arquivos/livro_digital_5ed_estimativas_anuais.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BUNGENSTAB, D.J.; ALMEIDA, R.G.; GOMES, R. da C.; CHIARI, L.; ALVES, F.V.; ROSCOE, R.; MALAFAIA, G.C. **Documento síntese do fórum "Oportunidades de precificação de carbono no setor agropecuário**: situação atual e perspectivas". Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 262).

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 22 nov. 2021.

COSTA JUNIOR, C.; PIATTO, M. **Boas Práticas Agropecuárias reduzem as emissões de GEE e aumentam a produção de carne na Amazônia**. Piracicaba: Imaflora, 2016. 68p.

EUROPEAN COMMISSION. **The Netherlands**: Common Agricultural Policy (CAP) in Your Country. 2016. Disponível em: <https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/cap-in-your-country/pdf/nl_en.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

GAO, S.; LI, M.-Y.; DUAN, M.-S.; WANG, C. International carbon markets under the Paris Agreement: basic form and development prospects. **Advances in**

Climate Change Research, v.10, p.21-29, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.03.001.

GOUVELLO, C. **Brazil Low-carbon Country Case Study**. Washington: World Bank, 2010.

ICAP. International Carbon Action Partnership. **Emissions Trading Worldwide**: Status Report 2019. Berlin, 2019.

ICCC. Interim Climate Change Committee. **Action on agricultural emissions**: evidence, analysis and recommendations. 2019. Disponível em: <https://ccc-production-media.s3.ap-southeast-2.amazonaws.com/public/Advice-to-govt-docs/ICCC-action-on-agricultural-emissions-report.pdf>. Acesso em: 28 out. 2022.

ICV. INSTITUTO CENTRO DE VIDA. **Programa Novo Campo**: praticando pecuária sustentável na Amazônia. 2014. Disponível em: <http://www.icv.org.br/wp-content/uploads/2014/10/Apresentacao_Programa_Novo_Campo.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **PRODES – Amazônia**: Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 11 fev. 2020.

KERR, S.; SWEET, A. Inclusion of Agriculture in a Domestic Emissions Trading Scheme: New Zealand's experience to date. **Farm Policy Journal**, v.5, p.19-29, 2008. DOI: https://doi.org/10.29310/wp.2008.04.

LIMA, A.; MOUTINHO, P. (Coord.). Política Tributária Brasileira e sua "Pegada" Climática: por uma transição rumo à sustentabilidade. Brasília: IPAM, 2014. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2013/10/WEB_miolo_IPAM_revista_11-12-14_.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

LIMA, M.A. de; PESSOA, M.C.P.Y.; NEVES, M.C.; CARVALHO, E.C. de. **Emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. Segundo inventário brasileiro de emissões antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Relatórios de referência.

MEHLING, M.; DIMANTCHEV, E. **Achieving the Mexican Mitigation Targets**: Options for an Effective Carbon Pricing Policy Mix. Eschborn: Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit, 2017.

MELO, A.L.P. de; SILVA, B.S. da. Projeto PMR Brasil: perspectivas sobre o mercado brasileiro de redução de emissões. In: FRANGETTO, F.W.; VEIGA, A.P.B.; LUEDEMANN, G. (Org.). **Legado do MDL**: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil como subsídios para novos mecanismos. Brasília: IPEA, 2018. p.357-375.

METCALF, G.E. Using the tax system to address competition issues with a carbon tax. **National Tax Journal**, v.67, p.779-805, 2014.

MOTTA, R.S. da. Barreiras comerciais nas políticas de regulação de gases de efeito estufa. In: MOTTA, R.S. da; HARGRAVE, J.; LUEDMANN, G.; GUTIERREZ, M.B.S. (Ed.). **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: Ipea, 2011. p.211-232.

MOTTA, R.S. da. Precificação do carbono: do Protocolo de Quioto ao Acordo de Paris. In: FRANGETTO, F.W.; VEIGA, A.P.B.; LUEDEMANN, G. **Legado do MDL**: impactos e lições aprendidas a partir da implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil. Brasília: Ipea, 2018. p.341-356.

NETHERLANDS. Ministry of Infrastructure and the Environment. **Sixth Netherlands National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change**. 2013. Disponível em: <https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom/submitted_natcom/application/pdf/the_netherlands_nc6[1].pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

NEW ZEALAND. Ministry for the Environment. **Emissions trading bulletin n.11**: Summary of the proposed changes to the NZ ETS. 2009. Disponível em: <https://environment.govt.nz/publications/emissions-trading-bulletin-no-11-summary-of-the-proposed-changes-to-the-nz-ets>. Acesso em: 28 out. 2022.

RATHMANN, R. (Org.). **Modelagem integrada e impactos econômicos de opções setoriais de baixo carbono**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação; ONU Meio Ambiente, 2017. 122p. (Opções de mitigação das emissões de gases do efeito estufa em setores-chave do Brasil). Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Modelagem-Integrada_impactos-economicos.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2020.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Act nº 15 of 2019: Carbon Tax Act, 2019. 22 May 2019. **Government Gazette**, n.42483, 23 May 2019a. Disponível em: <https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201905/4248323-5act15of2019carbontaxact.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.

REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Government Notices nº 1556, 29 November 2019. Carbon Tax Act, 2019. **Government Gazette**, n.42873, 29 Nov. 2019b. Disponível em: <https://www.sars.gov.za/wp-content/uploads/Legal/SecLegis/LAPD-LSec-Carbon-Reg-2019-01-Regulation-1556-GG-42873-29-November-2019.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.

RIVERS, N.; SCHAUFELE, B. **The effect of British Columbia's carbon tax on agricultural trade**. Victoria: Pacific Institute for Climate Solutions, 2014. Disponível

em: <http://pics.uvic.ca/sites/default/files/uploads/publications/Carbon Tax on Agricultural Trade_0.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ROCAMORA, A.R. **The rise of carbon taxation in France**: from environmental protection to low-carbon transition. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies, 2017. 74p. (IGES Working Paper). Disponível em: <https://www.iges.or.jp/en/publication_documents/pub/workingpaper/en/5983/The_Rise_of_Carbon_Taxation_in_France_Rocamora_May_2017.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

STABILE, M.C.C. (Coord.). **Financiando paisagens sustentáveis**: Mato Grosso, Brasil: relatório final. Brasília: Ipam, 2017.

TAXAÇÃO sobre carbono, competitividade e correção de distorções do sistema tributário: impactos na economia brasileira. 2016. Disponível em: <http://www.escolhas.org/wp-content/uploads/2016/09/taxacao-sobre-carbono-competitividade-e-correcao-de-distorcoes-do-sistema-tributario-Impactos-na-economia-brasileira.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

TRACHTMAN, J. WTO **Law Constraints on Border Tax Adjustment and Tax Credit Mechanisms to Reduce the Competitive Effects of Carbon Taxes**. Washington: Resources for the Future, 2016. (Discussion Paper 16-03).

TRAMA BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS. **Produto F – Relatório Final**: Plano de implementação da estratégia Produzir, Conservar e Incluir do Estado de Mato Grosso. [S.l.], 2017. 58p.

UNFCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. **Kyoto Protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amount**. Bonn, 2008. 130p.

WORLD BANK. **State and Trends of Carbon Pricing 2019**. Washington, 2019. DOI: https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1435-8.

WORLD BANK. **State and Trends of Carbon Pricing 2021**. Washington, 2021.

Índice de modernização da agricultura familiar no Nordeste do Brasil[1]

Thyena Karen Magalhães Dias[2]
Kilmer Coelho Campos[3]

Resumo – Dada a importância da tecnologia para os agricultores, para o aumento da produção, e tendo-se em vista a vasta literatura nacional nessa área, o objetivo deste estudo foi mensurar o nível de modernização da atividade agropecuária dos agricultores familiares do Nordeste brasileiro. Adotou-se aqui o método de análise fatorial, com o uso de dados do Censo Agropecuário de 2017. Seis fatores – extraídos de 27 indicadores utilizados no modelo – explicaram 89,61% da variância acumulada da amostra. Observou-se que para os agricultores familiares do Nordeste é médio-baixo (0,1315) o índice de modernização da agricultura (IMA), que se comportou de maneira homogênea entre os estados. O maior valor ocorreu no Rio Grande do Norte, e o menor, no Maranhão.

Palavras-chave: censo agropecuário, método de análise fatorial, tecnologia.

Family farming modernization index in the Northeastern Brazil

Abstract – Given the importance of technology to farmers for the increase of production, and in view of the vast national literature in this area, the objective of this study was to measure the level of modernization of the agricultural activity of family farmers in the Northeast of Brazil. For that, we applied the factor analysis method based on data from the agricultural census of 2017 (*Censo Agropecuário de* 2017), from which six factors – extracted from the 27 indicators used in the model – explained 89.61% of the accumulated variance of the sample. It was observed that family farmers in the Northeast show a low mean (0.1315) for the agriculture modernization index (índice *de modernização da agricultura* - IMA), which behaved in a homogeneous manner between the states. The highest IMA value occurred in Rio Grande do Norte state, and the lowest one, in Maranhão state.

Keywords: agricultural census, factor analysis method, technology.

Introdução

Desde a década de 1960, o setor agropecuário brasileiro vem passando por intenso processo de modernização, de grandes mudanças tecnológicas, como o uso de tratores e maquinários, sementes de alta produtividade e insumos químicos, bem como intervenções governamentais via políticas de financiamento, de incentivos

[1] Original recebido em 15/2/2022 e aprovado em 13/7/2022.

[2] Doutoranda em Economia Rural (PPGER). E-mail: thyena.karen@hotmail.com

[3] Doutor em Economia Aplicada, professor associado III do Departamento de Economia Agrícola e do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER) da Universidade Federal do Ceará. E-mail: kilmer@ufc.br

fiscais e de crédito, que visam ao aumento da produtividade e da lucratividade do produtor (Silva, 1981; Teixeira, 2005; Gasques et al., 2010; Machado, 2010; Costa et al., 2012).

Contudo, a modernização não ocorreu de forma homogênea, pois beneficiou principalmente a grande produção, voltada, em sua maior parte, para a exportação, localizada no Sul, Sudeste e Centro-Oeste, enquanto o Norte e Nordeste e os agricultores de menor porte ficaram à margem do processo (Hoffmann, 1992; Sorj, 2008; Mielitz Netto et al., 2010).

Silva (2017) mensurou a metafronteira para as regiões brasileiras com dados dos censos agropecuários e das contas nacionais de 1975, 1985, 1995/1996 e 2006 e verificou que existe uma heterogeneidade tecnológica no Brasil, com o Sul e o Centro-Oeste próximos ao conjunto de metatecnologias do País, enquanto o Nordeste exibe atraso tecnológico, sendo a região brasileira mais distante da metafronteira de produção.

O Nordeste é caracterizado pelo grande uso de práticas agrícolas tradicionais, o que decorre, entre outros fatores, da concentração de agricultores familiares, que representam 47,18% dos estabelecimentos agropecuários totais desse grupo e 79,17% dos estabelecimentos agropecuários totais da região, segundo dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017).

Dada a relação entre produtividade e uso de insumos modernos (tratores e máquinas, fertilizantes e corretivos do solo, entre outros), como mencionado por Almeida & Gerhardt (2011) e Costa et al. (2012), torna-se relevante estudar o nível de modernização da agropecuária para se chegar a uma melhor análise produtiva, e mesmo política, já que programas voltados ao financiamento e ao crédito, por exemplo, permitem o acesso desses produtores beneficiados ao uso de práticas agrícolas modernas.

Contudo, apesar das diversas pesquisas que verificam os níveis de modernização agrícola, em âmbitos nacional e regional, como Hoffmann (1992), Souza & Lima (2003), Ferreira Júnior et al. (2004), Alencar & Silva (2011), Costa et al. (2012), Lazaretti et al. (2019) e Lobão & Staduto (2020), há uma escassez de estudos para o Nordeste. Além disso, como não foram encontrados trabalhos direcionados especificamente aos agricultores familiares, esta pesquisa busca construir um índice que possa verificar o nível de modernização agropecuária (IMA) do Nordeste brasileiro para os estabelecimentos da agricultura familiar. Para isso, utilizaram-se os dados do Censo Agropecuário de 2017 em nível municipal e aplicou-se o método de análise fatorial.

Revisão de literatura

O processo de modernização da agropecuária brasileira vem passando por intensas mudanças e evoluções com o objetivo tanto de aumentar a produtividade dos agricultores quanto de dinamizar o acesso de outras regiões e outros tipos de agricultores que não apenas os médios e grandes, com recursos, para assim, minimizar a característica dual do processo. Como um dos principais entraves do acesso a técnicas e equipamentos modernos entre os agricultores familiares, também designados de pequenos agricultores, é o baixo nível de capitalização financeira, a política de crédito, especificamente o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), atuou como um dos determinantes para isso (Teixeira, 2005; Mariano & Pinheiro, 2009; Costa & Vieira Filho, 2018).

Marques (2003) identificou a existência de uma heterogeneidade que também está presente nesse grupo de produtores, constituídos tanto por agricultores capitalizados quanto por agricultores que cultivam apenas para a subsistência. Porém, a tecnologia não é o único fator determinante da modernização do campo – ela depende de condições econômicas, sociais e institucionais.

Guanziroli et al. (2001) analisaram os agricultores familiares entre as regiões brasileiras e verificaram que o Nordeste é representado pela concentração de estabelecimentos agropecuários em sua maior parte com baixo nível de renda, marcados pela escassez de recursos naturais,

hídricos e fundiários e por sua grande diversidade. Tais características se devem às próprias peculiaridades do Nordeste, região considerada a mais pobre do País, de clima semiárido e altas temperaturas, em que a atividade predominante é a agropecuária (Embrapa, 2021).

De modo geral, os estudos que analisam a modernização agropecuária brasileira fazem uso de um conjunto de indicadores: uso de fertilizantes, defensivos agrícolas, máquinas, assistência técnica, despesas e receitas, entre outros. Dessa forma, cada região ou grupo específico possui uma relação com tais variáveis.

Hoffmann (1992) estudou a dinamização da agricultura com base em 157 microrregiões do Brasil, com dados dos censos de 1975 e 1980, e verificou a ocorrência de heterogeneidade regional, em que o Sul e o Sudeste e algumas áreas do Centro-Oeste exibiram indicadores melhores do que os do Norte e Nordeste. Trabalhos similares ao de Hoffmann (1992) foram realizados por Souza & Lima (2003) e Costa et al. (2012), cuja conclusão geral foi a diferença da intensidade agrícola entre as regiões brasileiras.

Souza & Lima (2003) usaram dados dos censos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995 e verificaram um padrão no processo de modernização em que o uso de financiamento e o volume de investimento na agricultura foram fatores decisivos. Contudo, a partir de 1980 esses indicadores recuaram, denotando descapitalização dos agricultores, enquanto os indicadores relacionados ao uso de tratores e a fontes não tradicionais de energia se mantiveram em ascensão.

Costa et al. (2012), com dados do Censo Agropecuário de 2006, estudaram quais seriam os fatores condicionantes e os índices da modernização agrícola nos estados brasileiros. Os autores selecionaram 24 variáveis para a extração de três fatores: utilização de novas tecnologias em relação ao uso da terra explorada; utilização de novas tecnologias em relação à mão de obra; e novas tecnologias de logística e transporte, que representavam 87,89% da variância acumulada. Identificaram grande heterogeneidade quanto à modernização agrícola entre os estados e, como na literatura em geral, os desempenhos do Norte e do Nordeste quanto ao índice de modernização agrícola foram os mais baixos.

Há também trabalhos que verificaram os fatores ligados à modernização agrícola de forma mais restrita, cujo foco, por exemplo, foi uma unidade federativa.

Ferreira Júnior et al. (2004) identificaram e caracterizaram, com dados do Censo Agropecuário de 1995/1996, diferentes grupos quanto ao grau de modernização agropecuária em Minas Gerais. Os autores selecionaram 22 indicadores de modernização, dos quais extraíram três fatores que representavam 79% da variância total das variáveis utilizadas. Identificaram dez grupos que refletiam os diferentes níveis tecnológicos, dos quais três apresentavam nível tecnológico abaixo da média (representando 48,5% das microrregiões) e seis exibiam nível tecnológico inferior a 50% do nível do grupo mais modernizado (83,4% das microrregiões).

Com dados do Censo Agropecuário de 2006, Alencar & Silva (2011) desenvolveram um índice de modernização agrícola (IMA) para os municípios de Rondônia e do Acre – agruparam esses municípios em *clusters*, com base em uma amostra de 74 municípios. Dos 24 indicadores utilizados, foram extraídos seis fatores que representavam 85,59% da variância total das variáveis. Observaram que 94,54% dos municípios do Acre exibiram grau médio com tendência para baixo nível de modernização agrícola, enquanto 77% dos municípios de Rondônia apresentaram grau médio com tendência para alta modernização agrícola. Além disso, 23% dos municípios de Rondônia apresentaram alto grau de modernização agrícola, enquanto apenas 4,54% dos municípios do Acre conseguiram tal desempenho.

Já Lobão & Staduto (2020) analisaram o nível de modernização agrícola dos municípios da Amazônia brasileira com dados do Censo Agropecuário de 2006 para a obtenção de 18 indicadores. Usando análise fatorial, extraíram cinco fatores que expressaram 74% da variância

total das variáveis. Com base nesses fatores, os autores mostraram a importância de variáveis referentes às despesas agrícolas, como a forma de uso da terra e o uso intensivo de trabalho, para a modernização agrícola na Amazônia. Verificaram também um padrão heterogêneo e dual na região quanto à modernização agrícola – enquanto o norte e oeste da Amazônia apresentaram níveis mais baixos de modernização, o sul e o leste exibiram níveis maiores.

Por fim, Lazaretti et al. (2019), com dados do Censo Agropecuário de 2006, buscaram identificar o grau de modernização agrícola dos municípios do Rio Grande do Sul e sua relação com os indicadores de renda, índice de Gini e índice de desenvolvimento rural. Para isso, extraíram cinco fatores do total de 18 indicadores, que representavam 74,92% da variância acumulada. Verificaram que os municípios do noroeste, centro-oeste e sudeste do estado possuíam os maiores níveis de modernização. O progresso de modernização agrícola apresentou uma relação positiva sobre o nível de renda dos trabalhadores, gerando maior concentração desta e também uma relação positiva quanto ao desenvolvimento rural. Contudo, quando o índice é muito elevado essa relação se torna negativa.

Assim, com base na literatura, nota-se que existem diversos níveis de modernização agrícola em todas as regiões do Brasil. Contudo, verifica-se também a escassez de estudos para o Nordeste e, sobretudo, a necessidade de análises direcionadas para os estabelecimentos agropecuários familiares.

Metodologia

Base de dados

Este estudo usou dados em nível municipal referentes à modernização agropecuária extraídos do Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

Para a escolha das variáveis e indicadores capazes de captar o nível de modernização agropecuária dos estabelecimentos agropecuários de agricultores familiares do Nordeste, esta pesquisa se baseou em Hoffmann (1992), Souza & Lima (2003) e Costa et al. (2012), entre outros.

Para determinar a intensidade de cada variável e diminuir as disparidades entre os municípios quanto ao tamanho das áreas, normalizou-se a amostra com o uso da proporção dessas variáveis em relação à área explorada (AE), ao equivalente-homem (EH) e ao total de estabelecimentos agropecuários (TE).

Vale ressaltar que foram considerados apenas os estabelecimentos com lavouras permanentes, lavouras temporárias, pastagens naturais, pastagens plantadas em boas condições e pastagens plantadas em más condições.

A Tabela 1 mostra os indicadores empregados para a mensuração do nível de modernização agropecuária dos agricultores familiares do Nordeste. Dada a restrição de informações do censo, a amostra foi composta por 530 município, de um total de 1.793.

Análise fatorial

Este estudo fez uso da técnica de análise fatorial por meio do método de componentes principais, que, conforme Hair et al. (2009), permite compilar todas as variáveis empregadas em um pequeno conjunto de fatores que explicam de forma reduzida as variáveis originais, em que o primeiro fator representa o maior poder explicativo da variância total das variáveis, enquanto o segundo fator representa o segundo maior percentual explicativo, e assim por diante.[4]

A análise fatorial pelo método de componentes principais, segundo Mingoti (2005), pode ser expressa por

$$X_i = A_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

[4] Ver Fávero & Belfiore (2017).

Tabela 1. Descrição dos indicadores de modernização agropecuária do modelo.

Variável	Descrição
X1	Número de estabelecimentos agropecuários por município que tinham energia elétrica/AE
X2	Número de estabelecimentos agropecuários por município que recebiam orientação técnica/AE
X3	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X4	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/EH
X5	Área irrigada (ha) dos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X6	Número de estabelecimentos agropecuários por município com tratores/TE
X7	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X8	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/EH
X9	Número de tratores, implementos e máquinas agrícolas dos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X10	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/AE
X11	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/EH
X12	Número de estabelecimentos agropecuários por município que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo/TE
X13	Número de estabelecimentos agropecuários por município que obtiveram financiamento/AE
X14	Valor (R$ mil) das despesas totais realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X15	Valor (R$ mil) das despesas com adubos e corretivos realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X16	Valor (R$ mil) das despesas com sementes e mudas realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/TE
X17	Valor (R$ mil) das despesas com sal, ração e outros suplementos realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X18	Valor (R$ mil) das despesas com energia elétrica realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/AE
X19	Valor (R$ mil) das receitas da produção dos estabelecimentos agropecuários por municípios/AE
X20	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem controle de doenças e/ou parasitas nos animais, por município/AE
X21	Número de estabelecimentos agropecuários que fazem uso de suplementação alimentar, por município/AE
X22	Número de cabeças de animais por município/AE
X23	Número de cabeças de animais por município/EH
X24	Número de cabeças de animais por município/TE
X25	Número de cabeças de animais por município/número de estabelecimentos agropecuários com efetivo da pecuária por município
X26	EH/AE
X27	TE/AE

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

em que X_i corresponde ao vetor de variáveis aleatórias padronizadas; A_{ij} representa a matriz de coeficientes fixos (cargas fatoriais) que expressa a relação entre X_i e F_j; F_j é um vetor aleatório contendo os fatores; e ε_i é um vetor de erros aleatórios.

Dessa forma, cada fator compreende uma combinação linear das variáveis originais padronizadas, em que os coeficientes correspondem às cargas fatoriais (grau de correlação entre a variável e o fator). Então, as variáveis mais correlacionadas se inserem dentro de um mesmo fator, e os fatores gerados não são correlacionados entre si. O objetivo é explicar a máxima porcentagem da variância total relativa a cada fator. Para contornar possíveis problemas e facilitar a interpretação, fez-se uso do método varimax na rotação ortogonal dos fatores (Johnson & Wichern, 1992; Hair et al., 2009).

Depois da obtenção das cargas fatoriais pela rotação ortogonal, são estimados os escores fatoriais, via método de regressão correspondente, em que se multiplica o valor padronizado da variável *i* pelo coeficiente do escore fatorial,

$$F_j = W_{ij}X_i \quad (2)$$

em que F_j são os escores fatoriais; W_{ij} representam os coeficientes dos escores fatoriais; e X_i são as variáveis originalmente observadas.

Segundo Fávero & Belfiore (2017), quando se quer testar a qualidade do modelo de análise fatorial, são empregados os testes estatísticos de Bartlett e de Kaiser-Maier-Olkin (KMO). O teste de Bartlett verifica a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, as variáveis não são correlacionadas. Se a hipótese nula for rejeitada, então há correlação entre as variáveis, o que indica adequação à análise. já o KMO é um indicador que compara as magnitudes dos coeficientes de correlações observados com a magnitude dos coeficientes de correlações parciais. Varia entre 0 e 1; e quanto mais próximo de 1, melhor a adequação dos dados.

Índice de modernização agropecuária

Depois da obtenção e identificação dos fatores e dos escores fatoriais, é feita a construção do índice de modernização agropecuária (IMA) dos agricultores familiares do Nordeste. Contudo, para isso é necessária a padronização dos escores fatoriais com o intuito de evitar que altos escores negativos interfiram na magnitude dos índices e, assim, garantir que todos os fatores sejam ortogonais e positivos (Lemos, 2001). A padronização dos escores é feita por

$$F_{ij}^* = (F_i - F_{min})/(F_{max} - F_{min}) \quad (3)$$

em que F_{ij}^* = escore fatorial do *i*-ésimo município; F_i = fator do *i*-ésimo município; F_{min} = valor mínimo observado para os escores fatoriais associados aos municípios; e F_{max} = valor máximo observado para os escores fatoriais associados aos municípios.

Assim, é possível determinar o IMA como uma combinação linear dos escores fatoriais e a proporção da variância explicada pelos fatores em relação à variância comum (Gama et al., 2007; Lima et al., 2022), ou seja,

$$IMA = \sum_{j=1}^{q}(\lambda j/\Sigma\lambda_j)F_{ij}^* \quad (4)$$

em que IMA = índice de modernização agropecuária; q = quantidade de fatores; λ = variância explicada por fator; $\Sigma\lambda$ = soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns; e F_{ij}^* = escore fatorial padronizado.

Resultados e discussão

Análise descritiva das variáveis de modernização agropecuária

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas para mensurar a modernização agrícola do modelo.

Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo.

Variável	Média	Desvio padrão	Mín.	Máx.
Energia elétrica	1.289,11	976,67	43,00	5.398,00
Orientação técnica	117,36	144,50	0,00	1.333,00
Irrigação	315,94	918,16	1,00	15.776,00
Tratores	25,16	38,83	0,00	383,00
Tratores, implementos e máquinas agrícolas	36,97	76,05	0,00	1.029,00
Calcário e/ou corretivos	65,62	153,20	0,00	1.865,00
Total de estabelecimentos	1.602,37	1.116,46	52,00	5.939,00
Pessoal ocupado de 14 e mais anos	3.940,00	2.909,87	98,00	19.370,00
Pessoal ocupado com menos de 14 anos e com laço de parentesco com o produtor	131,30	166,45	0,00	1.139,00
Pessoal ocupado com menos de 14 anos e sem laço de parentesco com o produtor	9,92	16,72	0,00	133,00
Financiamento	206,83	180,81	2,00	1.182,00
Despesa total	8.886,47	7.749,70	377,71	82.199,19
Despesa adubos e corretivos	707,52	1.474,26	1,76	20.016,64
Despesa com sementes e mudas	192,88	388,44	0,23	4.861,96
Despesa com sal, ração e outros suplementos	1.868,34	2.312,27	40,96	25.873,94
Despesa com energia elétrica	945,48	758,34	6,55	5.695,19
Receitas da produção	11.186,78	10.365,67	669,00	107.641,70
Controle de doenças e/ou parasitas nos animais	880,99	666,43	28,00	4.388,00
Suplementação alimentar	1.005,64	790,83	24,00	4.966,00
Pecuária	1.246,25	941,45	29,00	5.338,00
Cabeças de animais	69.533,61	112.556,10	1.122,00	1.766.481,00
AE	12.472,79	11.600,94	34,15	79.792,37
EH	3.997,48	2.957,72	98,00	19.619,20

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

A amostra, composta por 530 municípios nordestinos, apresenta, em média, 1.602 estabelecimentos agropecuários familiares por município e área explorada média de 12.472,79 hectares. Desses estabelecimentos por município, em média, 1.246,25 têm a atividade pecuária como efetiva, contemplando 69.533 cabeças de animais. Além disso, observa-se a presença de trabalho infantil no campo com maior frequência dos indivíduos menores de 14 anos que detêm laços de parentesco com o produtor.

Quanto às características relacionadas ao uso de práticas e instrumentos agrícolas considerados modernos, em média, 1.289 estabelecimentos por município tinham acesso à energia elétrica, enquanto apenas 117 estabelecimentos por município faziam uso de orientação técnica. No caso da irrigação, apenas 315,94 hectares por município fazem uso dessa prática, número justificado pela falta de conhecimento e pelo baixo poder aquisitivo dos agricultores familiares.

É importante destacar também o pequeno número de estabelecimentos (em média) que possuem tratores (25 por município), que fazem uso de calcário e/ou outros corretivos do pH do solo (65) e que fazem controle de doenças e/

ou parasitas nos animais (881), enquanto há um número considerável de estabelecimentos que fazem uso de suplementação alimentar (1.005).

Por fim, quanto às características de movimentação financeira, em média, apenas 206 estabelecimentos por município obtiveram algum tipo de financiamento, com receita igual a R$ 11.186,78 e despesa total de R$ 8.886,47 (R$ 707,52 com adubos e corretivos; R$ 192,88 com sementes e mudas; e R$ 1.868,34 com sal, ração e outros suplementos, entre outras despesas).

Análise de fatores relacionados à modernização agropecuária dos agricultores familiares no Nordeste

Para verificar a adequação da amostra ao modelo de análise fatorial (AF) segundo Hair et al. (2009) e Fávero & Belfiore (2017), aplicaram-se os testes de KMO e de Bartlett. No teste de Bartlett, o valor foi de 26.210,406, significativo ao nível de 1% de probabilidade, ou seja, o teste rejeita a hipótese nula de que a matriz de correlações é uma matriz identidade.

Já o teste de KMO exibiu valor igual a 0,854, o que representa uma boa adequação global da AF. Além disso, foi analisada também a medida de adequação da amostra para cada variável (Tabela 3), em que foram obtidos valores maiores do que 0,6, o que indica a adequação individual de todas as variáveis utilizadas no modelo à aplicação da AF (Fávero et al., 2009). Portanto, pode-se concluir que os dados são consistentes e adequados ao modelo adotado.

Desse modo, a AF, por meio do método de componentes principais rotacionados (varimax), agrupou 27 variáveis utilizadas em seis fatores. A Tabela 4 mostra que os valores das raízes características dos fatores foram maiores do que uma unidade e que todos os fatores explicam, em conjunto, 89,61% da variância total dos dados. Resumindo, cada fator explica, individualmente, 30,31% (fator 1), 15,08% (fator 2), 13,88% (fator 3), 11,01% (fator 4), 10,17% (fator 5) e 9,16% (fator 6) da variância total dos dados.

Tabela 3. Teste de Kaiser-Meyer-Olkin.

Variável	KMO
X1	0,9248
X2	0,9464
X3	0,9141
X4	0,6847
X5	0,6731
X6	0,8648
X7	0,8782
X8	0,7081
X9	0,6966
X10	0,9394
X11	0,6169
X12	0,6153
X13	0,9633
X14	0,8833
X15	0,8848
X16	0,8835
X17	0,8631
X18	0,9478
X19	0,9432
X20	0,9047
X21	0,9118
X22	0,9164
X23	0,7317
X24	0,7101
X25	0,8900
X26	0,8396
X27	0,8470
Total	**0,8538**

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

O próximo passo é a extração das cargas fatoriais e as comunalidades para cada indicador utilizado no modelo (Tabela 5). Segundo Alencar & Silva (2011), a comunalidade pode variar de 0 a 1, revelando a sensibilidade do indicador quanto à modernização agropecuária, ou seja, ela expressa a variância captada pelos indicadores por meio dos seis fatores gerados. Todas as comunalidades apresentaram valores acima de 0,5, indicando o bom poder de explicação das variáveis pelos fatores do modelo.

Tabela 4. Raízes características e variâncias explicadas pelos fatores extraídos pelo método dos componentes principais.

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
Fator 1	8,1838	0,3031	0,3031
Fator 2	4,0712	0,1508	0,4539
Fator 3	3,7485	0,1388	0,5927
Fator 4	2,9735	0,1101	0,7028
Fator 5	2,7449	0,1017	0,8045
Fator 6	2,4732	0,0916	0,8961

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 5. Cargas fatoriais depois da rotação ortogonal e comunalidades.

Variável	Carga fatorial						Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	
X1	**0,9387**	-0,0840	0,0751	-0,0084	0,0377	0,1585	0,9206
X2	**0,6231**	-0,0283	0,0172	0,0517	0,0575	0,5457	0,6930
X3	0,2377	0,0374	-0,0055	**0,8776**	0,1201	0,2737	0,9175
X4	-0,0304	0,2188	-0,0091	**0,9449**	0,1398	0,0643	0,9654
X5	-0,0365	0,2347	-0,0035	**0,9436**	0,1209	0,0715	0,9666
X6	-0,1364	**0,9280**	-0,0049	0,1525	0,0799	0,0119	0,9095
X7	0,1957	**0,8444**	0,0506	0,1755	0,0838	-0,0044	0,7916
X8	-0,1169	**0,9621**	-0,0113	0,0885	0,0215	-0,0073	0,9478
X9	-0,1236	**0,9704**	-0,0066	0,1071	0,0323	0,0039	0,9695
X10	0,3396	0,0125	0,0189	0,1507	**0,8395**	0,2146	0,8894
X11	-0,0875	0,0703	-0,0231	0,1155	**0,9681**	0,0217	0,9642
X12	-0,0897	0,1000	-0,0212	0,1210	**0,9662**	0,0222	0,9673
X13	**0,8895**	-0,0484	0,0345	-0,0196	0,0221	0,0150	0,7959
X14	**0,7131**	0,0676	0,1337	0,2312	0,0708	0,6058	0,9564
X15	0,3323	0,0713	-0,0023	0,3740	0,1903	**0,7543**	0,8605
X16	-0,1036	**0,6689**	0,0744	0,1456	0,0751	0,3264	0,5971
X17	**0,6727**	-0,0384	0,2027	0,0540	-0,1065	0,4482	0,7102
X18	**0,7904**	0,0939	0,1411	0,2033	0,0429	0,4456	0,8952
X19	0,5737	0,0358	0,1326	0,1749	0,1440	**0,7234**	0,9227
X20	**0,9368**	-0,1028	0,0691	0,0235	-0,0861	0,1689	0,9294
X21	**0,9557**	-0,0905	0,0878	-0,0135	-0,0557	0,0369	0,9340
X22	0,4775	0,0025	**0,8371**	-0,0288	0,0317	0,0425	0,9324
X23	0,0231	-0,0035	**0,9890**	-0,0136	-0,0330	0,0310	0,9808
X24	0,0222	0,0088	**0,9905**	-0,0091	-0,0355	0,0283	0,9839
X25	0,0486	0,0259	**0,9795**	0,0304	0,0192	0,0543	0,9668
X26	**0,9358**	-0,0741	0,0391	0,0205	0,0483	0,0345	0,8866
X27	**0,9557**	-0,0798	0,0414	0,0140	0,0562	0,1259	0,9405

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Assim, de modo geral, pode-se dizer que os indicadores de maior influência sobre a modernização agropecuária dos estabelecimentos familiares do Nordeste são X1, X3, X4, X5, X6, X8, X9, X11, X12, X14, X19, X20, X21, X22, X23, X24, X25 e X27, todos com comunalidade superior a 90%; em contrapartida, o indicador X16 (valor das despesas com sementes e mudas realizadas pelos estabelecimentos agropecuários por município/TE) tem a menor influência com comunalidade (59,71%).

Já as cargas fatoriais, segundo Hoffmann (1992), Hair et al. (2009) e Fávero & Belfiore (2017), representam os coeficientes de correlação entre cada fator e cada indicador utilizado. Para a interpretação, considerou-se apenas cargas com valor superior a 0,6, para a maior significância do modelo. Logo, cargas fatoriais mais altas indicam maiores coeficientes de correlação (valores destacados na Tabela 5).

Diante disso, observa-se que o fator 1, responsável pela maior proporção da variância explicada quanto à modernização agropecuária, está forte e positivamente relacionado aos indicadores X1, X2, X13, X14, X17, X18, X20, X21, X26 e X27.

De maneira subsequente, foram obtidos os escores fatoriais, ou seja, os valores fatoriais (pesos) para cada município nordestino da amostra. A Tabela 6 mostra a quantidade e a proporção de municípios nordestinos em relação à média amostral – para todos os fatores, a maior proporção é de municípios abaixo da média.

Para o fator 1, apenas 36,79% (195) dos 530 municípios ficaram acima da média, enquanto 63,21% (335), abaixo. Os municípios que apresentaram o menor e o maior valores relativos aos escores fatoriais foram Itapetinga, BA (-1,2701) e Teresina, PI (11,9161).

Para os outros fatores, os municípios de menor e maior valores do escore fatorial são estes: fator 2, Rodelas, BA (-1,3526) e Ibititá, BA (6,9456); fator 3, Natal, RN (-1,5168) e São Gonçalo dos Campos, BA (15,1392); fator 4, Paripiranga, BA (-1,6469) e Petrolina, PE (8,7314); fator 5, Baraúna, RN (-1,5555) e Lafaiete Coutinho, BA (5,8830); e fator 6, Tutóia, MA (-2,9225) e Natal, RN (18,1178).

Cálculo do índice de modernização agropecuária da agricultura familiar

A Tabela 7 mostra o índice de modernização agropecuária familiar no Nordeste brasileiro por estado. O IMA permite verificar como o uso de insumos e práticas modernas pelos produtores familiares se relaciona diretamente à produtividade e ao rendimento da propriedade.

De modo geral, o IMA médio foi muito baixo (0,1315) para a região, o que revela escassez de tecnologias modernas entre os agricultores familiares e, portanto, o uso de práticas agrícolas rudimentares. Isso corrobora os estudos de Hoffmann (1992) e Costa et al. (2012), que observaram que os menores indicadores da modernização agrícola são os do Nordeste e Norte, embora os autores tenham considerado todos os tipos de agricultores.

Costa et al. (2012) identificaram grande heterogeneidade dos estados brasileiros, ou seja, grande discrepância entre os valores do IMA (alto e baixo desempenhos), confirmando as te-

Tabela 6. Número e proporção de municípios em relação à média dos escores fatoriais.

Municípios (quant./prop.)	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
↑ (quantidade)	195	153	122	164	126	252
↑ (proporção) (%)	36,79	28,87	23,02	30,94	23,77	47,55
↓ (quantidade)	335	377	408	366	404	278
↓ (proporção) (%)	63,21	71,13	76,98	69,06	76,23	52,45

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

Tabela 7. Estatísticas gerais do IMA dos estabelecimentos agropecuários familiares nordestinos em níveis municipal e estadual.

Estado	Nº de municípios	IMA médio	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Coeficiente de variação (%)
Nordeste	**530**	**0,1315**	**0,0831**	**0,4894**	**0,0394**	**29,95**
			Paulo Ramos, MA	**Teresina, PI**		
Maranhão	41	0,1151	0,0831	0,2073	0,0294	25,52
			Paulo Ramos	Tutóia		
Piauí	32	0,1416	0,0965	0,4894	0,0712	50,29
			Assunção do Piauí	Teresina		
Ceará	70	0,1286	0,0865	0,2552	0,0336	26,15
			Jaguaretama	Caucaia		
Rio Grande do Norte	22	0,1510	0,1006	0,3104	0,0574	38,01
			Caraúbas	Natal		
Paraíba	34	0,1247	0,0916	0,1880	0,0169	13,52
			Caraúbas	Lagoa Seca		
Pernambuco	59	0,1352	0,0944	0,2387	0,0348	25,74
			Floresta	Petrolina		
Alagoas	17	0,1326	0,0972	0,1679	0,0233	17,57
			Mar Vermelho	Penedo		
Sergipe	27	0,1288	0,0965	0,1702	0,0203	15,72
			Tobias Barreto	Umbaúba		
Bahia	228	0,1321	0,0845	0,2691	0,0396	30,01
			Lajedinho	Luís Eduardo Magalhães		

Fonte: adaptado de Censo Agropecuário (IBGE, 2017).

ses históricas de que as regiões Norte e Nordeste são atrasadas em relação às demais.

Conforme os mesmos autores, os processos históricos e culturais, bem como a necessidade da indústria por matéria-prima, podem ser considerados grandes indutores da modernização agrícola nos estados brasileiros. Cabe destacar que a grande intensidade no uso de novas tecnologias tem como objetivo suprir necessidades dos estados em fatores produtivos de primeira necessidade, como terra e mão de obra.

Entre os municípios da amostra, Paulo Ramos, MA (0,0831) exibiu o menor IMA e Teresina, PI (0,4894), o maior. Quando se desagrega a amostra nos nove estados, nota-se que o índice tem comportamento homogêneo, ou seja, não há grandes diferenças em suas magnitudes.

O Piauí foi o estado com maior coeficiente de variação (50,29%), o que indica que os índices se dispersaram mais em torno da média e revela uma maior heterogeneidade entre os agricultores familiares quanto ao uso de instrumentos modernos. Martins et al. (2014) destacam que 16 municípios do Piauí exibiram índices considerados bons, mas apenas os municípios de Boa Hora, Buriti dos Lopes, Dom Expedito Lopes, Novo Santo Antônio, Ribeiro Gonçalves, Santa Filomena e Sussuapara apresentaram índices tidos como muito bons para 2006. As variáveis relacionadas ao uso de adubos, à área irrigada e ao valor da produção são as que mais

influenciam esses sete municípios, e os investimentos em irrigação, o rendimento no valor da produção dos estabelecimentos e os incentivos à área explorada foram importantes para a obtenção do referido IMA.

A Paraíba obteve o menor coeficiente de variação, indicando uma maior homogeneização quanto ao nível tecnológico dos agricultores familiares, sendo Lagoa Seca (0,1880) e Caraúbas (0,0916) os municípios de maior e menor índices.

Para o Ceará, apenas 70 municípios apresentaram IMA superior à média (0,1286). Santos & Campos (2021) obtiveram resultados semelhantes: apenas 50 dos 164 municípios cearenses ficaram acima da média do índice de modernização agropecuária (11,02).

Considerações finais

Este estudo confirmou que é baixo o índice de modernização da agricultura (IMA) dos agricultores familiares no Nordeste, cuja média é de 0,1315. Os agricultores familiares fazem pouco uso de tecnologia e é desigual a implementação do processo de modernização, o que deixa à margem tanto a região Nordeste quanto os pequenos agricultores.

Quando se desagrega a amostra por estado, observou-se que o índice se comportou de forma homogênea, ou seja, o nível de tecnologia entre os produtores familiares não revelou grandes oscilações entre os estados nordestinos – o Maranhão obteve o menor IMA médio (0,1151) e o Rio Grande do Norte, o maior (0,1510).

Assim, sugere-se a adoção de novas políticas públicas, bem como a ampliação e reformulação de políticas já em vigor – Pronaf, Agronordeste e PAA, por exemplo –, voltadas para os agricultores familiares e que levem em consideração as características desses produtores. Ou seja, é preciso descentralizar a operação dos programas e permitir maior participação de órgãos, entidades e produtores rurais que conheçam as necessidades específicas de cada região.

Observa-se que o Pronaf contabiliza o maior percentual de todos os recursos disponibilizados pelo governo federal para a agropecuária, sendo a principal ferramenta de desenvolvimento do setor. Portanto, é importante que se controle onde e como seus recursos estão sendo aplicados e que haja acompanhamento dos resultados para que, assim, se possa identificar sua eficiência.

Constata-se que o crescimento da modernização agropecuária no Nordeste é um processo lento e que decorre de problemas relacionados à produtividade do pessoal ocupado, à limitada infraestrutura hídrica e elétrica e à insuficiência de tecnologias capazes de incrementar a produção – os sistemas de preparo de solo, a pequena quantidade de mão de obra empregada e a baixa relação entre o total de estabelecimentos e área explorada, por exemplo. Portanto, a disseminação de novas práticas agropecuárias e a assistência técnica aumentariam o nível tecnológico e, consequentemente, a produtividade das propriedades.

Referências

ALENCAR, J.J. de; SILVA, R.G. da. Política agrícola e modernização: Rondônia e Acre em evidência. **Revista de Política Agrícola**, ano20, p.5-18, 2011.

ALMEIDA, J.; GERHARDT, T.E. Tema integrador e eixos temáticos. In: ALMEIDA, J. (Org.). **A modernização da agricultura**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2011. p.11-18. (Série Educação a Distância).

COSTA, C.C. de M.; REIS, P.R. da C.; FERREIRA, M.A.M.; MOREIRA, N.C. Modernização agropecuária e desempenho relativo dos estados brasileiros. **Agroalimentaria**, v.18, p.43-56, 2012.

COSTA, E.M.; VIEIRA FILHO, J.E.R. Choque de oferta no crédito rural e seu impacto produtivo na agricultura brasileira. In: SACHSIDA, A. (Org.). **Políticas públicas**: avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos. Brasília: Ipea, 2018. p.207-224. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/181009_politicas_publicas_no_brasil.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Contando Ciência na Web**: Região Nordeste. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/regiao-nordeste>. Acesso em: 12 maio 2021.

FÁVERO, L.P.L.; BELFIORE, P.P.; SILVA, F.L. da; CHAN, B.L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. p.195-265.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A.J.M.S.; LIMA, J.E. de. A modernização agropecuária nas microrregiões do estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, p.73-89, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000100004.

GAMA, Z.J.C.; SANTANA, A.C. de; MENDES, F.A.T.; KHAN, A.S. Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da região metropolitana de Belém. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, p.127-160, 2007. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v5i1.100.

GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010. 293p.

GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A.M.; DI SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

HAIR JR., J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HOFFMANN, R. A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.30, p.271-290, 1992. Disponível em: <http://www.resr.periodikos.com.br/article/5ea0bed40e8825b12cc84922/pdf/resr-30-4-271.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2022.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

LAZARETTI, L.R.; BATISTELLA, P.; TEIXEIRA, F.O.; FREITAS, T.D.; FREITAS, C.A. de. Modernização e desenvolvimento rural nos municípios gaúchos. **Revista de Política Agrícola**, ano28, p.22-36, 2019.

LEMOS, J. de J.S. Níveis de degradação no Nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v.32, p.406-429, 2001.

LIMA, G.C. de; CAMPOS, K.C.; ALVES, A.G.M. Índice de modernização agrícola na região Nordeste. **Revista Interações**, v.23, p.347-362, 2022. DOI: https://doi.org/10.20435/inter.v23i2.3158.

LOBÃO, M.S.P.; STADUTO, J.A.R. Modernização agrícola na Amazônia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, e188276, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.182276.

MACHADO, V. A modernização da agricultura e a produção do biocombustível como energia alternativa: uma reflexão crítica. **Tékhne e Lógos**, v.1, p.2-23, 2010.

MARIANO, J.L.; PINHEIRO, G.M.T.L. Eficiência técnica da agricultura familiar no projeto de irrigação do Baixo Açu (RN). **Revista Econômica do Nordeste**, v.40, p.283-296, 2009.

MARQUES, P.E.M. Concepções em disputa na formulação das políticas públicas de apoio à agricultura familiar: uma releitura sobre a criação do PRONAF. **Raízes**, v.22, p.16-28, 2003. DOI: https://doi.org/10.37370/raizes.2003.v22.217.

MARTINS, E. de A.; CAMPOS, K.C.; LIMA, P.V.P.S. Índice de modernização agrícola no estado do Piauí. In: ARAUJO, J.A. de; REIS, J.N.P.; PAULO, E.M.; MANCAL, A. (Org.). **Desafios da sustentabilidade no semiárido nordestino**. Fortaleza: RDS, 2014. p.139-154.

MIELITZ NETTO, C.G.A.; MELO, L.M. de; MAIA, C.M. **Políticas públicas e desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2010. (Série Educação a Distância).

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2005.

SANTOS, L.O. dos; CAMPOS, K.C. Modernização da agropecuária dos municípios do estado do Ceará. **Economia & Região**, v.9, p.115-130, 2021.

SILVA, F.P. da. **Eficiência técnica e heterogeneidade tecnológica na agropecuária brasileira**. 2017. 90p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, J.G. da. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo: Hucitec, 1981. 210p. (Coleção economia e planejamento. Série teses e pesquisas).

SORJ, B. **Estado e classes sociais na agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 136p. DOI: https://doi.org/10.7476/9788599662281.

SOUZA, P.M. de; LIMA, J.E. de. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da Federação. **Revista Brasileira de Economia**, v.57, p.795-824, 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-71402003000400007.

TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v.2, p.21-42, 2005.

Os determinantes da quantidade de produtores orgânicos no Brasil[1]

Luan Vinicius Bernardelli[2]
Nathália Caroline Faria[3]
Pietro Telatin Paschoalino[4]
Paulo Rogério Alves Brene[5]
Ednaldo Michellon[6]

Resumo – O objetivo deste artigo foi identificar as variáveis que influenciam a quantidade de produtores orgânicos no Brasil, admitindo-se como hipótese principal que a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) da rede pública é fundamental para a expansão do mercado de orgânicos. Foram utilizados dados do Censo Agropecuário de 2017 e da Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE. Os resultados mostram que as variáveis escolaridade do agricultor, tamanho do estabelecimento e densidade populacional influenciam a quantidade de produtores orgânicos do município. Além disso, observou-se uma significativa importância dos programas municipais de incentivo à produção orgânica, em que se atribui valioso papel ao setor público nesse estímulo, por meio de políticas públicas no País.

Palavras-chave: agricultura, agricultura orgânica, economia ecológica, políticas públicas.

The determinants of the number of organic producers in Brazil

Abstract – The objective of this article was to identify which variables influence the number of organic producers in the country, taking as its main hypothesis the fact that the technical assistance and rural extension (ATER) of the public network is essential for the expansion of the organic product market. For this, we used data from the 2017 agricultural census (*Censo Agropecuário de* 2017) and the basic municipal information survey of IBGE (*Pesquisa de Informações Básicas Municipais do* IBGE). The results show that variables such as the farmer´s education, establishment size, and population density influence the number of organic producers in the municipality. In addition, a significant importance of the municipal incentive programs for the organic production was observed, in which an important role is attributed to the public sector in this stimulus via public policies in Brazil.

Keywords: agriculture, organic agriculture, ecological economy, public policies.

[1] Original recebido em 27/2/2022 e aprovado em 19/4/2022.

[2] Doutor em Economia. E-mail: luanviniciusbernardelli@gmail.com
[3] Doutora em Economia. E-mail: nathaliacarolinefaria@hotmail.com
[4] Doutor em Ciências Econômicas. E-mail: pietropasch@gmail.com
[5] Doutor em Desenvolvimento Econômico. E-mail: paulobrene@uenp.edu.br
[6] Doutor em Ciências Econômicas. E-mail: emichellon@uem.br

Introdução

A agricultura neste primeiro quartil do século 21 continua sendo realizada na linha das mudanças operadas nos séculos anteriores, notadamente com as alterações depois de 1950, com o advento da Revolução Verde e no seu acirramento com o uso dos transgênicos e da biotecnologia, por um lado, e a informática no campo, por outro, conhecida como agricultura de precisão, modelos baseados na produção em massa com o uso intensivo de agrotóxicos, fertilizantes sintéticos e mecanização (Michellon, 2011; Mattei & Michellon, 2021). Cabe destacar também que a ampliação da produção agrícola nos últimos 50 anos esteve relacionada com a elevação dos rendimentos agrícolas por unidade de terra, de forma conjunta à intensificação agrícola, segundo a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO, 2018).

Assim, desde a Quarta Revolução Agrícola, o emprego de sementes geneticamente modificadas tem sido prática comum, cuja finalidade é obter o maior rendimento de insumos por área, potencializando o acirramento do uso do modelo químico, mecânico e biológico. Contudo, tais medidas implicam não só o desgaste e usufruto irregular do meio ambiente, mas o consumo de alimentos prejudiciais à saúde (Pinheiro, 2012).

Como contraponto a essa realidade, surge a agricultura orgânica como modelo alternativo às práticas e técnicas avessas ao cultivo agrícola tradicional (Mazzoleni & Nogueira, 2006). Em outras palavras, os produtos orgânicos ou agroecológicos requerem práticas e tratos especiais, que sejam isentos de agrotóxicos e de fertilizantes sintéticos. Por consequência, a mão de obra precisa ser mais qualificada e em maior proporção (Smolinski et al., 2011). Todavia, por mais que a agricultura orgânica envolva os conhecimentos convencionais, o foco na saúde, no meio ambiente, no desenvolvimento sustentável e na qualidade dos alimentos aumenta a credibilidade da cadeia alimentícia (Pinheiro, 2012), que passa a ser bem-sucedida (Smolinski et al., 2011).

Nesse contexto, surge a seguinte indagação: como a escolaridade, a densidade, os incentivos municipais e o PIB, entre outras variáveis, influenciam a quantidade de produtores orgânicos no Brasil? A hipótese estabelecida é baseada em Mattei & Michellon (2021), que fundamentam que a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) da rede pública é fundamental para a expansão do mercado de orgânicos no País.

Este trabalho se justifica primeiramente pelas críticas iniciadas nas décadas de 1960 e 1970 que destacam como o ritmo de produção intensiva de bens alimentares degradam os recursos naturais e geram concentração fundiária, êxodo rural, massificação, dependência produtiva de insumos industriais (maquinários, sementes e agroquímicos em geral), uniformização e homogeneização dos processos produtivos, perda da diversidade cultural e esgotamento e extinção da biodiversidade (O mercado..., 2007).

Outra justificativa está relacionada às novas características de consumo. Pinheiro (2012) afirma que, a partir da década de 1980, o consumidor passou a demandar o uso de matéria orgânica nos processos produtivos agrícolas. Ou seja, entre 1980 e 1990, a tendência da demanda passou a ter uma consciência ecológica por alimentos cada vez mais saudáveis e de maior qualidade. A agricultura ecológica induziu o cultivo orgânico ao ser fomentada pelas preocupações da época – produtores, consumidores e governo – (Smolinski et al., 2011) e pelo conhecimento internacional da população, especialmente quanto à emergência de padrões sustentáveis para o segmento agrícola (ambiental, social e econômico), o que fez as práticas tradicionais do segmento se tornarem inadequadas e insustentáveis (Melão et al., 2007).

Destaca-se também o uso de novas tecnologias e certificações de qualidade, pois elas servem como garantias ao consumidor final de que os atributos desejados estão presentes no alimento. Isso inclui a certificação e as práticas de preservação do meio ambiente, condições de valorização da população campestre (agricultores familiares, populações indígenas e tra-

dicionais) e a saúde da sociedade (O mercado..., 2007).

Conforme a Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (Ifoam, 2021c), o mercado global de agricultura orgânica movimentou 106 bilhões de euros em 2019, aumento de quase 10% em relação a 2018, cujos líderes são os Estados Unidos e a Alemanha. No Brasil, esse tipo de agricultura ainda é pouco expressivo, mesmo o País possuindo a terceira maior extensão de terra destinada à agricultura orgânica da América Latina (Mazzoleni & Nogueira, 2006; Willer et al., 2021). Para Smolinski et al. (2011), as áreas mais adequadas às características da agricultura orgânica são as de plantio pequeno, dadas a diversificação, a autossustentabilidade e a mão de obra escassa.

Agricultura orgânica: origem, conceito e panorama geral

A configuração do mercado de orgânico é uma questão histórico-social (Melão et al., 2007). Segundo a International Federation of Organic Agriculture Movements, a agricultura orgânica surgiu da fusão de ideias pioneiras, entre o fim do século 19 e início do século 20, pela observação dos problemas enraizados na agricultura, que se agravaram nas guerras mundiais (Vogt, 2007). Pioneiros como Lady Eve Balfour apresentaram a emergência de mudanças radicais e indivisíveis para a saúde do solo, da planta, do animal, do meio ambiente e do homem (Ifoam, 2021d). O uso intensivo de produtos químicos sintéticos e a mecanização causava não só a degradação e esgotamento do solo, mas também má qualidade dos alimentos, precariedade da qualidade de vida da população rural e manutenção errônea da produtividade (Vogt, 2007; Smolinski et al., 2011; Mattei & Michellon, 2021).

Entre 1920 e 1940, as suposições sobre a agricultura orgânica passaram a ser amparadas por diretrizes. Em termos gerais, as intervenções humanas sugeriam a exploração do sistema de produção com tecnologias sustentáveis como alternativa à forma convencional. Com isso, passou-se a conservar as áreas agrícolas pelo reaproveitamento e uso racional dos recursos internos, tanto naturais quanto humanos. Por consequência, a economia e o crescimento da agricultura foram relacionados aos princípios de proteção normativa internacional do meio ambiente e questões sociais, justamente pelos movimentos pioneiros e pensamentos difusores ao longo dos anos (Vogt, 2007; Mattei & Michellon, 2021).

Entre 1960 e 1970, os pensamentos voltados para a agricultura orgânica geraram esforços mundiais para promover e fortalecer o segmento (Vogt, 2007). Em 1970, as organizações internacionais passaram a se movimentar e criar mecanismos de normalização. Em 1981, surgiu uma das primeiras normas internacionais sobre o tema, a Ifoam. Como pioneira, a Ifoam (2021d) codificou os padrões da agricultura orgânica em sistemas regulamentados por lei, obrigatoriamente, e a definiu como

> [...] um sistema de produção que sustenta a saúde dos solos, ecossistemas e pessoas. Baseia-se em processos ecológicos, biodiversidade e ciclos adaptados às condições locais, ao invés do uso de insumos com efeitos adversos[7] (Ifoam, 2021b, tradução nossa).

Essa iniciativa fez crescer significativamente a consciência e o mercado de produtos orgânicos.

A partir de então, o movimento orgânico passou a combinar quatro recursos éticos interligados – saúde, ecologia, justiça e cuidado – para promover a boa qualidade de vida global, com rendimentos justos (Ifoam, 2021e). Segundo Mazzoleni & Nogueira (2006), o controle da natureza perante as novas tecnologias da Segunda Revolução Agrícola culminou com a Revolução

[7] "Organic Agriculture is a production system that sustains the health of soils, ecosystems and people. It is based on ecological processes, biodiversity and cycles adapted to local conditions, rather than the use of inputs with adverse effects. Organic Agriculture unites tradition, innovation and science to benefit the shared environment and promote fair relationships and quality of life for all involved". (Ifoam, 2021b).

Verde. Desde então, como contraponto aos alimentos da agricultura convencional, para Willer et al. (2019) o consumo e a produção de alimentos orgânicos cresceram significativamente. Em 2017, por exemplo, foram vendidos no mercado global US$ 97 bilhões em produtos orgânicos. Em relação à área destinada à produção de orgânicos mundialmente, em 2017 ela ultrapassou os 70 milhões de hectares, administrados por quase 2,9 milhões de agricultores. Por consequência, a taxa de crescimento da área de cultivo de leguminosas secas, vegetais e azeitonas passou dos 15% (Ifoam, 2021c).

Com crescimento significativo, a agricultura orgânica tomou rumos cada vez mais sustentáveis e de relevância política, especialmente sob os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Fome Zero e Consumo e Produção Responsáveis. O fator-chave dessas relações é a padronização e a regulamentação política, pois gerar confiabilidade e contribuir para a dinâmica transparente desse mercado podem melhorar a condição de vida da população. A transparência das informações fez com que o consumidor seja capaz de captar a procedência orgânica do alimento e reconheça os esforços do agricultor, pagando então um preço justo pelo produto (Vilela et al., 2019; Willer et al., 2019).

Para Willer et al. (2019), a demanda por produtos orgânicos básicos[8] cresce, em média, 11% ao ano. Mas, dadas as características de consumo cada vez mais exigentes (níveis de segurança e saúde), a tendência é que a área agrícola destinada à produção orgânica aumente gradualmente, bem como o número de agricultores. Para tanto, os desafios sociais e ambientais são critérios determinantes para a tomada de decisão do produtor, mundialmente. Além disso, o manuseio da lavoura orgânica segue diretrizes de boas práticas (Ifoam, 2021a), e a tomada de decisão do agricultor, ao investir em alimentos orgânicos, é determinada[9] por vários fatores: preço, demanda, oferta e altos custos de produção para atender aos critérios burocrático de certificações, por exemplo. É claro, tudo isso pode influenciar o desempenho do setor futuramente (Pinheiro, 2012; Willer et al., 2019).

Contudo, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), para que o agricultor seja reconhecido como orgânico os mecanismos de certificação são essenciais e, no Brasil, eles são de três tipos. O primeiro diz respeito ao controle social. Nesse caso, os pequenos produtores são fiscalizados por uma Organização de Controle Social (OCS). Ou seja, por associações, grupos, cooperativas ou consórcios (sem centralismo jurídico). Esse tipo de iniciativa registra o produtor como orgânico e declara ao consumidor a procedência do alimento. O suporte técnico é dado pela Comissão de Produção Orgânica (CPOrg) mais próxima, e a venda do alimento deve ocorrer de forma direta, em que o produtor oferta ao consumidor o produto em feiras de orgânicos. (Brasil, 2009).

O segundo se refere ao Organismo Participativo de Avaliação de Conformidade (Opac), que também precisa estar credenciado no Mapa. Esse sistema pode ser explicado como a participação ativa dos agricultores em uma sociedade. Portanto, ele envolve um grupo de produtores comprometidos de forma transparente para trocar informações e gerar confiança social. E, por fim, o terceiro mecanismo de certificação é por auditoria ou por selo obtido. Nesse caso, as certificadoras são fundamentadas por leis nacionais e internacionais padronizadas. Isso envolve critérios de análise que vão desde os recursos naturais (solo e água) até relatórios de inspeções e acompanhamento para certificar o produtor como orgânico. (Brasil, 2009).

[8] Para Lima et al. (2020), os produtos básicos são: cereais, carne, pescado, lácteos, açúcar e óleos vegetais.

[9] Para Mazzoleni & Nogueira (2006), as atividades agrícolas, pecuárias e florestais orgânicas no Brasil são influenciadas pelo alto investimento do agricultor (capital próprio), escolaridade, escassez de mão de obra e integração.

Panorama da agricultura orgânica no Brasil

De acordo com o Departamento de Pesquisa Statista (Statista, 2021c), a área de produção orgânica global nos últimos 12 anos cresceu 42 milhões de hectares. Em 2019, as terras agrícolas orgânicas no mundo ultrapassaram os 72 milhões de hectares. Nesse mesmo ano, haviam 17.730 produtores orgânicos registados no Brasil, cerca de 54% a mais do que em 2015 (Statista, 2012a). O número de unidades de produção orgânica do País superou os 22 mil em 2018, 41,5% a mais do que em 2016 (Statista, 2019b). Com isso, a área destinada à produção orgânica no Brasil cresceu 26,4% de 2015 até 2018, representando neste último ano 1,2 milhão de hectares (Statista, 2021a).

Conforme Willer et al. (2021), em 2019 os 8,3 milhões de hectares de terras agrícolas conduzidas organicamente na América Latina (11% do total mundial) eram administrados por mais de 224 mil produtores. Desse valor, 1,3 milhão de hectares são brasileiros, que, em sua maioria, são cultivados em propriedade de agricultura familiar cuja produção é voltada para a exportação. Segundo Costa et al. (2015), os pequenos e médios produtores de orgânicos no Brasil possuem de quatro a 607 hectares. Para Guzmán Muñoz et al. (2016), esse aspecto é comum na produção orgânica brasileira, já que, do total de área de cada produtor, cerca de um hectare é destinado para o cultivo orgânico.

Apesar de o Brasil ser o maior e mais dinâmico mercado de produtos orgânicos da América Latina e de suas características de consumo, cada vez mais saudáveis e nutritivas (Willer et al., 2021), Mattei & Michellon (2021) acreditam que o País enfrenta muitos desafios, como a falta de Ater da rede pública. Além disso, mesmo que a quantidade de hectares para a produção de orgânicos no Brasil seja expressiva, ainda são muitos os entraves: dependência de maquinários, biodiversidade das regiões, escolaridade insuficiente dos produtores, nenhuma ou pouca informação sobre o uso correto do solo, custos elevados para as certificações, dificuldades de transporte, problemas de organização, competitividade e elevadas exigências, entre outros fatores (O mercado..., 2007; Mattei & Michellon, 2021; Willer et al., 2021).

Quanto à Ater da rede pública, o setor de orgânicos de um país pode ser potencializado pelos esquemas de desenvolvimento público. As ações governamentais podem variar desde os canais de comercialização, vínculos, expansão agrícola orgânica, conferências, treinamentos (práticas de cultivo e gestão financeira), programas de saúde pública, segurança alimentar, seminários, conscientização pública, alianças, feiras, incentivo ao comércio local e internacional até as leis contra o desperdício e o uso de agrotóxicos. Todas essas iniciativas tendem a gerar valor agregado e fortalecer a cadeia de orgânicos (Panwar et al., 2019).

Costa et al. (2015), ao discutirem as políticas públicas brasileiras de incentivo aos movimentos sociais com base nos princípios agroecológicos, afirmam que essa variável é significativa quando, além dos benefícios sociais, gera também economia e rendimentos (financeiros e de escala). Portanto, as angariações governamentais, ao criarem programas de extensão, incentivos fiscais, crédito rural e disposição de recursos para pesquisas agrícolas, fortalecem os centros de produção orgânica e colaboram com o desenvolvimento de novas políticas públicas (Costa et al., 2015).

Em consonância, Schmitt (2011, p.7) sugere que não só a construção social de mercados, mas também os arranjos institucionais e os instrumentos de políticas públicas são

> [...] capazes de viabilizar novas formas de produção, consumo e de apropriação do espaço rural que possam garantir a renovação, ao longo das gerações, dos processos ecológicos que sustentam essas atividades.

Desse modo, as políticas públicas são instrumentos de promoção equitativa de distribuição de renda per capita do segmento e ocupacional (Lima et al., 2020).

De acordo com Corrêa et al. (2019), a concentração de renda e o PIB elevado são variáveis significativas para a extensão da produção orgânica. Para Silva (2020), o PIB per capita e a quantidade de maquinário dos produtores são positivamente correlacionados com a região e a proporção de estabelecimento dos produtores orgânicos, o que justifica sua empregabilidade em estudos dessa magnitude, pois permitem captar a renda média dos municípios em análises de autocorrelação. Ou seja, ambas as variáveis impactam a produção do espaço e a ocupação destinada ao setor familiar e orgânico (Corrêa et al., 2019).

Para Willer et al. (2018), a ocupação das áreas atribuídas à produção orgânica no Brasil são maiores do que as de pastagem (criação de gado) ou de vegetação (cultivo de plantas nativas), o que justifica seu uso como variável de estudo no segmento. Para Corrêa et al. (2019), os resultados da variável ocupação identificam uma iniquidade territorial, além da dependência de alimentos de outras regiões e do uso excessivo de agrotóxicos no caso do modelo de produção tradicional.

Já Castro et al. (2019) acreditam que a ocupação de áreas orgânicas de alguns municípios brasileiros gera também extensa pastagem. Nas regiões metropolitanas, por exemplo, a manutenção de baixo custo de alguns produtos desencadeia a conversão da cultura orgânica para o aumento de pastagem e especulações com gado (Castro et al., 2019).

Além das variáveis acima, a densidade populacional e a escolaridade também estão sendo estudadas na cadeia de produção orgânica. A densidade populacional pode gerar estimativas plausíveis e desagregadas sobre a distribuição da produção agrícola brasileira, nos níveis nacional estadual e municipal. Isto é, pela densidade populacional, é possível reconhecer as áreas potencialmente adequadas para a produção agrícola. Nesse contexto, a produção tende a ser mais intensiva em trabalho onde a demanda local e a mão de obra (densidades da população rural) são maiores (You & Wood, 2006).

Em concordância, Piedra-Bonilla et al. (2020) afirmam que a densidade populacional pode ser utilizada como uma *proxy* para um mercado local. Porém, os autores fazem a ressalva de que nem sempre essa variável é significativa. Tal afirmação é fundamentada pela necessidade de "ponderação e de que algumas áreas, mesmo tendo potencial, não são realmente exploradas por uma série de razões" (You & Wood, 2006, p.335, tradução nossa)[10].

Quanto à educação, Froehlich et al. (2018) admitem que, embora ela seja uma variável socioeconômica estatisticamente significativa, os resultados de interesse são similares entre produtores orgânicos e convencionais no Brasil. Os autores enfatizam também que os indivíduos que estudaram até o ensino fundamental são em maior número no cultivo convencional do que no orgânico. Em contrapartida, conforme o grau de instrução se eleva (ensino superior completo), o número de produtores orgânicos é duas vezes maior do que os convencionais. Em Oelofse et al. (2010), os resultados foram similares, indicando que há uma tendência de o nível de escolaridade ser mais alto para os chefes de famílias em produções orgânicas.

Metodologia

As bases de dados utilizadas aqui foram coletadas do Censo Agropecuário de 2017, por meio do Sidra (IBGE, 2022), bem como da Pesquisa de Informações Básicas Municipais, que apresenta um levantamento pormenorizado de informações sobre o funcionamento das instituições públicas municipais (IBGE, 2021).

A estratégia empírica adotada neste trabalho está baseada na elaboração de um modelo econométrico que busca explicar o comportamento de variáveis relacionadas com a produção

[10] "Weighting by population density acknowledges that many areas potentially suitable for crop production are not actually exploited for a range of reasons. Particularly for the type of subsistence agriculture practiced in many developing countries, however, production is likely to be greater (and more intensive) where local demand and labor (rural population densities) are higher". (You & Wood, 2006, p.335).

agrícola orgânica no setor agropecuário brasileiro. Aplicou-se o método dos mínimos quadrados ordinários relacionando algumas variáveis independentes, levantadas pela literatura, que buscam explicar o número de produtores orgânicos no País. A especificação econométrica está expressa por

$$\begin{aligned} lnOrgânico_i &= \beta_0 + \beta_1 lnArea_i + \\ &+ \beta_2 lnTamanho_i + \beta_3 lnMáquina_i + \\ &+ \beta_4 lnOcupação_i + \beta_5 lnPIB_i + \\ &+ \beta_6 lnDensidade_i + \beta_7 Incentivo_i + \\ &+ \beta_8 Metropolitana_i + \beta_9 SemEscolaridade_i + \mu_i \end{aligned} \quad (1)$$

em que i = 1, 2, ..., 5.274 representa o número de municípios, β_0 é a constante do modelo, s são os coeficientes estimados, e μ_i é o termo de erro. A Tabela 1 mostra a descrição das variáveis utilizadas no modelo.

A escolha da variável dependente possibilita olhar para o número de agricultores orgânicos no município e relacioná-lo com diversas outras variáveis econômicas, sociais e demográficas. As variáveis explicativas utilizadas impactam a produção de orgânicos e são recorrentes na literatura, conforme apontado por Silva (2020). Para facilitar a interpretação dos resultados, as variáveis não dicotômicas estão logaritmizadas – os coeficientes das variáveis em log podem ser interpretados dividindo-os por 100.

Quanto às variáveis área, tamanho do estabelecimento, máquinas e ocupação, seu uso como variáveis independentes fundamenta-se pelo argumento de Silva (2020) de que elas são informações agrícolas significativas que, geralmente, são aplicadas como determinantes socioeconômicas. Além disso, elas costumam corresponder aos resultados esperados, pelo menos no que diz respeito à causalidade.

Já a inclusão do PIB per capita logaritmizado e da proporção de maquinário está baseda em Silva (2020), que alega que a adesão dessas variáveis parte do pressuposto de que, num modelo regressivo, há a possibilidade de se investigar o comportamento da renda média dos produtores de orgânicos por município – além de fornecerem métricas de comparação de resultados.

Quanto à variável densidade, optou-se por adicioná-la ao modelo por causa das contribuições de You & Wood (2006) e Piedra-Bonilla

Tabela 1. Descrição das variáveis do modelo.

Variável	Descrição
Orgânico (dependente)	Número de produtores orgânicos no município
Área total dos estabelecimentos[(1)]	Área dos estabelecimentos (ha)
Tamanho médio do estabelecimento[(1)]	Tamanho médio dos estabelecimentos (área dos estabelecimentos/ número de estabelecimentos)
Máquinas por área[(1)]	Número de tratores, implementos e máquinas (tratores, semeadoras, plantadoras) por hectare (equipamentos/área do estabelecimento)
Ocupação por área[(1)]	Número de pessoas ocupadas nos estabelecimentos por hectare (número de pessoas ocupadas/área de estabelecimento)
PIB per capita[(1)]	Produto Interno Bruto Municipal per capita
Densidade populacional[(1)]	Densidade Populacional (população/área (km^2))
Programa de incentivo municipal	A prefeitura desenvolve programa ou ação de estímulo à agricultura orgânica? (1 = sim; 0 = não)
Região metropolitana	O município está em uma região metropolitana? (1 = sim; 0 = não)
Sem escolaridade	Proporção de agricultores que nunca frequentaram a escola em relação ao total

[(1)] Variável logaritmizada no modelo econométrico – deve ser interpretada como um modelo lin-log.

et al. (2020). Ambos admitem que a estimação dessa *proxy* é plausível em estudos agrícolas e reconhecem o potencial em pesquisas regionais e orgânicas. Outra variável sugerida por You & Wood (2006) é a escolaridade. Além desses autores, Mazzoleni & Nogueira (2006), Oelofse et al. (2010) e Froehlich et al. (2018) observaram a densidade populacional de distribuição por escore de propensão e grupo em estudos desse segmento. Para tanto, com base nesses autores, explica-se a adoção da escolaridade como variável independente, já que quanto menor for o nível de escolaridade do produtor, menores serão as chances de o estabelecimento produzir produtos de origem orgânica. Em outras palavras, as atividades agrícolas no Brasil podem ser conjuntamente determinadas pelo grau de instrução escolar do agricultor (Mazzoleni & Nogueira, 2006; Oelofse et al., 2010; Froehlich et al., 2018).

A variável programa foi incluída como variável explicativa pelo fato de que, segundo Silva (2020), a agricultura orgânica pode ser interpretada como uma alternativa de valor agregado que eleva os ganhos financeiros do produtor. Nesse sentido, nacional e regionalmente, os programas de incentivo à produção orgânica impulsionam, na maior parte das vezes, o setor com parcerias significantes, que variam desde iniciativas do estado com os mercados até programas com universidades e certificadoras.

Para Froehlich et al. (2018), as políticas públicas voltadas para os agricultores familiares brasileiros são fundamentais (apenas 5% deles são certificados) na medida em que direcionam a demanda (compra) de alimentos orgânicos, especialmente com incentivos para sua comercialização em escolas e instituições públicas. Já para Piedra-Bonilla et al. (2020), os programas de extensão rural no Brasil são capazes de promover a diversificação da produção de maneira mais sustentável e limpa. Para tanto, devem ser resilientes e sustentáveis para promulgarem a cultura, principalmente as de cunho familiar e de pequeno porte. Como Silva (2020), Piedra-Bonilla et al. (2020) sugerem que as iniciativas do governo em P&D também são relevantes para expandirem o segmento orgânico no País.

Por fim, a adoção da variável região metropolitana fundamenta-se em Castro et al. (2019), que acreditam que a ocupação em áreas dessa magnitude nos municípios brasileiros é inibida pelo fato de ser mais barato produzir gado em vez de produtos orgânicos, o que deixa a paisagem dessas regiões marcadas por extensas pastagens.

Resultados e discussão

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas das variáveis dos modelos econométricos.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis utilizadas no modelo.

Variável	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Orgânico (dependente)	12,07	32,60	0	668
Área total dos estabelecimentos(1)	1.455,39	5.189	17	159.533
Tamanho médio do estabelecimento(1)	99,09	203	0,070	5.949
Máquinas per capita(1)	0,0001	0,0003	0,0001	0,005
Ocupação per capita(1)	6,43	7,09	0,03	88,37
PIB per capita(1)	22,42	20,87	3,290	347
Densidade populacional(1)	82,69	328	0,151	7.948
Programa de incentivo municipal	0,37	0,48	0	1
Região metropolitana	0,24	0,43	0	1
Sem escolaridade	0,11	0,11	0	0,7

(1) Variável logaritmizada.

A média de produtores orgânicos por município é de 12,07, e alguns municípios não possuem nenhum produtor. Além disso, o desvio padrão dessa variável é alto, ou seja, há grande disparidade na distribuição desses produtores no Brasil.

A Tabela 3 mostra os resultados das regressões.

Tabela 3. Regressão para o número de produtor orgânico por município.

Variável	β	t
Área total dos estabelecimentos	10,1134***	(13,25)
Tamanho médio do estabelecimento	-1,6324***	(-3,00)
Máquinas per capita	0,8098*	(1,75)
Ocupação per capita	3,7857***	(4,69)
PIB per capita	-0,4929	(-0,47)
Densidade populacional	8,3376***	(9,32)
Programa de incentivo municipal	3,4146***	(3,68)
Região metropolitana	1,7387	(1,52)
Sem escolaridade	-14,6014**	(-2,37)
Constante	-59,5317***	(-8,41)
R-quadrado	0,0771	
N° de observações	5,274	

Nota: ***; **; e * – níveis de significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Nota-se que a maioria das variáveis são significativas a 1%. Em relação à área total dos estabelecimentos, o aumento de 1% nessa variável leva ao aumento de 0,10 produtor de orgânicos.

Em relação ao tamanho médio do estabelecimento, o impacto foi negativo, ou seja, um aumento no tamanho médio do estabelecimento tende a reduzir o número de produtores orgânicos. Isso ocorre porque quando os produtores possuem uma área maior, eles tendem a priorizar culturas de escala, como soja, milho e café.

Assim, fica claro que o aumento da área total dos estabelecimentos faz crescer o número de produtores orgânicos, sendo uma importante variável de controle. Destaca-se que, de acordo com Willer et al. (2019), apenas 0,4% da terra agrícola seria destinada à agricultura orgânica no Brasil.

Porém, quanto maior a concentração, ou seja, quanto maior o tamanho dos estabelecimentos detentores das áreas agrícolas, menor será o número de produtores agrícolas. Apesar de não se referirem exatamente aos produtos orgânicos, Corrêa et al. (2019) comparam a área destinada em alguns municípios para as principais commodities produzidas em Mato Grosso em 2016 com à destinada a alimentos mais consumidos na dieta nacional. No geral, 98% da área da região se concentrou nas commodities e apenas 2%, em outros produtos. Ou seja, a maioria dos estabelecimentos rurais da região analisada pertence a grandes proprietários individuais e a consórcios de grupos agropecuários, demonstrando, assim, a relação entre tamanho e a escolha do sistema de produção.

Para Mehta & Gross (2007), Bernardelli et al. (2020) e Zhang (2020), o aumento do número de máquinas e equipamentos tende a beneficiar a produção agrícola. Porém, quando o enfoque se dá sobre a produção de orgânicos, algumas questões se diferenciam e destaca-se a necessidade de máquinas e implementos ajustados a tal realidade. Almeida et al. (2002) destacam a dificuldade de tornar a pequena propriedade agroecológica e economicamente sustentável que decorre do pequeno número de tecnologias apropriadas ou da falta de acesso a tais tecnologias, o que leva ao uso de práticas ecológicas tecnicamente incorretas, que acarretam o empobrecimento dos solos, a redução da produtividade e a descapitalização dos agricultores.

Teixeira et al. (2009), utilizando 48 famílias representativas do processo de produção/comercialização de produtos agroecológicos no Rio Grande do Sul, analisaram as necessidades dos produtores em relação à mecanização agrícola. Os autores concluem que a expansão da produção pode ser comprometida principalmente pela falta de mão de obra, o que poderia ser minimizado pelo uso de mecanização adequada,

embora apontem que a baixa renda mensal e a pouca oferta de máquinas agrícolas dificultem a obtenção desses equipamentos adaptados.

Em relação à variável ocupação per capita, estatisticamente significativa e positiva, os coeficientes mostram que um aumento de 1% no número de trabalhadores ocupados por hectare tende a elevar em 0,038 o número de produtores de produtos orgânicos no município.

Em relação à variável PIB per capita, o coeficiente encontrado não foi estatisticamente significativo. Esperava-se um sinal positivo e significativo estatisticamente. Pela ótica do consumo, Oliveira & Hoffmann (2015) estimam a elasticidade-renda de diversos alimentos orgânicos comparativamente à dos mesmos alimentos cultivados convencionalmente, através da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008/2009. Segundo os autores, a elasticidade-renda dos alimentos orgânicos é maior do que à dos alimentos convencionais – alguns inclusive com elasticidade maior do que um, sendo, então, bens de luxo. Sobre a densidade populacional, os dados mostram também uma relação positiva, indicando que nos municípios de maior densidade populacional a tendência é que seja maior o número de produtores de orgânicos.

Por fim, em relação à variável que representa a existência de uma lei de incentivo municipal à agricultura orgânica, os resultados são positivos e estatisticamente significativos ao nível de 1%. Mais especificamente, as estimativas mostram que a existência da lei tende a estar relacionada ao aumento de 3,41 produtores orgânicos no município, impacto maior do que o das demais variáveis, o que mostra a importância de um programa de incentivo municipal.

Silva (2020) afirma que agricultura orgânica pode representar alternativa que eleva os ganhos financeiros do produtor, mas, para Froehlich (2015), os produtores orgânicos têm 10% menos probabilidade de obter lucro e, nesse caso, segundo o autor, o incentivo do poder público, que encoraja a produção e comercialização desses alimentos, e linhas mais robustas do Pronaf, para que os produtores possam ser subsidiados na transição para a agricultura orgânica, seriam de grande importância para o avanço nessa temática.

Destaca-se que, embora este trabalho tenha focado em programas de incentivo municipais, o Paraná, a partir da lei 16.751, de 29 de dezembro de 2010 (Paraná, 2010), instituiu a merenda escolar orgânica, que, de modo gradativo, deveria atingir 100% da rede de ensino público fundamental e médio do estado. Pelo decreto 4.211, de 6 de março de 2020, direcionaram-se as disposições acerca da lei 16.751 para tentar alcançar tal meta até 2030. Assim, o estado, com base na avaliação da necessidade de uma alimentação de qualidade, acabará por fortalecer a produção de orgânicos, já que atuará como comprador de tais produtos.

Para isso, os trabalhos de certificação de orgânicos têm sido fortalecido por meio do programa Paraná Mais Orgânico (PMO), que desde 2009 contribui tanto nas certificações auditadas quanto nas participativas e nas de controle social. O PMO é patrocinado pela Superintendência de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (Seti) e está presente com Núcleos de Certificação de Orgânicos em todas as universidades estaduais, com dois núcleos no Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR), sendo a certificadora credenciada o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar). O PMO atua com vários parceiros, como o IDR-Iapar-Emater a Rede Ecovida. (Michellon et al., 2018).

Apesar de Barbosa & Sousa (2012) apontarem, seguindo o Censo Agropecuário de 2006, que o nível de instrução predominante na produção nacional de orgânicos era o ensino fundamental incompleto, seguido dos sem escolaridade, Mazzoleni & Nogueira (2006) discorrem que no Paraná os produtores rurais orgânicos exibem elevado nível de escolaridade. Segundo esses autores, juntamente com a experiência em outras atividades, a escolaridade é importante para que ocorra transformação em direção à produção orgânica, embasando, assim, a relação negativa encontrada entre a falta

de escolaridade dos proprietários dos estabelecimentos agrícolas e o número de produtores orgânicos no município.

Por sua vez, corroborando a importância das políticas públicas municipais em prol dos orgânicos, a contribuição do PMO e parceiros para o crescimento da produção orgânica tem sido notável, pois o Paraná praticamente dobrou o número de produtores orgânicos certificados de 2018 até o fim de 2021, rivalizando com o Rio Grande do Sul na primeira posição nacional, com aproximadamente 4 mil produtores certificados segundo o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos do (Mapa) (Brasil, 2022).

Considerações finais

O objetivo deste trabalho foi mensurar o impacto de algumas variáveis sobre o número de produtores orgânicos no Brasil. Mais especificamente, buscou-se identificar as variáveis que influenciam a existência de produtores de orgânicos nos municípios brasileiros, admitindo-se a hipótese principal de que a Ater da rede pública é fundamental para a expansão do mercado de orgânico no País.

Os resultados encontrados apontam para a importância de uma série de variáveis, como a área total do estabelecimento, seu tamanho médio, a escolaridade do produtor, a densidade populacional e existência de um programa municipal de incentivo à produção de produtos orgânicos. Em outras palavras, em conformidade com a principal hipótese deste estudo, o poder público pode contribuir para o aumento do número de produtores orgânicos de diversas formas. Um primeiro ponto está relacionado ao desenvolvimento de programas educacionais voltados aos produtores rurais, já que uma grande proporção de produtores sem escolaridade influencia negativamente a quantidade de produtores de orgânicos. Um segundo ponto está vinculado diretamente ao desenvolvimento de programas municipais de incentivo à agricultura orgânica, que influenciam significativamente a decisão do produtor.

Em termos numéricos, os resultados encontrados apontam que o aumento de 10% no número de produtores com algum nível de escolaridade acarreta a elevação de aproximadamente 1,5 produtor orgânico no município. De forma similar, a implementação de um programa de incentivo à produção orgânica é capaz de gerar, em média, 3,41 novos produtores orgânicos. Considerando que, em média, os municípios tinham 12 produtores orgânicos, trata-se, portanto, de medidas representativas.

Outras iniciativas do poder público podem auxiliar no aumento de produtores orgânicos no Brasil, como a iniciativa proposta pela Lei nº 16.751, que institui, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, a merenda escolar orgânica (Paraná, 2010). Desse modo, fica evidente que as autoridades públicas possuem papel fundamental no estímulo da produção orgânica no Brasil.

Referências

ALMEIDA, R.; LEÃO, P.G.F.; BARCELLOS, L.C.; SILVA, J.G. da. Desenvolvimento e avaliação de uma semeadora adubadora à tração animal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.32, p.81-87, 2002.

BARBOSA, W. de F.; SOUSA, E.P. de. Agricultura orgânica no Brasil: características e desafios. **Revista Economia & Tecnologia**, v.8, p.67-74, 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/ret.v8i4.30784.

BERNARDELLI, L.V.; CASTRO, G.H.L. de; GOBI, J.R.; MICHELLON, E.; VIEIRA FILHO, J.E.R. **Formalidade do mercado de trabalho e produção agrícola no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2020. (Texto para discussão, 2561).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 13 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produtos orgânicos**: o olho do consumidor. Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/arquivos-publicacoes-organicos/cartilha_ziraldo-1.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2021.

CASTRO, P.; PEDROSO, R.; LAUTENBACH, S.; BAEZ VILLANUEVA, O.M.; VICENS, R. Spatial patterns of

farmland abandonment in Rio de Janeiro state. In: NEHREN, U.; SCHLYTER, S.; RAEDIG, C.; SATTLER, D.; HISSA, H. (Ed.). **Strategies and tools for a sustainable rural Rio de Janeiro**. Cham: Springer, 2019. p.69-85. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_6.

CORRÊA, M.L.M.; PIGNATI, W.A.; PIGNATTI, M.G.; MACHADO, J.M.H.; LIMA, F.A.N. de S. e. Alimento ou mercadoria? Indicadores de autossuficiência alimentar em territórios do agronegócio, Mato Grosso, Brasil. **Saúde em Debate**, v.43, p.1070-1083, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/0103-1104201912307.

COSTA, M.B.B. da; SOUZA, M.; MÜLLER JÚNIOR, V.; COMIN, J.J.; LOVATO, P.E. Agroecologia no Brasil - 1970 a 2015. **Agroecología**, v.10, p.63-75, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture**: alternative pathways to 2050: summary version. Rome, 2018. 60p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2020.

FROEHLICH, A.G. **Produção orgânica e certificação na agricultura familiar brasileira**: aspectos econômicos e ambientais da sua sustentabilidade. 2015. 104p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FROEHLICH, A.G.; MELO, A.S.S.A.; SAMPAIO, B. Comparing the profitability of organic and conventional production in family farming: Empirical evidence from Brazil. **Ecological Economics**, v.150, p.307-314, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.022.

GUZMÁN MUÑOZ, C.M.; SOLARTE GÓMEZ, M.G.; SOARES, J.P.G.; JUNQUEIRA, A.M.R. Normativa de Produção Orgânica no Brasil: a percepção dos agricultores familiares do assentamento da Chapadinha, Sobradinho (DF). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.54, p.361-376, 2016.

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: 17/11/2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html>. Acesso em: 20 dez. 2021.

IFOAM. Organics International. **Best practice guideline for agriculture and value chains**. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/best-practice-guideline>. Acesso em: 30 jul. 2021a.

IFOAM. Organics International. **Definition of organic agriculture**. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>. Acesso em: 30 jul. 2021b.

IFOAM. Organics International. **Global Organic Area Continues to Grow!** Disponível em: <https://www.ifoam.bio/news/global-organic-area-continues-grow>. Acesso em: 30 jul. 2021c.

IFOAM. Organics International. **Our History & Organic 3.0**. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/about-us/our-history-organic-30>. Acesso em: 30 jul. 2021d.

IFOAM. Organics International. **The four principles of organic agriculture**. Disponível em: <https://www.ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic>. Acesso em: 30 jul. 2021e.

LIMA, S.K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.A.; ALVES, F. **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil**. Brasília: Ipea, 2020. (Ipea. Texto para discussão, 2538). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2538.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2020.

MATTEI, T.F.; MICHELLON, E. Panorama da agricultura orgânica e dos agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir dos censos 2006 e 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.59, e222254, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.222254.

MAZZOLENI, E.M.; NOGUEIRA, J.M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.44, p.263-293, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032006000200006.

MEHTA, A.; GROSS, A.C. The global market for agricultural machinery and equipment. **Business Economics**, v.42, p.66-73, 2007.

MELÃO, I.B.; MORE, M.M.; WIRBISKI, S.; DAROLT, M.R.; RODRIGUES, A. dos S.; KARAM, K.F. O mercado de orgânicos no Paraná: caracterização e tendências. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.70-73, 2007.

MICHELLON, E. **Agricultura familiar e o agronegócio**. Maringá: Cesumar, 2011.

MICHELLON, E.; ROCHA, C.H.; MARTINS, F.R.C.; KAWAKAMI, J.; ROVEDA, L.F.; KAWANO, L.C.; VENTURA, M.U.; GARCIA, R.C.; MACEDO, R.B.; WIHELM, V.I. (Org.). **Paraná mais orgânico**: relatos de experiências de certificação pública de produtos orgânicos. Curitiba: CRV, 2018. DOI: https://doi.org/10.24824/978854442484.1.

O MERCADO de orgânicos no Paraná: caracterização e tendências. Curitiba: IPARDES, 2007. Equipe técnica: Karen Follador Karam, Ivo Barreto Melão, Anibal Rodrigues, Marina Maruyama Mori, Moacir Roberto Darolt e Sergio Wirbiski.

OELOFSE, M.; HOGH-JENSEN, H.; ABREU, L.S.; ALMEIDA, G.F.; HUI, Q.Y.; SULTAN, T.; NEERGAARD, A. de. Certified organic agriculture in China and Brazil: market accessibility and outcomes following adoption. **Ecological Economics**, v.69, p.1785-1793, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.016.

OLIVEIRA, F.C.R. de; HOFFMANN, R. Consumo de alimentos orgânicos e de produtos *light* ou *diet* no Brasil: fatores condicionantes e elasticidades-renda. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.22, p.541-557, 2015. DOI: https://doi.org/10.20396/san.v22i1.8641571.

PANWAR, A.S.; DUTTA, D.; RAVISANKAR, N.; KUMAR, A.; MEENA, L.K.; MEENA, A.L. **Modern concepts and practices of organic farming for safe secured and sustainable food production**. Meerut: Indian Institute of Farming Systems Research, 2019. p.488.

PARANÁ (Estado). **Lei nº 16.751, de 29 de dezembro de 2010**. Institui, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, a merenda escolar orgânica. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=58511&codItemAto=451242#451242> . Acesso em: 20 dez. 2021.

PIEDRA-BONILLA, E.B.; CUNHA, D.A. da; BRAGA, M.J. Climate variability and crop diversification in Brazil: an ordered probit analysis. **Journal of Cleaner Production**, v.256, art.120252, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120252.

PINHEIRO, K.H. **Produtos orgânicos e certificação**: o estudo desse processo em uma associação de produtores do município de Palmeira-PR. 2012. 116p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

SCHMITT, C.J. Encurtando o caminho entre a produção e o consumo de alimentos. **Revista Agriculturas**, v.8, p.4-8, 2011. Disponível em: <http://aspta.org.br/files/2019/10/editor-convidado-3.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2021.

SILVA, F.S. da. **Determinantes socioeconômicos da alocação espacial dos estabelecimentos certificados produtores de orgânicos no Paraná em 2017**. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SMOLINSKI, R.; GUERREIRO, E.; RAIHER, A.P. Análise do mercado de produtos orgânicos: estudo de caso de feira em Ponta Grossa, PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.23, p.167-182, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/20802>. Acesso em: 8 nov. 2021.

STATISTA. **Number of organic producers in Brazil between 2015 and 2022**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1128706/number-organic-producers-brazil>. Acesso em: 8 nov. 2021a.

STATISTA. **Number of organic production units in Brazil from 2016 to 2018**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/1128717/number-organic-production-units-brazil>. Acesso em: 8 nov. 2021b.

STATISTA. **Organic farming area worldwide from 2000 to 2020**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/268763/organic-farming-area-worldwide-since-2000>. Acesso em: 8 nov. 2021c.

TEIXEIRA, S.S.; MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V. dos; OLDONI, A. Caracterização da produção agroecológica do sul do Rio Grande do Sul e sua relação com a mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, v.29, p.162-171, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000100016.

VILELA, G.F.; MANGABEIRA, J.A. de C.; MAGALHÃES, L.A.; TÔSTO, S.G. **Agricultura orgânica no Brasil**: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Campinas: Embrapa Territorial, 2019. 20p. (Embrapa Territorial. Documentos, 127).

VOGT, G. The origins of organic farming. In: LOCKERETZ, W. (Ed.). **Organic farming**: an international history. Wallingford: Cabi, 2007. p.9-29.

WILLER, H.; LERNOUD, J.; KEMPER, L. The world of organic agriculture 2018: summary. In: WILLER, H.; LERNOUD, J. (Ed.). **The World of Organic Agriculture**: statistics and emerging trends 2018. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM, 2018. p.22-31. Disponível em: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1076-organic-world-2018-low.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

WILLER, H.; TRÁVNÍCEK, J.; MEIER, C.; SCHLATTER, B. (Ed.). **The World of Organic Agriculture**: statistics and emerging trends 2021. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM, 2021. Disponível em: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html>. Acesso em: 8 nov. 2021.

WILLER, H.; SCHAACK, D.; LERNOUD, J. Organic farming and market development in Europe and the European Union. In: WILLER, H.; LERNOUD, J. (Ed.). **The World of Organic Agriculture**: statistics and emerging trends 2019. Frick: FiBL; Bonn: IFOAM, 2019. p.217-254. Disponível em: <https://orgprints.org/id/eprint/37018/1/willer-lernoud-2019-world-of-organic-low.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2022.

YOU, L.; WOOD, S. An entropy approach to spatial disaggregation of agricultural production. **Agricultural Systems**, v.90, p.329-347, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.01.008.

ZHANG, Z. Optimal analysis of agricultural machinery equipment based on mathematical modeling. **INMATEH Agricultural Engineering**, v.62, p.333-340, 2020.

Produto interno bruto nos segmentos da cadeia orizícola brasileira[1]

Nicole Rennó Castro[2]
Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros[3]
Adriana Ferreira Silva[4]
Arlei Luiz Fachinello[5]
Rodrigo Peixoto da Silva[6]
Lucilio Rogerio Aparecido Alves[7]

Resumo – Por meio do cálculo e análise do PIB da cadeia brasileira do arroz entre 2000 e 2020, este estudo disponibiliza informações que contribuem para um concreto diagnóstico dessa cadeia. Foi identificada uma baixa representatividade da cadeia no agronegócio, reflexo do tamanho pequeno da produção de arroz diante das atividades agropecuárias nas quais o Brasil é grande exportador – para o arroz, a produção tem se mantido próxima a uma demanda doméstica decrescente e não houve competitividade suficiente para uma inserção externa relevante, mesmo com avanços produtivos – e das baixas complexidade e diferenciação na cadeia, cujo principal produto final é o arroz em grão.

Palavras-chave: agronegócio, cadeia do arroz, PIB, preços relativos.

Gross domestic product in the segments of the Brazilian rice production chain

Abstract – The objective of this study was to provide information to contribute to a concrete diagnosis of the Brazilian rice production chain throught the calculation and analysis of the gross domestic product (GDP) of this chain between 2000 and 2020. A low representation of the chain in agribusiness was identified, which reflect the small size of rice production in comparison to other agricultural activities in which Brazil is a major exporter. The rice production has remained close to a decreasing domestic demand, and there has not been sufficient competitiveness for a relevant external insertion, despite the productive advances and the low complexity and differentiation in the chain, whose main final product is rice grain.

Keywords: agribusiness, rice production chain, GDP, relative prices.

[1] Original recebido em 1º/4/2022 e aprovado em 5/5/2022.
[2] Cepea/Esalq/USP e Esalq/USP. E-mail: nicole.castro@usp.br
[3] Cepea/Esalq/USP. E-mail: gscbarro@usp.br
[4] UFG e Cepea/Esalq/USP. E-mail: adsilva@ufg.br
[5] UFSC e Cepea/Esalq/USP. E-mail: arlei.fachinello@ufsc.br
[6] Cepea/Esalq/USP. E-mail: rodrigo.peixoto@cepea.org.br
[7] Cepea/Esalq/USP e Esalq/USP. E-mail: lralves@usp.br

Introdução

O cultivo de arroz representou 25,7% da produção mundial de cereais – arroz, aveia, centeio, cevada, grãos mistos, milheto, milho, sorgo e trigo – nas temporadas de 2017/2018 a 2019/2020, com o produto sendo consumido em todos os continentes. (Estados Unidos, 2020). Nesse período, a produção mundial de arroz em casca foi, em média, de 741,1 milhões de toneladas, colhidas em 161,8 milhões de hectares, o que faz a orizicultura ocupar a terceira posição em termos de área entre os cereais, superada pelo milho e pelo trigo (Estados Unidos, 2020). Como os principais países produtores também são os principais consumidores, em média apenas cerca de 9% da produção mundial foi transacionada entre os países (Estados Unidos, 2020).

O Brasil é o 11º maior produtor mundial de arroz, com 1,6% da produção total entre 2016/2017 e 2019/2020 (Estados Unidos, 2020), e se destaca por ser o único país fora da Ásia nas primeiras colocações. A produção brasileira se destina sobretudo ao mercado doméstico e oscila anualmente em patamares próximos ao da demanda interna (Conab, 2020a). Entre 2009/2010 e 2019/2020, o consumo doméstico de arroz representou 98% da produção nacional do cereal (Conab, 2020a).

A atividade produtora de arroz no Brasil é bastante concentrada regionalmente. De 2018 a 2020, a região Sul respondeu por 83% do Valor Bruto da Produção (VBP) de arroz do País – o Rio Grande do Sul participou com 72% (Brasil, 2021a). Em 2008, apenas cinco estados brasileiros eram superavitários na relação produção/consumo de arroz: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso, Tocantins e Piauí (Ferreira et al., 2010). O Sudeste e o Nordeste, com exceção do Piauí, do Maranhão e de Alagoas, eram deficitários (Ferreira et al., 2010).

Dessa forma, a logística de distribuição do produto tem grande relevância econômica. Embora o Brasil seja tipicamente superavitário no comércio externo de arroz – mesmo que pouco expressivo –, as importações, predominantemente do Paraguai, da Argentina e do Uruguai (Brasil, 2021b), áreas contíguas à região de concentração da produção nacional, aumentam o esforço de distribuição. Segundo Martins (2019), 20% da produção de arroz é transportada por cabotagem, quase a totalidade com origem no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina e com destino principalmente para o Ceará, Pernambuco, a Bahia, o Pará e o Amazonas.

Pela perspectiva do consumo, o Brasil ocupa a 10ª colocação mundial, com 1,5% do total (Estados Unidos, 2020). Aproximadamente 95% dos brasileiros consomem arroz, e mais da metade o faz, no mínimo, uma vez por dia – o produto é o terceiro alimento de maior aquisição domiciliar per capita (Oliveira Neto, 2015; IBGE, 2019b). Apesar disso, o consumo per capita domiciliar de arroz tem caído, passando de 31,6 kg em 2002/2003 para 19,8 kg em 2017/2018 (IBGE, 2019b).

Para o Brasil, as condições de produção e mercado apontam para a falta de competitividade internacional (Wander & Silva, 2014). Como resultado, a cultura do arroz tem se tornado menos atrativa. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Cepea (Custos: grãos, 2019), entre as safras 2009/2010 e 2018/2019, o orizicultor gaúcho acumulou margem líquida negativa (receita bruta menos o custo total de produção), o que limitou a capacidade de crescimento. Entre as safras 2009/2010 e 2018/2019, a área cultivada no País caiu 39%, mas a produtividade subiu 46% (Conab, 2020b), com estabilidade da produção e certo equilíbrio da demanda.

Diante desse complexo cenário e das dificuldades que marcam as perspectivas futuras para a produção e o consumo do arroz no Brasil, a aspiração de desenvolver essa cadeia é altamente desafiadora. Este trabalho busca disponibilizar informações que contribuam para um concreto diagnóstico da cadeia, o que é feito por meio do cálculo, análise e discussão da evolução do PIB da cadeia orizícola entre 2000 e 2020, considerando-se seus quatro segmentos – insumos, agropecuária, agroindústria e agrosserviços.

Panorama recente da produção e do consumo de arroz no Brasil

Em 2010, a produção nacional de arroz foi de 11,7 milhões de toneladas, numa área colhida de 2,8 milhões hectares; desde então, o volume produzido não tem exibido grandes mudanças, cujo total foi de 11,2 milhões de toneladas na safra 2019/2020 (Conab, 2020b).

O cultivo de arroz no País é feito sob dois sistemas de produção, conforme Wander & Silva (2014): o irrigado por inundação, tradicional ou em várzeas controladas, e o de terras altas. O arroz irrigado, que responde pela quase totalidade da produção brasileira, está concentrado no Sul e em várzeas tropicais (especialmente no Maranhão, no Tocantins e em Mato Grosso do Sul), enquanto o de terras altas está espalhado por todo o território nacional (Wander & Silva, 2014). Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020) e a Conab (2020a), na média de 2014 a 2018 o arroz irrigado concentrou 75% da área cultivada e 90% da produção.

Conforme Santos (2020), os estados brasileiros de maior tradição no cultivo do arroz irrigado são o Rio Grande do Sul – atividade caracterizada majoritariamente pelo cultivo irrigado extensivo, conduzido por grandes e médios produtores e em regime de rotação com pastagens – e Santa Catarina, onde se destaca o cultivo de sementes pré-germinadas plantadas em solo previamente inundado e com participação de pequenas propriedades.

Entre as safras 2015/2016 e 2019/2020, o Rio Grande do Sul foi responsável por 55,8% da área total de arroz, seguido por Mato Grosso (7,5%), Santa Catarina (7,9%), Maranhão (7,1%), e Tocantins (6,9%); em termos de volume de produção, o Rio Grande do Sul foi responsável por 70,2% e Santa Catarina, por 10,0% (Conab, 2020a). O Rio Grande do Sul, o principal estado com excedente de oferta, exporta para outros estados e para o mercado externo. Entre 2015 e 2019, a participação média do estado foi de 94,6% sobre as exportações do Brasil (2021b).

A Figura 1 mostra que a produção de arroz se concentra na região Sul, mas está presente em praticamente todo o território brasileiro, com grande variação de produtividade.

Embora a produção de arroz se concentre no Sul, o maior número de estabelecimentos está no Nordeste (Figura 2). Em 2017, foram registrados 179,8 mil estabelecimentos orizícolas no Brasil, com alta concentração (67%) no Maranhão e no Piauí (IBGE, 2019a).

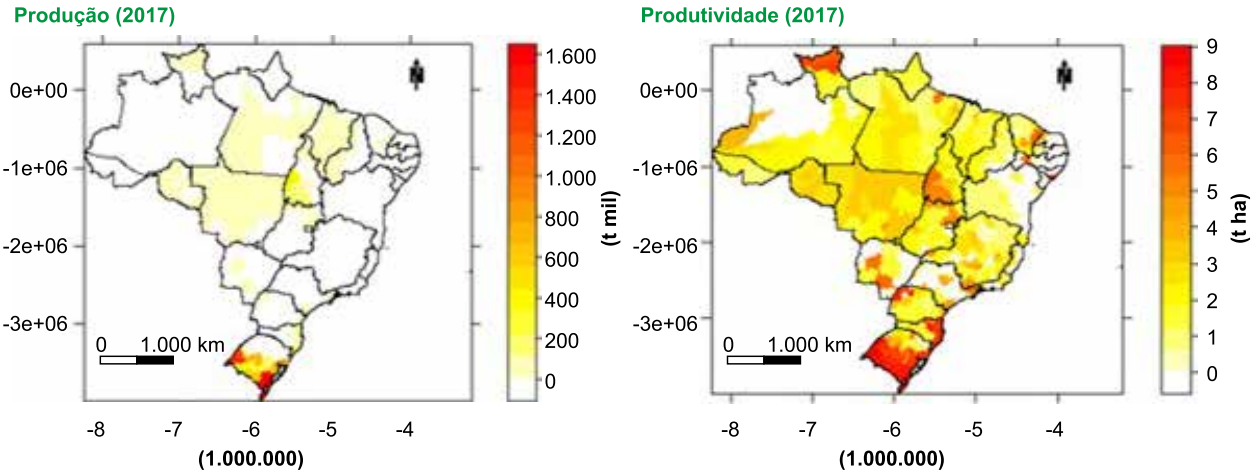


Figura 1. Distribuição regional da produção (t) e da produtividade (t/ha) de arroz.

Fonte: elaborado com base em IBGE (2019a).

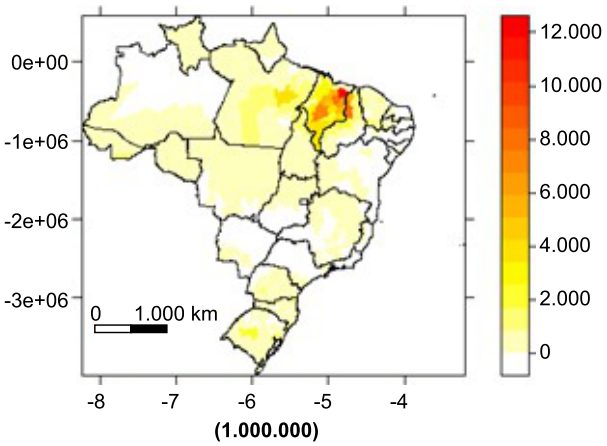


Figura 2. Distribuição regional dos estabelecimentos produtores (un.) de arroz.

Fonte: elaborado com base em IBGE (2019a).

A Tabela 1 mostra que há também uma elevada concentração da produção num reduzido número de estabelecimentos. Especificamente, 90% dos estabelecimentos estão na faixa de até 100 hectares, mas com representatividades de apenas 13% do volume produzido e 14% do VBP. Já os estabelecimentos com mais de 100 hectares se destacam pelo alto nível produzido (87%) e valor gerado (86%).

Conforme a Tabela 2, entre 2010/2011 e 2019/2020 a produção média de arroz no Brasil foi de 11,81 milhões de toneladas, enquanto a média de consumo ficou em 11,54 milhões de toneladas, o que permitiu exportações médias de 1,34 milhão de toneladas. Como as importações médias anuais foram de 966 mil toneladas

Tabela 1. Características gerais dos estabelecimentos produtores de arroz no Brasil em 2017.

Tamanho da propriedade (ha)	Estabelecimentos (un.)	Produção (t)	Valor de produção (R$ mil)	Área colhida (ha)
Produtor sem área	10.897	28.790	25.310	10.757
Mais de 0 a menos de 0,1	1.159	1.625	1.461	436
De 0,1 a menos de 0,2	900	431	563	176
De 0,2 a menos de 0,5	5.937	2.655	3.435	1.693
De 0,5 a menos de 1	23.908	15.628	18.998	12.352
De 1 a menos de 2	23.784	21.917	25.746	17.036
De 2 a menos de 3	8.966	9.935	11.439	6.742
De 3 a menos de 4	6.036	17.732	17.028	6.246
De 4 a menos de 5	3.897	14.506	13.464	4.321
De 5 a menos de 10	11.924	45.657	40.717	12.787
De 10 a menos de 20	17.247	145.778	119.925	30.566
De 20 a menos de 50	32.696	507.827	404.381	96.284
De 50 a menos de 100	15.828	615.171	481.667	101.719
De 100 a menos de 200	8.109	775.851	595.777	120.889
De 200 a menos de 500	4.880	1.556.901	1.180.121	231.874
De 500 a menos de 1.000	1.919	1.904.096	1.466.952	264.225
De 1.000 a menos de 2.500	1.210	2.717.965	2.088.265	381.778
De 2.500 a menos de 10.000	505	2.093.350	1.617.104	320.889
De 10.000 ha e mais	79	580.904	456.054	95.828
Total	**179.881**	**11.056.719**	**8.568.560**	**1.716.600**

Fonte: elaborado com base em IBGE (2019a).

Tabela 2. Balanço de oferta e demanda do arroz (t mil).

Safra	Estoque inicial	Produção	Importação	Suprimento	Consumo	Exportação	Estoque final	Estoque final/ consumo (%)
2009/2010	2.779	11.661	1.086	15.526	12.062	629	2.835	23,50
2010/2011	2.835	13.613	840	17.288	12.083	1.893	3.312	27,40
2011/2012	3.312	11.600	987	15.899	11.682	1.600	2.617	22,40
2012/2013	2.617	11.820	1.027	15.463	11.854	1.235	2.374	20,00
2013/2014	2.374	12.122	857	15.353	11.821	1.226	2.305	19,50
2014/2015	2.305	12.449	510	15.264	11.831	1.311	2.122	17,90
2015/2016	2.122	10.603	1.044	13.769	11.097	936	1.737	15,70
2016/2017	1.737	12.328	1.142	15.206	12.216	869	2.122	17,40
2017/2018	2.122	12.064	843	15.029	10.794	1.809	2.426	22,50
2018/2019	2.426	10.484	1.013	13.922	10.545	1.432	1.945	18,40
2019/2020	1.945	11.183	1.281	14.409	11.000	1.813	1.596	14,50

Fonte: elaborado com base em Conab (2020a).

(Conab, 2020a), então os estoques de arroz no País estiveram em queda quase contínua na última década.

As importações são decorrentes sobretudo dos altos custos logísticos para transportar o arroz brasileiro do Sul para o Norte e Nordeste. Além disso, problemas climáticos no Brasil e alterações na política comercial influenciam o comportamento da demanda por importações (Poerschke & Morais, 2014). Quanto às exportações de arroz, Zanin & Bacchi (2017) destacam que o Brasil tipicamente exporta o excedente, ou seja, depois de atender sua demanda doméstica.

Ressalta-se que o recuo modesto de 4,1% da produção de arroz entre 2009/2010 e 2019/2020 ocorreu em um cenário de redução de 39,7% da área cultivada, o que só foi possível pelo aumento de 59,2% da produtividade (Conab, 2020a). Esse crescimento expressivo, especialmente no Sul, deveu-se, essencialmente, ao aumento da participação das áreas de arroz irrigado e às melhorias tecnológicas, conforme ANA (2020) e Conab (2020a).

Pela perspectiva do consumo, o arroz está presente na dieta de toda a população e, junto com o feijão, forma a mais tradicional composição alimentar do País. Aproximadamente 95% dos brasileiros consomem arroz, e mais da metade o fazem, no mínimo, uma vez por dia (Oliveira Neto, 2015). Depois da água mineral e do leite, o arroz é o alimento de maior consumo per capita nos domicílios brasileiros, tendo representado 10% do total de calorias em 2018 (IBGE, 2019b).

Apesar disso, o consumo per capita domiciliar de arroz caiu de 31,57 kg para 26,5 kg entre 2002/2003 e 2008/2009 e para 19,76 kg em 2017/2018 (IBGE, 2019b). A queda lenta e gradual do consumo per capita de arroz no País deve refletir o aumento da renda, que usualmente faz o consumidor privilegiar alimentos proteicos e massas, a alta da taxa de urbanização e outras mudanças gerais nos hábitos de consumo da população (Zanin, 2013; Alves et al., 2020).

A Tabela 3 mostra, como esperado, que a participação do arroz nas despesas com alimentação cai significativamente conforme sobe o rendimento domiciliar. A despesa média mensal com arroz também exibe tendência de queda para famílias com renda total acima de R$ 5.724 mensais.

Tabela 3. Despesa média mensal familiar com arroz e participação do arroz nas despesas com alimentação em 2018, por classe de rendimento total.

Classe de rendimento total (R$)	Despesa média mensal familiar com arroz (R$)	Participação das despesas com arroz no total das despesas com alimentação (%)
Total	**12,79**	**1,9**
Até 1.908	12,96	3,9
Mais de 1.908 a 2.862	13,09	2,9
Mais de 2.862 a 5.724	13,59	2,1
Mais de 5.724 a 9.540	11,52	1,3
Mais de 9.540 a 14.310	12,49	1,1
Mais de 14.310 a 23.850	11,98	0,8
Mais de 23.850	7,92	0,4

Fonte: IBGE (2019b).

Materiais e métodos

Principais conceitos e definições

Este estudo adapta a metodologia de mensuração do PIB do agronegócio brasileiro, apresentado em Cepea (2017), e que considera a geração de renda em toda a cadeia produtiva. Uma cadeia produtiva se define com base na matéria-prima agropecuária que produz, transforma e distribui por meio de um processo de geração e agregação de valor em etapas sucessivas e interligadas (Cepea, 2017). A cadeia produtiva envolve a própria agropecuária (segmento primário), a indústria produtora de insumos para a atividade agropecuária (segmento de insumos), a indústria de processamento de produtos agropecuários (segmento agroindustrial) e o segmento de agrosserviços (Cepea, 2017). Para o caso da cadeia do arroz, a Figura 3 mostra sua estrutura em termos de segmentos e principais atividades.

Segundo o Cepea (2017), o PIB de um setor é medido pela ótica do produto: Valor Adicionado (VA) pelo setor acrescido dos Impostos Indiretos Líquidos (IIL), sendo o VA obtido pela diferença entre o VBP e o Consumo Intermediário (CI). O PIB da cadeia do arroz, então, refere-se ao produto gerado de forma sistêmica na produção de insumos para a atividade produtora de arroz, na produção primária de arroz e em todas as demais atividades que processam e distribuem os produtos ao destino final. A renda gerada se destina à remuneração dos fatores de produção – trabalho, capital e terra e recursos naturais (Cepea, 2017).

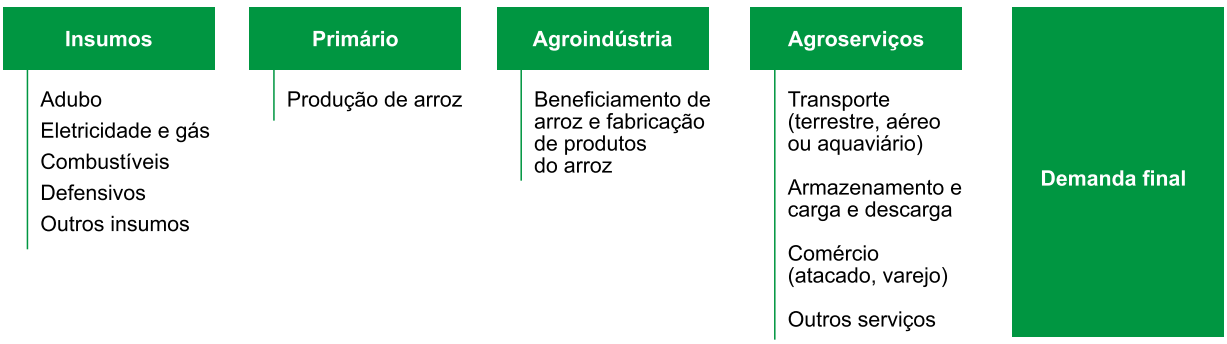


Figura 3. Estrutura da cadeia produtiva do arroz.

O PIB de cada segmento no ano-base de 2010

Para mensurar o PIB de cada segmento da cadeia do arroz, foram adotados os mesmos procedimentos de Cepea (2017), que dizem respeito ao agronegócio como um todo, com adaptações. A base de cálculo dos valores monetários do PIB da cadeia é a Matriz Insumo Produto (MIP) brasileira de 2010, publicada pelo IBGE (2016), que corresponde à mesma base do PIB do agronegócio nacional e, por isso, permite manter a comparabilidade (Cepea, 2017).

No segmento Insumos do PIB da cadeia do arroz, foram computadas parcelas dos PIBs das atividades produtivas que fornecem insumos para a produção do arroz (exceto atividades de serviços). Seguindo Cepea (2017), essa parcela é definida pela participação das vendas do setor fornecedor que se destinam à atividade de produção de arroz no total das vendas desse setor fornecedor.

O PIB do segmento de insumos (*ins*) da cadeia do arroz é obtido pela equação

$$PIB^{ins} = \sum_i ct_i \times (VA_i + IIL_i) \quad (1)$$

em que i corresponde às atividades industriais que vendem partes da produção como insumo para a lavoura de arroz; ct_i corresponde à parcela das vendas da atividade i destinada à atividade produtiva do arroz; VA_i representa os valores adicionados das atividades industriais fornecedoras de insumos para a lavoura de arroz; e IIL_i são os impostos indiretos líquidos aplicados aos produtos das respectivas atividades. As parcelas ct_i são calculadas com as informações da matriz de usos/destinos a preços básicos da MIP.

Para eliminar a dupla contagem na medida do segmento de insumos, como em Cepea (2017) para o agregado nacional, eventuais quantidades de arroz in natura ou beneficiado ou de demais produtos de arroz vendidas como insumos para a lavoura foram computadas em seus respectivos segmentos (primário e agroindustrial); já produtos agropecuários ou agroindustriais de outras cadeias, vendidos como insumos para a lavoura orizícola, foram computados no segmento de insumos dessa cadeia.

No segmento primário, considera-se integralmente o PIB da atividade agropecuária produtora de arroz:

$$PIB^{prim} = (VA_{arroz} + IIL_{arroz}) \quad (2)$$

Na MIP do Brasil de 2010 (IBGE, 2016), o PIB da agropecuária é desagregado em apenas três grandes grupos: Agricultura, Pecuária e Floresta/Pesca. A atividade "arroz" foi criada neste estudo por meio de desagregações do grupo Agricultura, com atualizações via indicadores, de informações do censo agropecuário e da MIP de 2006.

Quanto ao segmento agroindustrial, considerando-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas versão 2.0 (Cnae 2.0), apenas a atividade de "Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz" foi identificada como relacionada à cadeia do arroz. Logo, o PIB da agroindústria da cadeia de arroz é expresso por

$$PIB^{agroind} = VA_{benef} + IIL_{benef} \quad (3)$$

em que VA_{benef} e IIL_{benef} são, respectivamente, o valor adicionado e os impostos indiretos líquidos da indústria de beneficiamento de arroz e da fabricação de produtos do arroz.

Na MIP, a indústria de beneficiamento de arroz não é identificável diretamente, fazendo parte do grande grupo industrial de "Outros produtos alimentares". Para a desagregação dos valores do VBP, do CI e do VA dessa atividade industrial, foram feitos procedimentos de cálculo de parcelas, a partir dos valores de transformação industrial (VTI) e dos VBPs apresentados nas pesquisas PIA-Empresa e PIA-Produto.Identificou-se que, do VA do agregado "1093-Outros produtos alimentares", 8,14% refere-se à indústria "1061-Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz". O mesmo procedimento foi realizado para a abertura do

VBP do agregado "1093-Outros produtos alimentares", identificando-se que 7,7% refere-se à agroindústria do arroz. O CI foi encontrado pela diferença.

Conforme informações da Comissão Nacional de Classificação (Concla, 2020), o beneficiamento de arroz e a fabricação de produtos do arroz envolvem o beneficiamento do arroz (arroz descascado, moído, branqueado, polido, parboilizado e convertido), a fabricação de farinha de arroz e a fabricação de flocos e outros produtos de arroz.

No segmento de agrosserviços, computam-se os PIBs dos setores de transporte, comércio e demais serviços relacionados à cadeia do arroz, cálculo que depende do uso desses serviços pelas atividades de produção primária e de beneficiamento de arroz. Nesse caso, foi aplicada a metodologia do Cepea (2017), sem modificações.

Criação da série histórica e fontes de dados

Seguindo o Cepea (2017), a evolução do valor do PIB do agronegócio a partir do ano-base para os demais anos é feita com base em amplo conjunto de dados sobre produção e preços. Para os PIBs dos segmentos primário e de insumos da cadeia, foram utilizadas informações de preços do produto do Cepea, de produção da Conab e de uso e preços dos insumos do Cepea, da Conab, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), do Instituto de Economia Agrícola (IEA), do IBGE e da Associação Nacional para a Difusão de Adubos (Anda). Para a evolução do PIB agroindustrial da cadeia, foram utilizados dados da FGV, do IBGE, da Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex), do Cepea e da Conab. (Anda, 2001-2020, 2019; Cepea, 2020b; Conab, 2020b; FGV, 2020; Funcex, 2020; IEA, 2020; IBGE, 2021b).

Esses indicadores são utilizados para criar a evolução anual dos componentes do VBP e do CI, que geram, por diferença, a evolução do VA. O valor dos impostos, que acompanha a dinâmica do VBP e do VA, soma-se ao valor do VA, gerando a evolução do PIB. Não há um acompanhamento específico do segmento de agrosserviços, cujo PIB, com as devidas ponderações, evolui conforme o desempenho dos segmentos a montante.

Conforme recomendações internacionais do System of National Accounts – SNA (2009), foram calculadas séries de valores correntes e a preços do ano anterior para que fossem gerados índices de volume agregados com base móvel e índices de deflatores. Esses procedimentos resultaram numa série de indicadores do PIB da cadeia e de seus segmentos. Adotando as mesmas nomenclaturas de Cepea (2017), o PIB nominal (PIBN) da cadeia refere-se aos valores correntes do PIB; o PIB-Volume (PIBV) da cadeia (segue o critério de preços constantes a cada dois períodos consecutivos) mede o volume do valor adicionado; pela relação entre o PIB Nominal e o PIB-Volume, é obtido o deflator do PIB da cadeia do arroz. Os comportamentos dos indicadores de PIB da cadeia podem ser também comparados aos comportamentos da economia total, para que movimentos relativos sejam avaliados. O PIB-Renda (PIBR) da cadeia resulta do deflacionamento do PIB nominal da cadeia pelo deflator implícito do PIB total do Brasil e reflete a renda real do setor. O preço relativo (PR) da cadeia resulta da relação entre o seu deflator e o deflator do PIB total do Brasil.

Segundo Barros et al. (2019), o deflator do PIB capta o efeito da mudança no PIB decorrente da variação nos preços dos produtos e insumos, mantidas constantes as quantidades de produtos e insumos utilizados a cada par de períodos; o PIB volume capta o efeito da mudança no PIB decorrente da variação nas quantidades de produtos e insumos, mantidos constantes os preços dos produtos e dos insumos. Neste estudo, para a cadeia do arroz e seus segmentos, serão avaliados o PIBR, o PIBV e o PR.

Resultados e discussão

O PIB da cadeia do arroz no ano-base (2010)

A Figura 4 mostra o PIB da cadeia do arroz, desagregado conforme seus segmentos e calculado para o ano-base de 2010, a preços de 2020: R$ 23,6 bilhões, o equivalente a 1,51% do PIB total do agronegócio brasileiro em 2010.

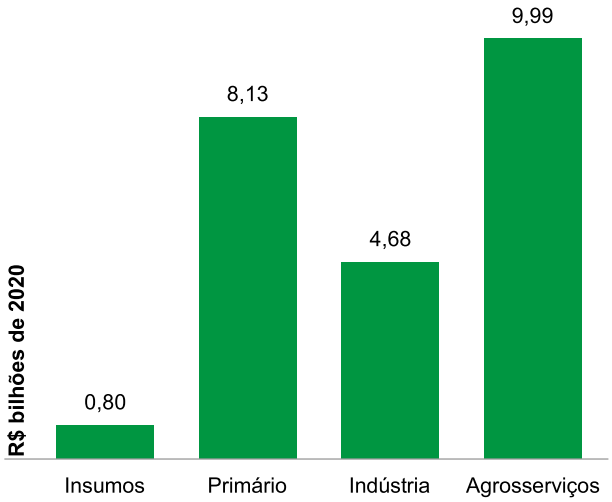


Figura 4. PIB da cadeia do arroz, segundo seus segmentos, em 2010 (R$ bilhão de 2020).

Destaca-se o peso do segmento de agrosserviços – comercialização, transporte e demais serviços – com 42,32% do PIB da cadeia em 2010.

O segmento de serviços possui grande complexidade e requer, portanto, elevado nível de capilaridade para que o produto, primário e industrializado, chegue às mais diversas regiões do País. Por englobar grande número de atividades atreladas total ou parcialmente às cadeias agropecuárias, esses serviços são responsáveis pela maior parte da geração/apropriação de renda nas diversas cadeias do agronegócio brasileiro, o que é observado de forma ainda mais intensa na economia em geral. Segundo o Cepea (2020a), o segmento de agrosserviços representou 46,8% do PIB total do agronegócio brasileiro em 2019. Nesse mesmo ano, o valor adicionado pelo setor de serviços representou 73,9% do valor adicionado total da economia (IBGE, 2021c).

Na sequência, está o segmento primário, com parcela representativa na formação do PIB da cadeia (34,44%), participação entre as mais altas do agronegócio, atrás apenas da cadeia do café.

O segmento agroindustrial participou com 19,84%, parcela mais baixa que a média das cadeias (29,6%), o que tende a ser observado em cadeias em que as matérias-primas agropecuárias passam por processamento relativamente simples. Segundo Marques (2011), o arroz é consumido quase que totalmente na forma de grão, isto é, o produto é apenas semibeneficiado para o consumo humano direto, não sendo empregado em larga escala na produção de alimentos industrializados, tampouco na produção de ração animal. Trata-se de um processo de transformação relativamente simples e composto de poucas etapas.

Conforme Eifert et al. (2020), o processo industrial do arroz resume-se a estas etapas: limpeza, descascamento, separação de palha, brunição e homogeneização, classificação, embalagem e expedição. No processo de beneficiamento, pode ocorrer também a parboilização do arroz (Eifert et al., 2020). A parboilização mantém ou aprimora características nutricionais do grão e permite o aumento de tempo de prateleira (Storck, 2013). Outra forma de agregação de valor na indústria de beneficiamento, mas de uso ainda bastante limitado e abaixo do potencial no Brasil, é a produção de farinha de arroz pela transformação de arroz quebrado ou quirera (Oliveira et al., 2014; Bassinello et al., 2017). A emergência de grupos de consumidores que prezam a dieta saudável pode representar uma oportunidade de mercado para esse subproduto, que possui características funcionais e de uso atrativas (Oliveira et al., 2014; Bassinello et al., 2017).

A participação de outras formas do produto, embora relativamente baixa se comparada à

do arroz branco in natura para a indústria, tem aumentado, em especial o arroz descascado, o integral, o quebrado e os alimentos à base de arroz. A Tabela 4 mostra a evolução da participação de cada forma do produto no valor da produção do grupo "beneficiamento de arroz e fabricação de produtos de arroz". Entre 2005 e 2019, a produção em toneladas de arroz descascado aumentou 368%, e a de alimentos à base de arroz aumentou mais de 1.600%, enquanto a produção de arroz semibranqueado ou branqueado cresceu 37%.

Zanin (2013) destaca que a baixa participação de produtos de maior valor agregado pode ser vista como uma oportunidade para a indústria, sobretudo no contexto de rápidas mudanças nos hábitos de consumo da população, que podem abrir espaço para os subprodutos derivados do arroz.

O Brasil possui mais de 1.100 indústrias beneficiadoras de arroz, concentradas majoritariamente no Rio Grande do Sul. Destas, cerca de 70 (6,4%) são consideradas de médio e grande portes e abastecem 85% do mercado interno. Aproximadamente 40 empresas (3,6%) atuam com exportação (Apex, 2020).

Já o segmento de insumos representou 3,4% da cadeia (Figura 4). Em 2010, 42% do PIB do segmento de insumos se referia aos setores que produzem fertilizantes, 15% ao setor de defensivos, 11% ao setor de energia e gás e 9% aos setores de combustíveis. Os outros 23% eram distribuídos entre diversos outros setores econômicos de menor peso relativo para a cadeia.

Com base no conjunto de resultados, nota-se que a parcela pouco expressiva da cadeia do arroz no total do agronegócio brasileiro deve se relacionar ao seu tamanho, pequeno diante das outras culturas e atividades agropecuárias nas quais o País é grande exportador – no caso do arroz, a produção se mantém próxima à demanda doméstica, que, por sua vez, tem caído – e à relativamente baixa complexidade da cadeia. O processo de industrialização relativamente mais simples do que o de outros produtos agropecuários acaba diminuindo a participação da cadeia na geração de PIB do agronegócio. A baixa diferenciação, ao implicar a disputa de mercado via preço, também influencia os fracos resultados econômicos dessa indústria (Dias & Fensterseifer, 2005).

Para encontrar o PIB per capita em cada segmento, foi estimada também a população ocupada na cadeia, com dados de pessoal ocupado e empregos formais do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019a) e da Relação Anual de Informações Sociais (Rais, 2021), respectivamente, além das informações de ct_i, para calcular coeficientes de abertura de atividades. Esses coeficientes foram aplicados nos dados de pessoal ocupado da MIP 2010, de modo a permitir a estimação das ocupações por segmento na

Tabela 4. Participação (%) de cada subproduto no valor da produção de beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz em 2005, 2010, 2015 e 2019.

Produto	2005	2010	2015	2019
Alimentos à base de arroz ou de flocos de arroz	0,4	-	1,4	1,9
Arroz descascado (arroz cargo, castanho ou integral)	5,9	15,4	15,5	19,7
Arroz quebrado (trinca de arroz)	3,0	1,3	3,0	5,6
Arroz semibranqueado ou branqueado, mesmo polido ou brunido	86,4	78,3	76,2	69,3
Farelos e outros resíduos do arroz	2,6	2,2	2,0	1,9
Farinhas de arroz	0,8	0,7	0,4	0,4
Serviços relacionados ao beneficiamento de arroz	1,0	1,6	1,5	1,2

Fonte: elaborado com base em IBGE (2021b).

cadeia do arroz. O procedimento de estimação baseou-se em Castro et al. (2017, 2020a).

Estimou-se que, em 2010, 507,2 mil pessoas estavam ocupadas na cadeia do arroz, das quais 21,4 mil (4,2 %) estavam no segmento de insumos, 245 mil (48,3%) no segmento primário, 35,8 mil (7%) na agroindústria e 205 mil (40,4%) nos agrosserviços. Com base nesses resultados, os PIBs per capita de cada segmento, a preços de 2020, foram os seguintes: R$ 37.474 para insumos, R$ 33.171 para o primário, R$ 130.751 para a agroindústria e R$ 48.710 para os agrosserviços.

Interpretada como medida indicativa de produtividade parcial do trabalho, essa estatística evidencia que a agroindústria se destaca como geradora de empregos com potencial para remuneração mais alta. Entretanto, seu potencial de ocupação de trabalhadores tem sido inferior ao do segmento primário. No outro extremo, o PIB relativamente alto gerado na produção primária é, em média, pulverizado entre um grande número de agentes.

Dinâmica do PIB de 2000 a 2020

Para entender a dinâmica do PIB da cadeia de 2000 a 2020, duas perspectivas complementares são adotadas. Na primeira, o foco está em avaliar como cada segmento contribuiu para o comportamento dos indicadores de PIB-Volume (PIBV), Preços Relativos (PR) e PIB-Renda (PIBR). A Figura 5 mostra esses resultados. Na segunda perspectiva, o foco é avaliar como o PIBV e o PR determinaram a evolução do PIBR da cadeia e de cada segmento (Figura 6).

O PIBV representa o valor que seria gerado pelos segmentos e pelo total da cadeia do arroz se os preços dos insumos e produtos do ano inicial (2000) tivessem permanecido constantes até 2020. O PIBV corresponde à renda que remuneraria os fatores de produção (trabalho, capital e terra), e seu crescimento se deve à tecnologia e à eficiência no uso dos recursos produtivos, que permitem obter mais produto final (arroz nas diferentes formas em que é consumido) em comparação aos insumos adquiridos.

Conforme a Figura 5, no período completo o PIBV experimentou aumento real de 19,7%, de R$ 20,2 bilhões para R$ 24,2 bilhões (a preços de 2020). Para referência, no mesmo período o PIBV do agronegócio como um todo cresceu 40% (Cepea, 2020a). Ou seja, a cadeia do arroz ficou aquém do conjunto de cadeias do setor em termos de avanço tecnológico e de eficiência.

Pela perspectiva do volume, as principais contribuições para o desempenho da cadeia foram a da agroindústria e, em sequência, a dos agrosserviços. O PIBV da agroindústria do arroz cresceu 51,2%, bem acima do avanço de cerca de 10% para a agroindústria em geral no Brasil (Cepea, 2020a). E o PIBV do segmento de agrosserviços da cadeia cresceu 29,1%, em consonância com o aumento de 27% para os agrosserviços do agronegócio (Cepea, 2020a).

Já os segmentos primário e de insumos exibiram quedas do PIBV, pressionando negativamente o desempenho desse indicador na cadeia como um todo. Na produção primária de arroz, o PIBV caiu 2%, contra o aumento de 43% do PIBV da agropecuária em geral de 2000 a 2020 (Cepea, 2020a). Por fim, o PIBV dos insumos da cadeia recuou 14,2%, enquanto o desse segmento do agronegócio brasileiro cresceu 28% (Cepea, 2020a). Com a estagnação da demanda doméstica e a baixa possibilidade de exportações, o volume de arroz produzido também se manteve praticamente estável de 2000 a 2020; ao mesmo tempo, a área plantada de arroz caiu 55% – e queda de 396,6 mil para 179,9 mil estabelecimentos produtores entre 2006 e 2017 –, com aumento de 116% da produtividade (IBGE, 2019a; Conab, 2020b). Reduções importantes de área e de número de estabelecimentos, com intensificação tecnológica entre as áreas que permaneceram em produção, explicam a estagnação (ou leve queda) do PIBV da produção primária de arroz e a queda mais acentuada do indicador para o segmento de insumos.

A Figura 5 mostra também a evolução dos preços relativos dos segmentos e da cadeia do arroz, e os resultados captam como a cadeia interagiu com o mercado em termos de incentivos

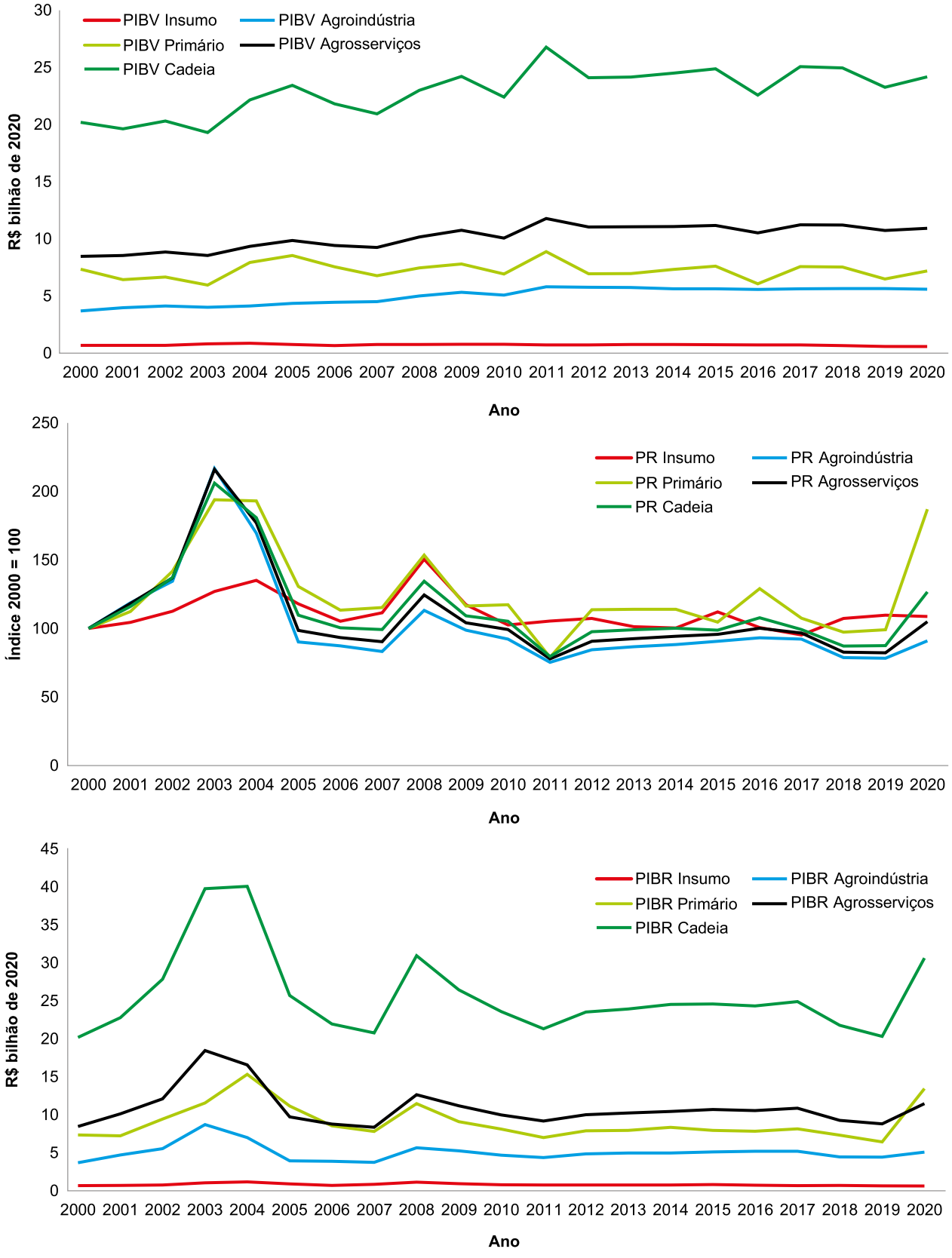


Figura 5. Evolução do PIBV, PR e PIBR da cadeia do arroz e segmentos (R$ bilhão de 2020).

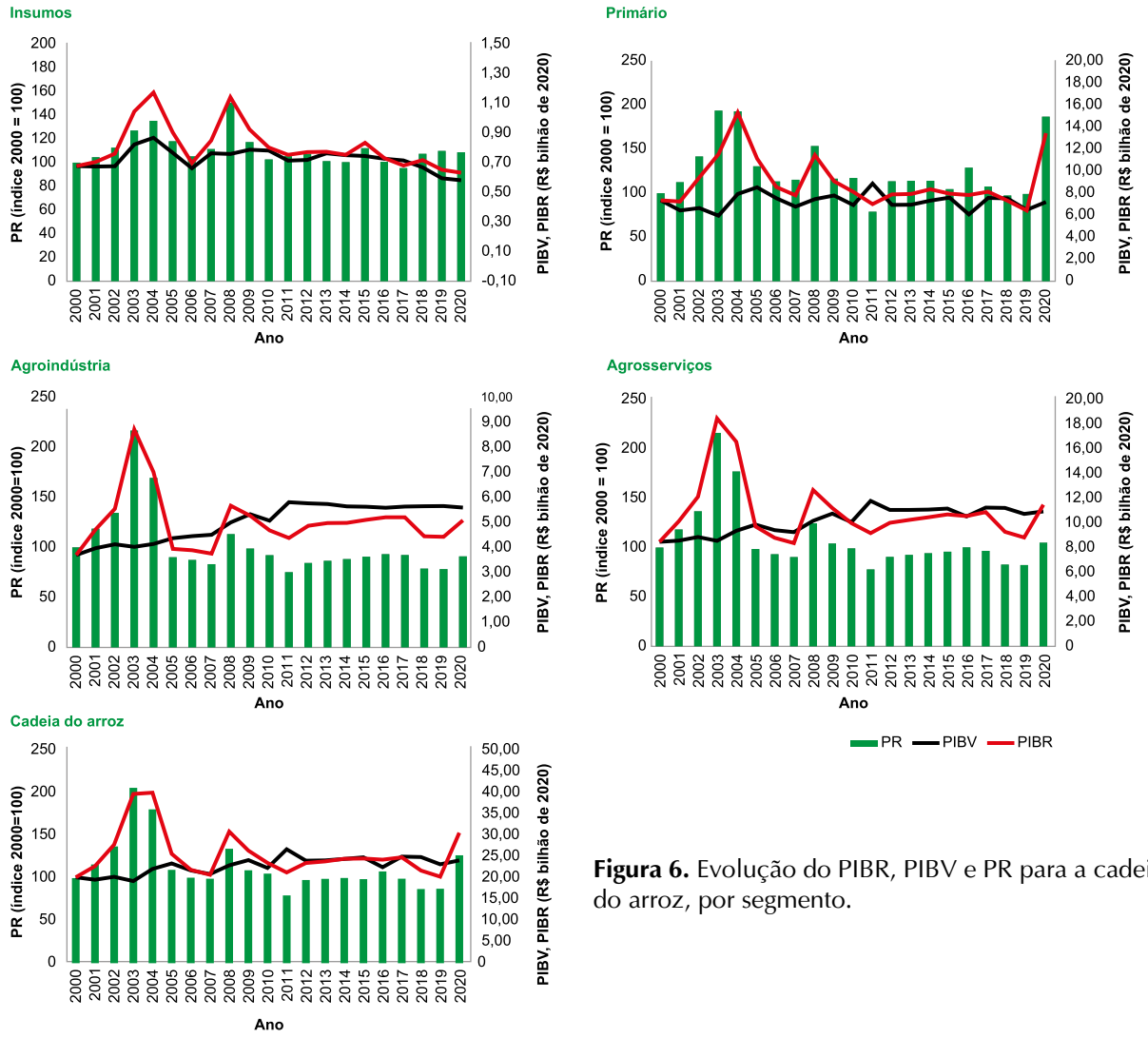


Figura 6. Evolução do PIBR, PIBV e PR para a cadeia do arroz, por segmento.

e desincentivos econômicos. Se o PR de um setor cresceu, isso significa que esse setor foi mais estimulado do que a média da economia (Barros & Castro, 2021).

O comportamento dos preços relativos exibe oscilações similares entre os segmentos, e o resultado acumulado do período, sobretudo para o segmento primário, é influenciado significativamente pelo comportamento em 2020, ano atípico e que não representa bem a realidade dos anos anteriores. Ao longo do segundo e do terceiro trimestres de 2020, o preço do arroz em casca ao produtor subiu de forma consistente, resultado do maior volume do produto beneficiado adquirido pelos consumidores diante das incertezas com a chegada da pandemia de Covid-19, do volume muito baixo dos estoques de passagem antes do início da colheita e do aumento das exportações em decorrência da desvalorização cambial (Cepea, 2021).

De 2000 a 2004 (e, em menor grau, em 2008), todos os segmentos considerados foram igualmente estimulados, chegando a dobrar seus incentivos de mercado em comparação com a média da economia (Figura 5). De 2005 em diante, o mercado deixou de ser tão favorável, mas o segmento primário foi relativamente mais beneficiado. Poerschke & Morais (2014) mostram que

a tendência dos preços internacionais do arroz foi de alta relevante em praticamente todo o período de 2002 a 2008 – provavelmente, em decorrência de fatores globais macroeconômicos e não específicos ao produto. Domesticamente, a queda do preço relativo em 2005 e 2006, tanto do arroz ao produtor quanto do beneficiado, refletiu o aumento da produção brasileira em 2005 e o aumento das importações (Viana & Souza, 2007). Destaca-se também a influência da forte valorização cambial iniciada em 2003 e que se estendeu por uma década. Essa evolução cambial acabou por conter, quando não inverter, o comportamento de alta dos preços internacionais agropecuários em moeda nacional (Barros, 2020).

De 2008 em diante, os preços reais ao produtor mantiveram-se acima do patamar de 2000, enquanto os da agroindústria se mantiveram abaixo. Em tese, essa ocorrência sugere que os aumentos de preço no campo decorreram de aumentos de custos (alta nos insumos ou quebras de safras), que não puderam ser repassados para o consumidor por efeito de queda de renda ou de mudança do consumo.

Mesmo desconsiderando o período excepcional de 2001 a 2004, além de 2020, o PR para os produtores de arroz esteve, em média, 14% superior à média nacional – para a agroindústria, 11% inferior. Entre os segmentos, o primário foi o mais estimulado da cadeia na relação de preços produtos-insumos. Para o agronegócio brasileiro, o PR médio de 2001 a 2019 foi 19% inferior ao de 2000 (Cepea, 2020a). Ou seja, na média, o agronegócio experimentou duas décadas de relativo aperto na relação de preços produtos-insumos quando comparado com a média nacional. A cadeia do arroz exibiu na década de 2000 um cenário relativamente mais favorável de mercado.

A evolução do PIBV interessa mais à sociedade como um todo, que se beneficia de um suprimento maior a preços mais accessíveis quando ele cresce mais rapidamente. Para o produtor ou agentes da cadeia em geral, no entanto, importa a evolução da renda real, que mede seu poder de compra em termos do conjunto de bens e serviços produzidos. Como a evolução do PIBR (Figura 5), que resulta da multiplicação do PIBV por PR, foi relativamente suave nos 20 anos considerados, as oscilações mais expressivas da renda decorreram dos preços relativos. Então, o período de 2001 a 2004, o ano de 2020 e, em menor grau, o de 2008, foram bastante favoráveis em termos de renda real para a cadeia.

No período completo, o PIBR da cadeia exibiu aumento real de 52%. Até 2019, o crescimento teria sido de apenas 0,7%. No mesmo período, o agronegócio como um todo cresceu 26%; até 2019, cresceu 1,5%. No balanço do período de 2000 a 2019, o PIBV do agronegócio brasileiro cresceu quase 40%, e o PR caiu quase 27%, resultado excelente para o consumidor brasileiro. Quanto aos agentes do setor, o expressivo aumento de volume produzido, proporcionando abastecimento interno e exportações (divisas, portanto), assegurou que a renda do setor fosse preservada a despeito da grande queda de preços reais.

Considerando-se as dinâmicas comparadas, a cadeia do arroz ganhou um pouco de espaço no total do agronegócio quando se considera o ano de 2020, com a participação chegando a 1,57%; já em 2019, a participação da cadeia havia caído para 1,3% (Cepea, 2020a).

Entre os segmentos (Figura 5), o crescimento mais expressivo do PIBR foi para o primário (83%). Mas até 2019 o PIBR do segmento primário recuou 12%. De 2000 a 2020, no agronegócio brasileiro como um todo, o PIB da agropecuária cresceu 164%; de 2000 a 2019, houve alta de 67% (Cepea, 2020a). Então, em termos de renda real, dentro da porteira, o desempenho do PIB da cadeia do arroz ficou aquém do da agropecuária, o que deve refletir o movimento de estagnação ou queda no consumo per capita nacional, somado às dificuldades de inserção no mercado internacional.

Em geral, o crescimento das atividades agropecuárias baseia-se no binômio produtividade-exportação, fundamentando a intensificação tecnológica; ou, a tecnologia e o consequente

aumento de produtividade se viabilizam na medida em que os crescentes excedentes gerados possam ser colocados no mercado internacional, com o que se evita compressão excessiva de preços (Barros, 2018).

Nesse aspecto, é relevante considerar também as análises de Barros (2020): da década de 1970 à de 2010, a produtividade do arroz no Brasil quadruplicou, enquanto a da soja dobrou; ao mesmo tempo, a área plantada com arroz caiu mais de 60% e a de soja quadruplicou. Como resultado, a produção de arroz cresceu apenas 46% no período e a de soja, 720%. Conforme reportado pelo Instituto Rio Grandense do Arroz – Irga (2019), o preço real do arroz ao produtor caiu cerca de 60%. Já o preço real[8] da soja subiu cerca de 1/3 (Bacen, 2021; Trading Economics, 2021).

Para a cultura do arroz, portanto, diante das dificuldades de se avançar no mercado externo, o aumento de produtividade – que, apesar de muito expressivo, não bastou para garantir competitividade – foi acompanhado de redução também expressiva de área, ficando a produção próxima à demanda doméstica, com poucos excedentes exportados (Conab, 2020a). As elevações da produtividade do arroz e da soja partiram de patamares diferenciados relativamente aos de seus concorrentes internacionais. Assim, os resultados econômicos do arroz se mostraram decrescentes seja em termos de PIBR, seja em termos de rentabilidade.

De fato, Wander & Silva (2014) discutem a competitividade do arroz irrigado brasileiro pela perspectiva do custo médio de produção. Segundo os autores, os países asiáticos em geral apresentam custo médio menor do que os países da América, e o Brasil, em geral, exibe custo de produção maior que a Argentina e o Uruguai. Além disso, o arroz é um produto com relativamente baixa transação entre países – os principais produtores são também os principais consumidores. Deduz-se daí que os diferenciais de custos de produção entre países não são suficientes para cobrir os de custos de transação (comércio e transporte), restando um sistema de troca internacional de baixa intensidade. Além disso, há variações do tipo de arroz consumido regionalmente, com a questão da preferência local do consumidor contribuindo para limitar as transações internacionais.

Quanto à agroindústria, o PIBR experimentou aumento real de 38% até 2020 ou de 20% até 2019. De 2000 a 2020, no agronegócio brasileiro como um todo o PIB da agroindústria decresceu 10%; de 2000 a 2019, caiu 17% (Cepea, 2020a). Logo, o desempenho da atividade de beneficiamento de arroz ficou acima do da agroindústria nacional. Informações do Cepea (2020a) mostram que o PIB da agroindústria nacional tem sido pressionado para baixo sobretudo pelo fraco desempenho das indústrias têxtil e de vestuário, de couro e calçados de couro e de móveis. Barros & Castro (2017) apontam que a agroindústria se enquadra no setor de indústria de transformação, que vem sofrendo encolhimento relativo quase generalizado no Brasil.

O PIBR do segmento de agrosserviços da cadeia do arroz cresceu 35% entre 2000 e 2020 (Figura 5), acompanhando o desempenho dos segmentos primário e agroindustrial. Analisando o período de 1997 a 2013 por meio de margens de comercialização, Zanin (2013) identificou que o varejo tem aumentado sua apropriação do VBP do setor diante dos segmentos industrial e de produção primária. Diante disso, o desempenho do PIB dos agrosserviços conforme a metodologia de acompanhamento adotada neste estudo pode estar um pouco subestimado, mas, com os dados disponíveis, não é possível um acompanhamento mais preciso.

Destaca-se que esse quadro encontrado por Zanin (2013) para o varejo da cadeia do arroz também marca outros serviços da economia – o aumento do salário mínimo (especialmente até 2016) sem crescimento equivalente na produtividade do trabalho (Menezes Filho et al., 2014; Silva et al., 2016) pressionou a lucratividade desse setor (Marconi, 2017), que é intensivo em

[8] Preços em dólares na CBOT (1980 a 2020) convertidos pela taxa real de câmbio do Brasil (Bacen, 2021; Trading Economics, 2021).

trabalho, o que pode ter motivado que pressões fossem exercidas sobre os elos a montante nas cadeias, como ocorreu na cadeia do arroz.

Por fim, o PIBR do segmento de insumos se manteve praticamente estável no período, mas com retração acumulada de 7%. Nas análises subsequentes, esse resultado é explorado. Para ampliar a compreensão sobre esse cenário, parte-se para a segunda perspectiva adotada neste estudo: avaliar como o PIBV e o PR determinaram a evolução do PIBR da cadeia e de cada segmento. Os mesmos indicadores anteriores foram reorganizados na Figura 6 para que o enfoque de segmento fique explicitado. Novamente, é evidente que essa análise se torna muito influenciada pelo cenário bastante atípico para a cadeia em 2020.

Os picos de crescimento do PIBR (produtor, agroindústria e agrosserviços) da cadeia do arroz entre 2002 e 2004 e novamente em 2008 (Figuras 5 e 6) refletiram essencialmente o comportamento dos preços relativos, com influência pequena do PIBV.

Para o segmento de insumos, a alta do PIB nesse mesmo período (2002 a 2004) ocorreu via PR e PIBV (Figura 6). Quanto aos preços relativos, houve aumentos relevantes para os fertilizantes, defensivos e diesel de 2002 a 2004. Esse período foi marcado por aumento dos preços internacionais de fertilizantes combinado à desvalorização cambial (Castro et al., 2020b). Quanto ao PIBV, o aumento refletiu sobretudo a expansão da venda de fertilizantes para a cultura do arroz, de 52% em 2002–2004 segundo dados da Anda (2019).

Já o pico de crescimento do PIBR em 2008 decorreu do PR. Em 2008, foi verificada a maior elevação real dos preços domésticos de fertilizantes desde 1995, refletindo o impacto positivo da alta de preços das commodities em escala global sobre a área plantada (Castro et al., 2020b). Por sua vez, a tendência de queda do PIB dos insumos iniciada por volta de 2013 refletiu sobretudo a redução do PIBV, resultado que pode ser explicado pela intensificação da tendência de redução da área com arroz nesse período. Entre 2000 e 2013, a área com arroz recuou em média 3,2% ao ano; de 2013 a 2020, a redução média anual foi de 5,1% (Conab, 2020b).

Em geral, para o segmento primário da cadeia, as variações acumuladas no período de 2000 a 2019 foram de reduções de 12% para o PIBV e 1% para o PR, resultando na queda de 12% do PIBR. Somente entre 2019 e 2020, o acréscimo no PIBV foi de 11%, refletindo alta no PR de expressivos 88,6%. Logo, apesar de ter apresentado picos importantes de alta, o preço relativo do arroz em 2019 estava no mesmo patamar do que foi observado em 2000. Resultado similar, mas para o preço do produto, foi encontrado por Wander & Silva (2014). O PIBV, por sua vez, sofreu oscilações anuais importantes, mas com tendência de estabilidade.

Para a agroindústria, as variações acumuladas no período de 2000 a 2020 foram de +51% para o PIBV e de -9% para o PR, resultando na alta de 38% para o PIBR; de 2000 a 2019, houve alta de 52% para o PIBV, mas queda de 22% para o PR, com aumento de 20% no PIBR (Figuras 5 e 6).

O aumento do PIBV da agroindústria, de 2,1% ao ano, superou o crescimento populacional no período, que foi de 1,09% segundo dados do IBGE (2021a). Em parte, isso pode refletir o aumento de participação de produtos com maior grau de beneficiamento na indústria ao longo do tempo (Tabela 4). O aumento das exportações, inclusive de produtos beneficiados, também pode ter contribuído para o cenário. As exportações de arroz, como mostra a Figura 7, cresceram sobretudo entre 2000 e 2011, coincidindo com o período de crescimento do PIBV (Brasil, 2021b).

Considerando-se o comportamento dos segmentos, para a cadeia do arroz como um todo, o crescimento de 52% do PIBR já verificado decorreu dos aumentos de 20% do PIBV e de 27% do PR. Desconsiderado-se o cenário atípico de 2020, o PIBR da cadeia manteve em 2019 praticamente o mesmo nível real de 2000, com alta de 1%. O PIBR da cadeia foi impulsionado pelo componente de volume, que até 2019

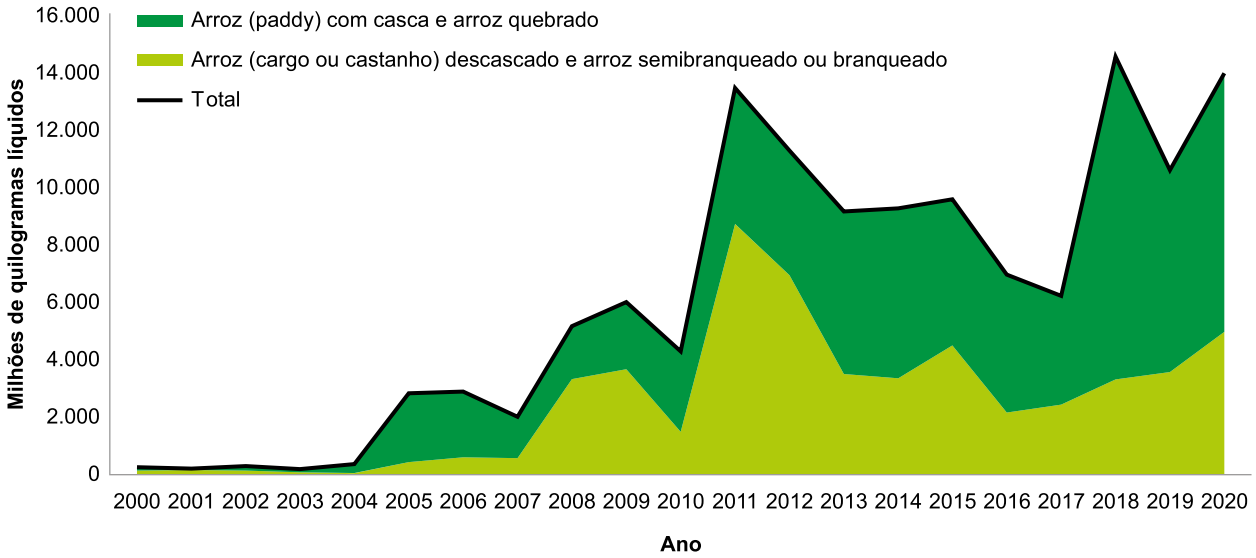


Figura 7. Exportações (milhões de quilogramas líquidos) de arroz com casca e quebrado, de arroz descascado e semibranqueado ou branqueado e total, de 2000 a 2020.

Fonte: elaborado com base em Brasil (2021b).

cresceu 15%, refletindo especialmente a expansão em volume da agroindústria e seu reflexo no volume de serviços. Já o comportamento dos preços relativos não favoreceu a cadeia, com redução acumulada de 13% entre 2000 e 2019.

Considerando-se os comportamentos comparados dos segmentos, a Figura 8 mostra sua participação no PIB total da cadeia.

As mudanças na distribuição da renda entre os elos da cadeia não foram muito expressivas

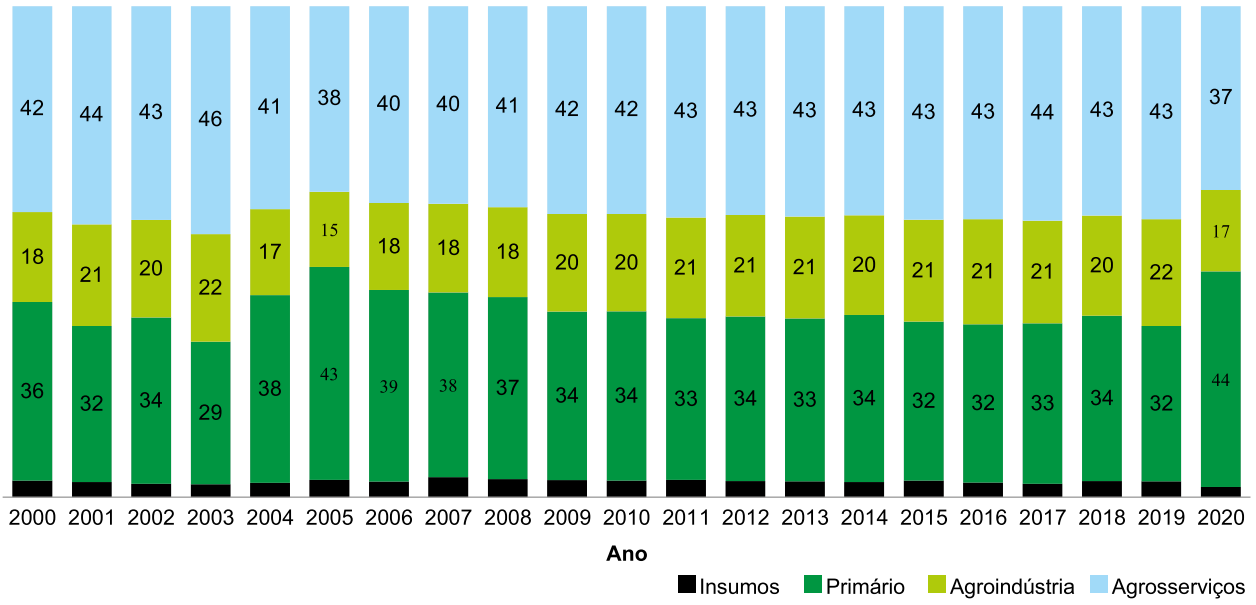


Figura 8. Participação dos segmentos no PIB da cadeia do arroz de 2000 a 2020 (%).

no período, com o segmento de agrosserviços mantendo a maior participação, seguido da produção primária de arroz, da agroindústria e, então, do segmento de insumos. Especificamente em 2020, diante da conjuntura atípica de forte elevação dos preços ao produtor de arroz (Cepea, 2021), a participação do segmento primário atingiu o maior valor da série histórica, de 44% do PIB da cadeia.

Conclusões

O arroz tem apresentado desenvolvimento modesto no País, e a cadeia produtiva orizícola manteve uma representatividade relativamente pequena no agronegócio nacional. Em 2010, o PIB da cadeia foi estimado em R$ 23,6 bilhões, apenas 1,51% do PIB do agronegócio. De 2000 a 2020, o PIB da cadeia exibiu aumento real de 52%, acima do crescimento de 26% do agronegócio. Mas, desconsiderando-se o ano atípico de 2020, o PIB-Renda da cadeia cresceu apenas 0,7%, resultado próximo ao do agronegócio nacional (1,5%). Logo, a participação da cadeia no agronegócio não passou por alterações significativas (1,3% em 2019 e 1,57% em 2020).

Com base nos resultados do estudo, observou-se que a baixa expressividade da cadeia deve se relacionar a dois aspectos principais e interligados. Primeiramente, relaciona-se ao tamanho pequeno da produção primária de arroz diante de outras culturas e atividades agropecuárias nas quais o Brasil é grande exportador. No caso do arroz, a produção se mantém próxima à demanda doméstica, que tem apresentado tendência de queda, e, mesmo com o aumento de produtividade observado, ainda não houve competitividade suficiente para uma inserção externa expressiva. Esse cenário limitou o crescimento da cadeia. Em segundo lugar, destaca-se a baixa complexidade da cadeia, cujo principal produto final é o arroz na forma de grão semibeneficiado para consumo humano. O processo de industrialização relativamente simples e a baixa diferenciação também acabam limitando a geração de PIB da cadeia.

Esse cenário geral também se reflete na composição do PIB entre segmentos da cadeia orizícola, em que se verifica alta representatividade da produção primária – das mais altas entre as cadeias do agronegócio – e relativamente baixa participação industrial.

O comportamento do PIB da cadeia ao longo dos 20 anos analisados teve também como fundamento importante a baixa demanda pelo produto brasileiro (interna ou externa). Esse quadro culminou em uma produção também estável no campo, resultado de reduções importantes de área e de número de estabelecimentos e de aumentos de produtividade. Isso foi captado pelas quedas do PIB-volume (PIBV) dos segmentos primário e de insumos da cadeia. Já o PIBV da agroindústria do arroz exibiu desempenho acima do da agroindústria nacional – reflexo tanto dos aumentos de participação de produtos com maior grau de beneficiamento e das exportações industriais de arroz quanto do desempenho ainda mais limitado de outras agroindústrias – como têxtil, de vestuário, de calçados e de móveis.

Enquanto a evolução do PIBV interessa em maior medida à sociedade como um todo, para os agentes da cadeia importa a evolução da renda real. Desconsiderando-se o ano de 2020, o PIBR ou renda real da cultura do arroz recuou 12% entre 2000 e 2019, também um resultado do quadro retratado, com a falta de estímulo via demanda implicando estagnação na produção e nos preços.

Referências

ALVES, L.R.A.; ROSSI, I.; GASPAR, V.S.B. **Em meio à pandemia da covid-19, preços do arroz atingem recordes**. [Piracicaba]: Cepea, 2020. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14790.63042.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Mapeamento do arroz irrigado no Brasil**. Brasília, 2020.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2018**. São Paulo, 2019.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo, 2001-2020.

APEX. Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos. **Brazilian Rice**. Disponível em: <http://brazilianrice.com.br/br/sobre-o-brasil>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BACEN. Banco Central do Brasil. **SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais**. v2.1. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 30 out. 2021.

BARROS, G.S. de C. Produtividade e exportação: as alavancas do crescimento do agronegócio brasileiro. In: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Olhares para 2030**. Brasília: Embrapa, [2018].

BARROS, G.S. de C. The Brazilian agri-food sector: an overview. In: JANK, M.S.; GUO, P.; MIRANDA, S.H.G. de (Ed.). **China – Brazil**: partnership on agriculture and food security. São Paulo: ESALQ, USP, 2020. p.72-127.

BARROS, G.S. de C.; CASTRO, N.R. Agronegócio: preços relativos e inflação. **Revista de Política Agrícola**, ano30, p.51-69, 2021.

BARROS, G.S. de C.; CASTRO, N.R. Produto Interno Bruto do agronegócio e a crise brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.15, p.156-162, 2017.

BARROS, G.S. de C.; CASTRO, N.R.; SILVA, A.F.; FACHINELLO, A.L.; GILIO, L. Os ganhos de produção se refletiram em geração de maior renda para o agronegócio brasileiro nas últimas décadas? **Revista de Economia e Agronegócio**, v.17, p.319-338, 2019. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v17i2.7914.

BASSINELLO, P.Z.; LUZ, T.C. de L.A.; FERREIRA, C.M. **Farinha de arroz**: alternativa alimentar e econômica. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 28p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 315).

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: 23 jul. 2021a.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Análise das Informações de Comércio Exterior – Comex Stat Web**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 23 jul. 2021b.

CASTRO, N.R.; BARROS, G.S. de C.; ALMEIDA, A.N.; GILIO, L.; MORAIS, A.C. de P. Mercado de trabalho e rendimentos no agronegócio de Minas Gerais. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.15, p.386-405, 2017. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v15i3.490.

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, 2020a. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.192298.

CASTRO, N.R.; SILVA, A.F.; GILIO, L. Desempenho e inter-relações do setor de fertilizantes: uma análise segundo a ótica de insumo-produto. **Planejamento e Políticas Públicas**, v.56, p.159-189, 2020b. DOI: https://doi.org/10.38116/ppp56art6.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Arroz**: apesar de ano desafiador, setor tem bom desempenho em 2020. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/cepea-retrospectivas-de-2020.aspx>. Acesso em: 23 jul. 2021.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Metodologia - PIB do agronegócio brasileiro**: base e evolução. Piracicaba, 2017.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 23 out. 2020a.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Preços agropecuários**: arroz. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/arroz.aspx>. Acesso em: 23 out. 2020b.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Portal de Informações Agropecuárias**. 2020a. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/oferta-e-demanda.html>. Acesso em: 23 nov. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**: arroz. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/900-arroz>. Acesso em: 14 jun. 2020b.

CONCLA. Comissão Nacional de Classificação. **Estrutura**: CNAE 2.0. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?option=com_cnae&view=estrutura&Itemid=6160&chave=&tipo=cnae&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=9.1.0>. Acesso em: 23 nov. 2020.

CUSTOS: grãos. Piracicaba: Cepea, set. 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0916800001573583145.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

DIAS, M.F.P.; FENSTERSEIFER, J.E. Critérios competitivos de operações agroindustriais: um estudo de caso no setor arrozeiro. **Revista Eletrônica de Administração**, v.11, p.1-28, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4011/401137446008.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

EIFERT, E. da C.; SILVA, R.S. e; ELIAS, M.C.; FRANCO, D.F. Beneficiamento. In: SANTOS, A.B. dos (Ed.). **Árvore do conhecimento**: arroz. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pos-producao/pos-colheita/beneficiamento>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **PSD Online**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 20 nov. 2020.

FERREIRA, C.M.; WANDER, A.L.; SILVA, O.F. da. Mercado comercialização e consumo. In: SANTOS, A.B. dos (Ed.). **Árvore do conhecimento**: arroz. Brasília: Embrapa, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/pre-producao/socioeconomia/mercado-comercializacao-e-consumo>. Acesso em: 18 nov. 2022.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Portal IBRE**. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br>. Acesso em: 14 jun. 2020.

FUNCEX. Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior. **FuncexData**. Disponível em: <http://www.funcexdata.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2019a. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 13 jul. 2021a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Matriz de insumo-produto**: Brasil: 2010. Rio de Janeiro, 2016. (Contas nacionais, 51).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**: POF 2017-2018: [primeiros resultados]. Rio de Janeiro, 2019b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?=&t=resultado>. Acesso em: 13 jul. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIA-Produto**: Pesquisa Industrial Anual - Produto. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9044-pesquisa-industrial-anual-produto.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 13 jul. 2021b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SCNT - Sistema de Contas Nacionais Trimestrais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?=&t=resultados>. Acesso em: 13 jul. 2021c.

IEA. Instituto de Economia Agrícola. **Banco de dados**. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/Bancodedados.php>. Acesso em: 14 jun. 2020.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Série histórica de preços de arroz em casca**. 2019. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/upload/arquivos/201912/19135628-casca-out-2019.pdf>. Acesso em: 13 out. 2021.

MARCONI, N. O papel dos preços macroeconômicos na crise e na recuperação. **Estudos Avançados**, v.31, p.97-109, 2017.

MARQUES, P.V. (Coord.). **Introdução ao Agronegócio**. [Piracicaba]: USP, 2011.

MARTINS, A.S. Cabotagem brasileira: mapeamento da origem e destino das cargas: diagnóstico e perspectivas de crescimento. **Revista do BNDES**, v.26, p.321-365, 2019.

MENEZES FILHO, N.; CAMPOS, G.; KOMATSU, B. A evolução da produtividade no Brasil. **Insper Policy Paper**, n.12, p.1-63, 2014.

OLIVEIRA NETO, A.A. de. **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2015.

OLIVEIRA, C.A.O. de; ANSELMI, A.A.; KOLLING, D.F.; FINGER, M.I.F.; DALLA CORTE, V.F.; DILL, M.D. Farinha de arroz e derivados como alternativas para a cadeia produtiva do arroz. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, p.61-67, 2014.

POERSCHKE, R.P.; MORAIS, I.A.C. de. Determinantes da demanda brasileira por importação de arroz: uma abordagem não linear. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.52, p.177-194, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000100010.

RAIS. Relação Anual de Informações Sociais. **Bases Estatísticas RAIS e CAGED**. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/rais.php>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SANTOS, A.B. dos (Ed.). **Árvore do conhecimento**: arroz. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo>. Acesso em: 18 nov. 2022.

SILVA, C.M.; MENEZES FILHO, N.; KOMATSU, B. Uma abordagem sobre o setor de serviços na economia brasileira. **Insper Policy Paper**, n.19, p.1-34, 2016.

STORCK, C.R. **Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SYSTEM of National Accounts 2008. New York: United Nations, 2009. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

TRADING ECONOMICS. **Markets**: soybeans. Disponível em: <https://tradingeconomics.com/commodity/soybeans>. Acesso em: 20 jul. 2021.

VIANA, J.G.A.; SOUZA, R.S. de. Comportamento dos preços históricos do arroz no Rio Grande do Sul de 1973 a 2005. **Revista Ceres**, v.54, p.278-285, 2007.

WANDER, A.E.; SILVA, O.F. da. Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. In: CAMPOS, S.K.; TORRES, D.A.P.; PONCHIO, A.P.S.; BARROS, G.S. de C. (Org.). **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos**: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014. v.2, p.117-133.

ZANIN, V. Panorama geral da orizicultura brasileira. **Indicadores Econômicos FEE**, v.41, p.51-66, 2013.

ZANIN, V.; BACCHI, M.R.P. Determinantes das exportações brasileiras de arroz. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.15, p.344-369, 2017. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v15i3.468.

Agricultura familiar de baixa emissão de carbono no Brasil[1]

Junior Ruiz Garcia[2]
Vahíd Shaikhzadeh Vahdat[3]
Leila Harfuch[4]
Laura Barcellos Antoniazzi[5]
Antônio Márcio Buainain[6]

Resumo – As mudanças climáticas se tornaram uma realidade para a sociedade, com implicações relevantes para o desenvolvimento. A agricultura é dependente das condições climáticas. Apesar do avanço tecnológico, a relativa estabilidade climática é fundamental para a produção agropecuária. O Brasil criou, em 2009, o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), executado de 2010 a 2020. Com o fim do ciclo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) desenvolveu o Plano ABC+, a ser executado de 2020 a 2030. O principal objetivo deste trabalho foi discutir a construção de uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono no Brasil e reforçar sua importância. Temos mais de 3,9 milhões de estabelecimentos familiares, em 80,9 milhões de hectares, que geram ocupação para mais de dez milhões de pessoas. Este estudo usou dados e informações secundárias coletados da literatura e de fontes institucionais. A análise foi feita com base na abordagem multidimensional. Os resultados mostram que, apesar da inclusão da agricultura familiar no ABC+, persistem muitos desafios quanto a como considerar a heterogeneidade dos produtores e as diferenças regionais dos sistemas agropecuários e como oferecer uma abordagem mais adequada aos diferentes grupos de produtores. Nesse sentido, os resultados permitem agrupar os desafios para uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono quanto aos seguintes aspectos: conhecimento e difusão; acesso aos mercados; risco, incertezas e seguro rural; infraestrutura, inovação e financiamento; e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Palavras-chave: adaptação, agropecuária, mudanças climáticas, Plano ABC, tecnologias.

Family farming with low-carbon emission in Brazil

Abstract – Climate change has become a reality for society, with relevant implications for development. Agriculture is dependent on weather conditions. Despite the technological advances,

[1] Original recebido em 4/4/2022 e aprovado em 16/5/2022.

[2] Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), bolsista produtividade em pesquisa do CNPq, coordenador do Grupo de Estudos em Macroeconomia Ecológica (Gemaeco), diretor da regional sul da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (Ecoeco). E-mail: jrgarcia1989@gmail.com

[3] Doutorando em Planejamento e Gestão do Território, diretor de Projetos e Articulação Institucional do Instituto Veredas. E-mail: vahidd@gmail.com

[4] Doutora em Economia Aplicada, sócia-gerente da Agroicone. E-mail: leila@agroicone.com.br

[5] Engenheira-agrônoma, mestre em Economia Aplicada, sócia e pesquisadora sênior da Agroicone. E-mail: laura@agroicone.com.br

[6] Professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, pesquisador sênior do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (INCT/PPED) e do Núcleo de Economia Aplicada, Agrícola e do Meio Ambiente (NEA+/IE/Unicamp). E-mail: buainain@gmail.com

the relative climate stability is essential for the agricultural production. In 2009, Brazil created the sectorial plan for mitigation and adaptation to climate change for the consolidation of a low-carbon economy in agriculture (*Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação* às *Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura* – Plano ABC), which was carried out from 2010 to 2020. With the end of the cycle, the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) developed the ABC+ plan, to be carried out from 2020 to 2030. The main objective of this work was to emphasize the importance and discuss the construction of a low-carbon family agriculture in Brazil. This country has more than 3.9 million family farming establishments, occupying 80.9 million hectares, in addition to generating occupation for more than 10 million people. This study uses data and secondary information collected from the literature and institutional sources. The analysis was performed based on the multidimensional approach. The results show that, despite the inclusion of family farming in ABC+, many challenges still persist, such as how to consider the heterogeneity of producers and the different regional family farming systems, and how to offer a more appropriate approach to the different groups of producers. In this sense, the results make it possible to group the challenges for low-carbon family farming for the following aspects: knowledge and dissemination; access to markets; risk, uncertainties, and rural insurance; infrastructure, innovation, and financing; mitigation and adaptation to climate change.

Keywords: adaptation, agriculture, climate change, ABC Plan, technologies.

Introdução

As mudanças climáticas se tornaram presentes na sociedade, com implicações relevantes para o desenvolvimento. Entre as atividades mais vulneráveis, estão aquelas que mais dependem de recursos naturais, sendo o caso mais evidente o da produção agropecuária. A agropecuária tem sido um importante emissor de gases do efeito estufa (GEE), em grande medida responsáveis pelo aquecimento global e mudanças climáticas, mas seu papel é fundamental na segurança e seguridade alimentar, no provimento de matérias-primas, na produção de bioenergia, na ocupação de parcela expressiva de pessoas, no sequestro de carbono e na balança comercial do Brasil e de outros países.

Nesse contexto, o Brasil criou em 2009 o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), executado de 2010 a 2020 (Brasil, 2012b). Terminado seu ciclo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) desenvolveu nova fase com o Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária (ABC+), a ser implementado de 2020 a 2030 (Brasil, 2021a, 2021b). Desde sua criação, o ABC inaugurou uma nova trajetória para as políticas e para a sociedade ao considerar como foco o enfrentamento das mudanças climáticas, além de contribuir para uma agricultura mais sustentável, ou de baixa emissão de carbono.

No Plano Operacional (PO) do ABC+, que esteve sob consulta pública em setembro de 2021, há avanços, como a incorporação de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis (SPSABC) adotados pela agricultura familiar (Brasil, 2021b). No entanto, apesar da inclusão explícita da agricultura familiar, persistem muitos desafios, como considerar a heterogeneidade regional dos sistemas agrícolas e dos produtores e oferecer uma abordagem mais adequada aos diferentes grupos de produtores. Embora as denominações "agricultura familiar", "agricultor familiar" ou "produtor familiar" apareçam 25 vezes no PO do ABC+ (Brasil, 2021b), não há nele nenhuma meta definida para essa categoria de produtores. Os objetivos e eixos estratégicos do ABC+ também não contemplam a agricultura familiar (Brasil, 2021a, 2021b). Levar em consideração as particularidades e a heterogeneidade

desses produtores, com considerações e incentivos específicos, poderá ampliar muito seu impacto. Cabe destacar que o Plano ABC (2010–2020) recebeu baixa adesão dessa categoria (Brasil, 2020b; Chechi & Jesus, 2021).

Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é discutir as exigências para a construção de uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono no Brasil e reforçar sua importância. O estudo usa dados e informações secundárias, levantadas na literatura, em fontes institucionais e do Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A análise foi feita com base na abordagem multidimensional.

Mudanças climáticas e a agricultura

A agricultura é dependente das condições climáticas, como volume e frequência das precipitações, temperatura e umidade[7] (Brasil, 2015; Angelotti & Giongo, 2019). Apesar do avanço tecnológico, a relativa estabilidade climática é fundamental para a produção agropecuária. Contudo, essa relativa estabilidade está ameaçada pela degradação dos ecossistemas e pelo aumento das emissões de GEE, o que pode afetar significativamente a produção agropecuária (Brasil, 2015), como apontado pelo Sixth Assessment Report (AR6) do The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Masson-Delmotte et al., 2021). Nesse contexto, aos papéis e funções tradicionais do setor agropecuário, agrega-se o desafio impostergável de contribuir para a mitigação de impactos das mudanças climáticas (Amaral et al., 2011; Brasil, 2015; Brevilieri & Dieckow, 2015; Masson-Delmotte et al., 2021), além da adoção de medidas de adaptação.

As conclusões do AR6 reforçam a urgência da adoção de medidas para mitigação e adaptação dos potenciais efeitos das mudanças climáticas (Masson-Delmotte et al., 2021). O relatório destaca, de maneira inequívoca, que o subsistema socioeconômico tem sido responsável pelo aumento da concentração de GEE na atmosfera e, por conseguinte, pelo aumento das temperaturas médias do solo, do oceano e da atmosfera em relação ao período pré-industrial, contribuindo, portanto, para a ocorrência de eventos climáticos sem precedentes, os chamados eventos extremos, como ondas de calor, fortes secas e precipitações, além de ciclones tropicais (IPCC, 2021).

Apesar dos avanços do conhecimento científico e institucionais[8], a comunidade internacional não tem conseguido reverter a tendência de aumento na concentração de GEE na atmosfera (IPCC, 2021). O Acordo de Paris ratificou o aumento de 1,5 °C a 2,0 °C até 2100 (Nações Unidas, 2015) e ainda está buscando aumentar as contribuições dos países para chegar nessa meta. Nada indica que haverá forte reversão das tendências nas emissões de GEE e no aumento da temperatura média global, o que torna urgente a adoção de medidas de mitigação e de adaptação.

São exemplos de estudos que simulam o impacto dessas mudanças para o Brasil: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) (Ribeiro & Santos, 2016) e, do governo brasileiro, Projeto Brasil 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima (Brasil, 2015)[9]. Os resultados indicam que o Centro-Oeste exibe as maiores anomalias de temperatura; entre 2011 e 2040, o aumento médio pode alcançar 2,5 °C (ETA/HadGEM2-ES, RCP8.5)[10] (Brasil, 2015). De

[7] Ver Brasil (2015) sobre o sistema climático e os componentes atmosféricos.

[8] Foram realizadas 26 Conferências das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP) até 2021.

[9] O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) publicou estudos sobre impactos, vulnerabilidades, adaptação e mitigação das mudanças climáticas (Ribeiro & Santos, 2016).

[10] O ETA/HadGEM2-ES é o modelo climático global preparado pelo Met Office Hadley Centre, do Reino Unido, acoplado ao ETA para uma análise regional (modelo regional). O ETA é executado no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/Inpe/MCTI). O cenário RCP8.5 admite que a sociedade não se preocupa de maneira explícita com a mitigação das emissões de GEE, o que poderia resultar em uma forçante radiativa de 8,5 W/m^2 em 2100 (Brasil, 2015).

2071 a 2100, as simulações apontam anomalias acima de 6,5 °C para o cenário RCP8.5 em todo o País; para o cenário RCP4.5, a anomalia pode alcançar 4,5 °C; as simulações do modelo ETA/MIROC5[11] sugerem resultados similares, mas em menor grau: 4,5 °C no cenário RCP8.5 e 2 °C no RCP4.5 (Brasil, 2015).

Os resultados para as anomalias de precipitação em média anual (%) mostram que o extremo sul do País sofrerá com anomalias positivas; o restante, com anomalias negativas (Brasil, 2015). As simulações mostram maior probabilidade de redução das vazões para as regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste; para o Sul, aumento das vazões; no Nordeste, os resultados são de elevada incerteza, variando de aumento a redução de vazões.

Para a agricultura[12], as simulações que não levam em conta as mudanças climáticas indicam aumento da produção de grãos e de oleaginosas da ordem de 132%; substituição de 14 milhões de hectares de pastagens por lavouras e florestas plantadas; além da incorporação de 7,7 milhões de hectares até 2040 em relação a 2010, a maioria no bioma Cerrado (Brasil, 2015). A incorporação das mudanças climáticas nas simulações aponta crescimento do risco climático para quase todas as culturas, redução do potencial produtivo e impactos relevantes na produção de soja, incluindo a possibilidade de regiões não realizarem seu cultivo. As simulações regionais sugerem queda significativa da produção de soja no Sul (até 61,7%) e Sudeste (até 66,3%) e moderada no Centro-Oeste (até 14,5%); para o milho safrinha, quedas de 13,4% no Nordeste e de até 69,8% no Sudeste.

Esses cenários colocam desafios ainda maiores para a agricultura familiar brasileira, cuja vulnerabilidade geral mais elevada às mudanças do clima decorre de suas particularidades e dos sistemas produtivos adotados (Batalha et al., 2005; Delgado & Bergamasco, 2017; Aquino et al., 2018; Chechi & Jesus, 2021). Portanto, as mudanças climáticas podem afetar as culturas tradicionais da agricultura familiar e comprometer a segurança alimentar brasileira.

A resposta brasileira: ABC e ABC+

Para fazer frente aos desafios das mudanças climáticas, o Brasil adotou uma posição de protagonismo nas questões ambientais, especialmente nas negociações climáticas, com ativa participação nas Conferências das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Nações Unidas, 2021). Internamente, esse protagonismo resultou na criação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Lei nº 12.187) em 2009 (Brasil, 2009), que incorpora a redução das emissões de GEE; a preservação e recuperação ambiental; e a adaptação. Assim, foi criado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), em 2011, executado em 2010–2020 (Brasil, 2012b).

Entre os Planos Safra 2010/2011 e 2019/2020 (atualizado até maio de 2020), o Plano ABC financiou R$ 19,6 bilhões (Lima et al., 2020), cuja principal ação foi a recuperação de pastagens, seguida do Sistema de Plantio Direto (SPD) e a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Estima-se que o SPD tenha sido adotado em mais de 32 milhões de hectares; a ILPF, em mais de 12 milhões de hectares em diferentes tipos de integração (Lima et al., 2020).

Apesar de seu caráter inovador em termos de política pública climática, observa-se que a principal medida do ABC foi a criação de linhas de crédito vinculadas à política agrícola. Outro aspecto é que as principais tecnologias apoiadas pelo ABC são vinculadas à agricultura de larga escala, reforçando a ausência da agricultura familiar na construção de uma agricultura de baixa

[11] O ETA/MIROC5 é o modelo climático global preparado pela Japan Agency for Marine-Earth Science and Techonology, Atmosphere and Ocean Research Institute acoplado ao ETA (Brasil, 2015).

[12] As simulações consideram soja, milho, feijão, arroz, algodão, trigo e cana-de-açúcar, além da pecuária bovina e processados (óleo e farelo de soja, açúcar e etanol, carnes bovina, suína e de frango e leite) (Brasil, 2015).

emissão de carbono no Brasil, e essa é uma das principais limitações do ABC em seu primeiro ciclo, ou seja, não dar a devida atenção aos agricultores familiares.

Com o fim do Plano ABC (2010–2020), o governo brasileiro, via Mapa, preparou o ABC+, ciclo 2020–2030, que representa a agenda estratégica proposta para a continuação de sua política setorial para enfrentar a mudança do clima no setor agropecuário (Brasil, 2021a, 2021b). O objetivo do ABC+ é promover a adaptação à mudança do clima e o controle das emissões de GEE na agropecuária brasileira, com o aumento da eficiência e resiliência dos sistemas produtivos, considerando uma gestão integrada da paisagem (Brasil, 2021a, 2021b).

O ABC+ dá continuidade ao Plano ABC, mantendo o incentivo à pesquisa e à adoção de tecnologias que aumentem a eficiência produtiva e a conservação do solo, da água e da cobertura vegetal, além de contribuir para a maior controle das emissões de GEE. O ABC+ incorpora, entre outras, estas novas estratégias conceituais: Abordagem Integrada da Paisagem (AIP); contribuições para mitigação de GEE; e estímulo à adoção e manutenção de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis (SPSABC) (Brasil, 2021b). Destacam-se as novas tecnologias: inclusão do Sistema de Plantio Direto Hortaliças (SPDH), Sistemas Irrigados (SI) e da Terminação Intensiva (TI); Sistemas Agroflorestais (SAF), juntamente com os Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, nominadas Sistemas de Integração; ampliação do escopo dos SPSABC; Práticas para Recuperação de Pastagens Degradadas (PRPD); Bioinsumos – que inclui a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e de Microrganismos Promotores do Crescimento de Plantas (MPCP) –; e o Manejo de Resíduos da Produção Animal (MRPA).

As metas definidas para o ABC+ são (Brasil, 2021b): ampliar a área com SPSABC em 72,68 milhões de hectares; tratar 208,40 milhões de m^3 de resíduos animais; e abater cinco milhões de bovinos em sistemas de terminação intensiva. O resultado esperado é que sejam mitigadas as emissões de 1.110,34 milhões de MgCO2eq. Apesar dos avanços, a agricultura familiar, embora tenha sido mencionada, não foi considerada com as suas particularidades.

Ausência de um olhar substantivo para a agricultura familiar no Plano ABC+

O pequeno agricultor, ou agricultor de pequeno porte, tem sido tratado institucionalmente no Brasil como "agricultor familiar" a partir da criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) na década de 1990 (Brasil, 1996)[13]. O objetivo dessa classificação foi facilitar a operacionalização das políticas para produtores rurais que exigem estratégias diferenciadas, seja em relação àquelas adotadas para estabelecimentos médios e grandes, seja quanto às destinadas aos pequenos produtores mais capitalizados e organizados em termos do sistema de produção e gestão da propriedade.

A institucionalização oficial da agricultura familiar ocorreu apenas em 2006, com a Lei nº 11.326, cujo objetivo foi estabelecer as diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais (Brasil, 2006). Desse modo, agricultura familiar tem sido adotada para fins de política, em particular para a concessão do crédito público via Pronaf, além de sua inclusão nos resultados dos censos agropecuários de 2006 e 2017. De acordo com a Lei nº 11.326/2006 (Brasil, 2006), em seu artigo 3º, considera-se como agricultor e/ou empreendedor familiar rural aquele que desenvolve atividades na área rural e atende simultaneamente aos seguintes critérios: a) a propriedade rural tem área menor ou igual a quatro módulos fiscais[14];

[13] O Pronaf foi criado pelo Decreto Presidencial nº 1.946, de 28 de julho de 1996 (Brasil, 1996).

[14] Unidade de medida expressa em hectares, fixada para cada município, considerando os seguintes fatores: i) tipo de exploração predominante no município; ii) renda obtida com a exploração predominante; iii) outras explorações existentes no município, que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda e da área utilizada; e iv) o conceito de propriedade familiar (Brasil, 1976).

b) utiliza predominantemente mão de obra familiar; c) a renda familiar é predominantemente originada do estabelecimento ou empreendimento rural; e d) a direção do estabelecimento é familiar.

A agricultura familiar foi mencionada no Plano ABC (Chechi & Jesus, 2021), mas poucas ações foram direcionadas para esse perfil de produtores (Brasil, 2020a). A ausência da agricultura familiar na execução do Plano ABC deve-se, em parte, ao fato de o plano não ter definido estratégias e metas específicas para uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono. Historicamente, algumas linhas de crédito para apoiar a adoção de práticas mais conservacionistas foram criadas e incorporadas ao Pronaf em de 2010–2020: Pronaf Bioeconomia, Pronaf Agroecologia; e Pronaf Floresta. Contudo, essas linhas não têm o objetivo de promover uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono.

Embora as denominações de agricultura familiar, agricultor ou produtor familiar sejam mencionadas 25 vezes no PO do ABC+ (Brasil, 2021b), não há nele nenhuma meta definida para tais produtores. Em razão da sua importância para uma agricultura brasileira de baixa emissão de carbono, resiliente e mais sustentável, a agricultura familiar, com todas suas particularidades, deveria ser incorporada de maneira mais substantiva ao ABC+, em todos os seus objetivos, eixos estratégicos e ações. Sem isso, provavelmente o resultado será uma baixa adesão ao ABC+, como já observado no Plano ABC (Brasil, 2020b).

Por fim, vale ressaltar que a inclusão integral da agricultura familiar ao ABC+ não deve ser baseada em uma abordagem dualista da política – agricultura "empresarial" e familiar –, mas no reconhecimento da heterogeneidade do setor agropecuário brasileiro, em especial das suas particularidades.

A heterogeneidade da agricultura familiar brasileira[15]

Em 2017, o Brasil tinha 5,07 milhões de estabelecimentos agropecuários, que ocupavam 351 milhões de hectares, 3,90 milhões dos quais eram familiares (76,8%), numa área de 80,9 milhões de hectares (23,0%). A maior concentração regional de agricultores familiares está no Nordeste (1,8 milhão), seguida do Sudeste (688 mil). No Nordeste, os estabelecimentos familiares respondem por 79% do total regional e no Sudeste, por 71%. O Valor da Produção (VP) do setor agrícola do País foi de R$ 462,4 bilhões, gerado por 4,75 milhões de estabelecimentos; 3,69 milhões de estabelecimentos familiares registraram VP, contribuindo com 23% do VP total (R$ 106,5 bilhões). Os dados da produção física mostram que a agricultura familiar responde, em média, por 22% da produção vegetal (lavouras temporárias e permanentes, extração vegetal e horticultura) – quase 70 milhões de toneladas – e por 64% da produção leiteira – quase 20 bilhões de litros. A menor participação da agricultura familiar na produção vegetal é na lavoura temporária, 20% (57,6 milhões de toneladas); contudo, quando se retiram as principais commodities (algodão herbáceo, milho em grão e soja em grão), a participação alcança 42%. A agricultura familiar tem sido responsável também pela ocupação direta de mais de dez milhões de pessoas, o que representa 67% do pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários (15,1 milhões) no País. Entre os ocupados, 11,1 milhões têm laço de parentesco com o produtor (membros da família); e 8,5 milhões estão nos estabelecimentos familiares.

A agricultura é caracterizada pela heterogeneidade estrutural, agrícola e agrária, que pode ser entre grupos – agricultores familiares, agricultura camponesa, pequena agricultura e agricultura empresarial –, ou entre culturas específicas, como aquelas vinculadas às cadeias de exportação ou as destinadas ao mercado doméstico (Souza Filho et al., 2011). As diferenças

[15] Todas as informações estatísticas são do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019).

internas aos grupos de agricultores podem ser verificadas em diversas dimensões – como social, econômica, espacial, cultural e histórica. Na agricultura familiar, a heterogeneidade envolve, por exemplo, contexto ambiental, disponibilidade de recursos, acesso aos mercados, capacidade para adoção de tecnologias e geração de renda.

Alguns agricultores familiares, por exemplo, possuem uma produção mais "localizada" ou "concentrada" e estão nos chamados cinturões verdes das regiões metropolitanas; outra parcela está inserida em modernas cadeias produtivas, como na criação de aves e suínos (Alves & Rocha, 2010; Alves et al., 2012; Buainain & Garcia, 2013a, 2013b; Buainain et al., 2014). Em muitos casos, a produção da pequena agricultura contribui apenas para a própria subsistência do produtor e de sua família. Por um lado, existem produtores familiares em situação de pobreza ou proprietários de pequenas parcelas de terras de titulação frágil, e inquilinos e arrendatários, cujo acesso à terra é condicionado por diferentes arranjos institucionais sobre a propriedade e direitos de uso e reivindicações. Por outro, existem produtores familiares bem estabelecidos, que abastecem os mercados locais ou institucionais e, em algumas situações – como nos nichos de mercado ou produtos específicos – alcançam o mercado nacional e internacional, a exemplo de produtores de perímetros irrigados do Nordeste (Buainain & Garcia, 2013a, 2013b; IBGE, 2019).

Os próprios sistemas produtivos e tecnológicos adotados por agricultores familiares variam desde os mais simples, como o uso de queimadas e roças itinerantes, até sistemas diversificados e intensivos em tecnologia; da agricultura de subsistência para a comercial vinculada a modernas cadeias produtivas; da produção de pequenos produtores para mercados isolados, como feiras, intermediários locais ou acordos com a agroindústria, até a produção de alimentos de alta qualidade e produtos não alimentícios integrados destinados aos mercados nacional e internacional (Buainain et al., 2002; Batalha et al., 2005; Buainain, 2007).

Uma característica marcante e preocupante no Brasil é a estrutura agrária, que exibe uma incomparável e exacerbada concentração da propriedade da terra e da renda agropecuária (Alves, 2003; Alves & Rocha, 2010; Alves et al., 2012; Buainain et al., 2014). A concentração da propriedade está relacionada também com a crescente importância da tecnologia, a gestão da produção e o acesso aos mercados, entre outros (Buainain et al., 2002; Batalha et al., 2005; Gasques et al., 2008; Mendes et al., 2014), e esse aspecto está relacionado ao desenvolvimento brasileiro. Hoffmann & Ney (2010) mostraram que em 1975–2006 o Índice de Gini de concentração da propriedade da terra permaneceu relativamente constante (0,856). O índice foi estimado em 0,867 em 2017, o maior registrado na comparação com os censos agropecuários de 1985 (0,857), 1995/1996 (0,856) e 2006 (0,854) (IBGE, 2022).

O Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) revela que 53% dos estabelecimentos familiares têm área menor do que dez hectares (2,05 milhões); a maioria é do Nordeste (1,2 milhão); os de área entre dez e menos de 50 hectares representam 35% do total (1,35 milhão), localizados em sua maioria também no Nordeste, seguida do Sul. Esses resultados mostram que 87% dos estabelecimentos familiares do Brasil têm área menor do que 50 hectares e que a maioria pertence ao Nordeste (49%). Essa estrutura agrária coloca enormes desafios para a preparação e execução de qualquer política.

Uma questão fundamental a se considerar quando se desenha uma política é esta: qual é o perfil dos seus potenciais beneficiários? No caso dos familiares, 3,16 milhões são proprietários das terras (81% do total familiar); para 74%, a direção dos trabalhos é feita pelo produtor titular de maneira direta e em 22%, pelo casal, na forma de codireção; 35% possuem a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP); 40% eram associado à cooperativa ou entidade de classe, o que significa que 2,3 milhões não são associados; 27% têm idade até 45 anos (50% se o horizonte é ampliando para até 55 anos) – conforme destacado por

Buainain et al. (2021), os produtores jovens são os mais propensos a adotar novas tecnologias.

Com relação à escolaridade dos produtores familiares, a situação era esta: 18% nunca frequentaram a escola; 14%, em classe de alfabetização; 2%, alfabetização de jovens e adultos (AJA); 25%, ensino elementar (antigo primário); 19%, ensino fundamental; 17%, ensino médio; 1%; ensino técnico; e 3%, ensino superior. Esses dados mostram que três quartos deles não tinham escolaridade básica e necessária para exercer seus direitos como cidadãos, apenas sua experiência como agricultor. Tais circunstâncias implicam desafios relevantes para a gestão adequada da propriedade num contexto capitalista e de uso intensivo de capital e tecnologia.

Outro aspecto relevante, especialmente para o ABC+, diz respeito ao acesso ou ao uso tecnológico. Quanto à infraestrutura básica, 83% dos estabelecimentos familiares tinham acesso à energia elétrica (665,6 mil não tinham acesso), requisito básico para parte dos componentes tecnológicos, inclusive para acessar informações e potencializar a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) (Buainain et al., 2021). No Norte e Nordeste, o percentual de acesso à eletricidade era de apenas 71% e 79%, respectivamente, e mesmo nas regiões mais desenvolvidas, como no Sul e no Sudeste, não se observa a universalização do acesso ao serviço.

Apenas 11% dos estabelecimentos familiares possuem tratores – 39% no Sul, 17% no Sudeste e apenas 1% no Nordeste. Portanto, a maioria dos produtores familiares usa apenas a "força humana". Segundo Buainain et al. (2021), embora o trator não seja um bom indicador de capitalização, sua utilização pode indicar que os produtores tenham acesso a crédito e financiamento. Tal realidade reforça que são enormes os desafios para a adoção das tecnologias do ABC+ pelos agricultores familiares.

Quanto ao acesso à orientação técnica, apenas 18% dos familiares declararam receber o serviço (49 % no Sul), e isso reflete as deficiências do sistema de assistência técnica instalado no País e a falta de investimentos. Rocha Junior et al. (2020) e Cruz et al. (2021) reforçam o baixo acesso da agricultura familiar à Ater, além de sua precariedade, conforme destacado por Buainain et al. (2021). O acesso reduzido se reflete na produtividade e nas práticas agrícolas adotadas: 42% dos agricultores fizeram uso de adubação; 13%, aplicação de calcário e outros corretivos de pH do solo; 33%, uso de agrotóxicos; 55%, preparo do solo; 11%, uso do plantio direto na palha; e 10% uso de irrigação.

Quanto ao acesso à informação, essencial para a adoção de componentes tecnológicos, mais de 1 milhão de produtores familiares declararam não obter informações técnicas (28% do total familiar). A televisão tem sido a principal fonte de obtenção de informações técnicas para 52% dos agricultores familiares, seguida do rádio (31%), reuniões técnicas e seminários (12%) e Internet (9%).

Apenas 64,7 mil estabelecimentos agropecuários adotavam sistemas produtivos para uma agricultura e/ou pecuária orgânica, sendo a maioria familiar (76% do total) (IBGE, 2019). Como a produção baseada nos princípios da agricultura ou pecuária orgânica traz importantes contribuições para a redução das emissões de GEE, além de melhorar a qualidade ambiental, o ABC+ poderia incorporar mais incentivos e tecnologias para uma transição "orgânica" e "agroecológica", com destaque para os agricultores familiares.

Em termos da adoção de práticas de manejo na pecuária bovina, 20% não adotam controle de doenças ou parasitas (quase 780 mil estabelecimentos agropecuários) – 32% e 24% no Norte e Nordeste, respectivamente; 13% não fazem uso de suplementação alimentar (505 mil estabelecimentos agropecuários) – 18% e 16% no Norte e Nordeste, respectivamente.

Quanto ao acesso a linhas de crédito, apenas 784,5 mil estabelecimentos agropecuários obtiveram financiamento (15% do total), e, destes, 601.191 eram familiares. No Nordeste, 39% dos estabelecimentos familiares acessaram o

crédito, seguido pelo Sul (32%), e a maior parcela dos produtores familiares usou o crédito para investimento (61%). Os dados reforçam que as políticas devem ir para além da oferta de crédito.

A complexidade e a heterogeneidade encontradas na produção familiar podem ser observadas também nos tradicionais indicadores socioeconômicos, desde a distribuição da terra, a dimensão das propriedades e o acesso à tecnologia até o tipo de uso da terra, a produtividade e a inserção nos mercados (Abramovay, 1998/1999; Guanziroli & Cardim, 2000; Pedroso, 2000; Soares, 2001; Buainain et al., 2002, 2003; Batalha et al., 2005; Schneider, 2009; Camargo & Oliveira, 2012; Guanziroli et al., 2012; Baiardi & Alencar, 2014; Buainain & Garcia, 2014; Delgado & Bergamasco, 2017; Guanziroli, 2020; Chechi & Jesus, 2021; Cruz et al., 2021). Segundo Souza Filho et al. (2011), políticas voltadas para a agricultura familiar têm tido pouco êxito por não reconhecerem na devida medida suas condições reais ou particularidades. Foi assim com o Plano ABC, pois, embora ele tenha mencionado a agricultura familiar, o resultado foi a baixa adesão (Chechi & Jesus, 2021).

Reconhecer essa heterogeneidade é importante para identificar opções para uma agricultura de baixa emissão de carbono. Segundo Souza Filho et al. (2011), cada caso deve ser analisado para que se identifiquem as motivações e os bloqueios à inovação tecnológica. Os autores destacam também que as trajetórias tecnológicas criam oportunidades diferenciadas conforme a inserção na cadeia produtiva, a localização, a escala, a forma de organização e a gestão, entre outros. Isso, porque a agropecuária não é passiva em relação à inovação.

Quanto ao ABC+, há grupos de agricultores familiares que podem se beneficiar mais facilmente dos seus programas do que outros. Por exemplo, os agricultores familiares de maior nível de renda podem estar mais propícios a adotar as novas tecnologias do ABC+. Seguindo a metodologia FAO/Incra para definir os agricultores familiares, Guanziroli et al. (2012) dividem esse grupo em quatro categorias de renda, a partir do que definem como "custo de oportunidade do trabalho". Nessa classificação, o grupo de renda A é o mais consolidado e o grupo D, o mais periférico.

Entre os diferentes grupos de produtores familiares, o ABC+ poderia começar dando atenção àqueles que se encaixam nas categorias A e B. São os que possuem áreas maiores, representam aproximadamente 45% dos produtores familiares e são responsáveis por 86% do VP gerado pela agricultura familiar. Nesse sentido, a identificação de segmentos da agricultura familiar que merecem especial atenção do ABC+ é uma questão estratégica e, por isso, exige pesquisas adicionais.

As particularidades do setor agropecuário, em especial as da agricultura familiar, no enfrentamento das mudanças climáticas e na construção de uma agricultura familiar de baixa emissão demandam que as ações e estratégias sejam flexíveis e adaptativas. Diante do contexto de mudanças climáticas, os princípios básicos para a construção da agricultura de baixa emissão devem ser: promoção da resiliência e da adaptação dos estabelecimentos agropecuários; redução das emissões e remoção dos GEE da atmosfera; adoção de sistemas produtivos e tecnologias mais eficientes no uso dos recursos naturais, humanos e econômicos; inclusão produtiva; e reconhecimento das particularidades e heterogeneidades do setor agropecuário (Amaral et al., 2011; Brasil, 2012b, 2020a, 2021a, 2021b; Assad, 2013; Lima et al., 2020; Chechi & Jesus, 2021).

Recomendações para uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono

Com base nas considerações anteriores e na análise do ABC+ apresentada pelo Mapa, foram definidas sete recomendações para uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono, mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Recomendações para uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono (ABC+).

Temática	Recomendações para aprimorar o ABC+	Articulação com outras políticas
1) Comunicação, mobilização, sensibilização, capacitação e Ater	Considerar o nível de escolaridade dos produtores ao definir o conteúdo das mensagens que serão transmitidas Usar os meios de acesso à informação mais comumente utilizados pelos agricultores familiares (televisão e rádio em especial) e considerar os próprios produtores como parceiros e agentes propagadores da nova tecnologia Oferecer apoio diferenciado e definir critérios mais acessíveis para permitir a elaboração e aprovação de projetos técnicos da agricultura familiar	Incentivar programas de educação formal que permitam elevar o nível educacional dos produtores rurais Incentivar programas que universalizem o acesso à energia elétrica e ampliem o acesso à internet nas áreas rurais Incentivar programas que estimulem o fortalecimento do capital social entre os agricultores familiares para facilitar a disseminação de tecnologias Fortalecer o sistema de Ater para ampliar o acesso dos agricultores familiares, adotando uma perspectiva alinhada com a agricultura de baixa emissão de carbono e resiliente às mudanças do clima
2) Garantia de acesso aos mercados	Criar estratégias de reconhecimento e valorização da produção familiar de baixa intensidade de emissões e sob bases mais sustentáveis	Estabelecer uma articulação com mercados institucionais por meio de programas como o PAA, o Pnae e o PNPB Fomentar um alinhamento entre o PO ABC+ e políticas de preço mínimo
3) Análises de risco e incertezas e seguro rural	Aprimorar a geração de informações sobre o impacto das mudanças climáticas para orientar as demais intervenções do governo, tendo em vista as particularidades da agricultura familiar em cada caso	Incentivar a ampliação dos programas de gestão integrada de riscos para agricultores familiares, por meio de programas como o Proagro, o PSR, o Seguro Agrícola para a Agricultura Familiar e o Garantia Safra, incluindo mais atenção aos desafios de adaptação e mitigação das mudanças climáticas
4) Infraestrutura		Incentivar a implementação de programas de infraestrutura básica (energia elétrica, saneamento básico e estradas) para áreas de maior vulnerabilidade
5) Inovação	Promover a flexibilidade e adaptabilidade das intervenções do PO ABC+ para abordar as condições que dificultem a adoção tecnológica, de acordo com as especificidades dos produtores Criar modalidades nos programas que permitam que a adoção tecnológica ocorra por meio de grupos de agricultores cooperados ou associados	Induzir o desenvolvimento de tecnologias que permitam a produção com altos rendimentos e baixa emissão de carbono para a produção em pequena escala Incentivar a regularização de terras para ampliar a capacidade de investimento dos agricultores familiares
6) Financiamento	Garantir que as linhas de crédito dirigidas à agricultura familiar considerem os aprendizados acumulados do Pronaf	Estimular a ampliação do registro dos agricultores por meio da DAP para facilitar o acesso ao crédito e a outros serviços públicos Incentivar a adoção das SPSABC e abordagem integrada da paisagem por meio do Pronaf

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Temática	Recomendações para aprimorar o ABC+	Articulação com outras políticas
7) Mecanismos de mitigação e adaptação às mudanças climáticas	Adotar uma perspectiva regionalizada na implementação do programa para considerar os desafios e circunstâncias de cada região Dar maior atenção às tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva para ajudar os agricultores a lidarem com os períodos de estiagem Promover a integração tecnológica para aprimorar os resultados obtidos pelas diferentes soluções implementadas	Incentivar pesquisa, desenvolvimento e inovação em sistemas produtivos, incluindo aqueles baseados nos princípios da agroecologia

A decisão de adotar determinada tecnologia depende de outros fatores, como a disponibilidade de capital, terra, crédito, recursos econômicos e sociais relacionados ao perfil dos produtores e dos estabelecimentos rurais (Souza Filho et al., 2011; Buainain et al., 2021). Contudo, a capacidade para acessar e processar informações é essencial. Os agricultores familiares têm dificuldades para acessar e processar informações, algumas estruturais, como a falta de infraestrutura e o baixo nível de escolaridade, que exigem ações de médio e longo prazos. Essas ações estão fora do alcance do ABC+ e, portanto, seu equacionamento exige a adoção ou articulação com outras políticas.

O acesso à informação qualificada e em linguagem acessível é requisito fundamental para auxiliar na sensibilização e mobilização dos produtores quanto à importância da construção de uma agricultura alinhada aos preceitos do ABC+, inclusive para a adoção de novos componentes tecnológicos, além de ajudar na gestão da propriedade. Apesar da importância do acesso à informação, mais de 1 milhão de agricultores familiares declararam não obter informações técnicas, revelando assim a importância e a magnitude do desafio da comunicação.

Para ilustrar tal importância no desenvolvimento rural, basta dizer que, apesar do apoio oferecido pelo Pronaf desde 1996, o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) revelou que mais de 2,2 milhões de produtores familiares ainda não possuem a DAP, e mais de 285 mil nem sabem o que é a DAP. Será que esses produtores familiares não precisam de crédito, apoio nem desejam participar das políticas para investir em suas propriedades? Será que esse grupo não pode contribuir para a construção de uma economia de baixo carbono?

O acesso aos serviços de Ater é um componente fundamental para que os produtores, especialmente os familiares, possam usar seus recursos com maior eficiência, conforme as restrições de área, capital, trabalho e tecnológicas, entre outras. No entanto, o acesso à Ater tem sido abaixo do necessário, além da precariedade (Rocha Junior et al., 2020; Buainain et al., 2021; Cruz et al., 2021). Essa realidade reflete, em parte, as deficiências estruturais do sistema de Ater instalado no País, além da falta de investimentos e recursos financeiros, conforme apontado anteriormente.

De nada adianta que o produtor familiar tenha acesso à informação, à Ater, que aprimore seus sistemas produtivos, inclusive em sua eficiência ambiental, se ele não conseguir vender sua produção e garantir a obtenção de renda. Desse modo, a garantia de acesso aos mercados pode ser considerada o segundo componente mais importante para a construção de uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono e resiliente às mudanças do clima.

Os agricultores familiares são mais vulneráveis aos efeitos da volatilidade dos preços e aos

problemas climáticos. Segundo Souza Filho et al. (2011, p.245),

> Sem garantias que ofereçam estabilidade à atividade e reduzam os riscos associados ao crédito rural e à adoção de tecnologias, esses agricultores se retraem e assumem postura 'conservadora'.

Nesse sentido, a articulação com políticas de preços, a garantia de acesso aos mercados (incluindo mercados institucionais), a análise de risco e o seguro rural são essenciais para a adaptação, a resiliência e a adoção tecnológica pela agricultura familiar. A política de preços mínimos, portanto, deveria ser articulada com o ABC+ para os agricultores familiares.

Para Garcia & Buainain (2017), os riscos ambientais ainda têm sido subestimados, até mesmo ignorados, pela sociedade e governos. O risco ambiental pode ser considerado como os possíveis efeitos negativos previsíveis decorrentes da dinâmica ecológica sobre os sistemas produtivos e outras atividades humanas. Como a agropecuária é dependente da relativa estabilidade ambiental para seu desenvolvimento, a construção de uma agricultura familiar de baixa emissão de carbono demanda o desenvolvimento e o aprimoramento das análises de risco e o mapeamento das incertezas, aliados também aos instrumentos de gestão de riscos, como o seguro rural.

A infraestrutura é necessária para viabilizar a adoção das tecnologias, permitir acesso aos mercados e para a permanência dos produtores e de sua família na propriedade rural. Nessa perspectiva, a infraestrutura assume diversos formatos, que devem ser considerados de maneira integrada. Acesso à energia elétrica, conexão de internet fixa ou móvel e transporte são essenciais para viabilizar a adoção de tecnologias relativamente simples, mas que podem proporcionar grandes impactos na produtividade familiar. Essa mesma infraestrutura oferece melhores condições de vida para as pessoas que residem na área rural, pois permite que as famílias tenham equipamentos domésticos, de comunicação e de climatização, entre outras modernidades.

A importância da inovação para o desenvolvimento e a viabilidade socioeconômica da agricultura está consolidada na literatura (Buainain, 2007; Gasques et al., 2008; Vieira Filho & Fishlow, 2017). Apesar dos avanços, a agricultura familiar ainda carece de equipamentos e máquinas agrícolas apropriadas e, portanto, milhões de produtores familiares não adotam tecnologias básicas e relativamente simples. Apenas 11% dos estabelecimentos familiares possuem tratores, ou seja, a maioria dos produtores familiares usa apenas a "força humana". No Sul, o percentual alcança 39% e no Sudeste, 17%. Mas é muito preocupante observar que apenas 1% dos estabelecimentos familiares do Nordeste possuem tratores. Essa realidade coloca enormes desafios para a adoção das tecnologias do ABC+, especialmente os SPSABC. A adoção de maquinários também pode ajudar na permanência dos jovens agricultores, o que favorece, por sua vez, a probabilidade de adoção de tecnologias (Buainain et al., 2021).

Nesse contexto, identificar e entender os fatores que influenciam as trajetórias tecnológicas dos produtores, especialmente os familiares, é essencial para o desenho e o sucesso das políticas. Segundo Souza Filho et al. (2011), entre esses fatores estão as condições socioeconômicas e características do produtor, da produção, da propriedade rural e da tecnologia, além de fatores sistêmicos. Segundo os autores, a atenção a um desses fatores não é garantia de sucesso para as políticas, como é o caso do Plano ABC e do ABC+, programas que incentivam a adoção tecnológica, preferencialmente via crédito. Para isso, as políticas devem ser flexíveis para ser adaptadas às especificidades dos agricultores familiares.

Em razão da elevada taxa de juros da economia brasileira, historicamente o crédito subsidiado para a agricultura familiar se mostra essencial para o seu fortalecimento (Mendes et al., 2014; Cruz et al., 2021). No entanto, o crédito não tem sido suficiente para promover uma agri-

cultura familiar de baixa emissão de carbono. O ABC+ deveria superar a limitação do Plano ABC, de ser só mais uma linha de crédito subsidiado para os produtores rurais, e incorporar uma perspectiva mais holística do setor agropecuário e de sua inserção no meio ambiente, na sociedade e na economia. É preciso criar mecanismos financeiros e adaptar linhas de crédito de apoio capazes de contemplar a diversidade da agricultura familiar, inclusive as exigências.

A transição para uma agricultura familiar, e não familiar, de baixa emissão de carbono exige necessariamente a adoção de princípios da agroecologia, desde que adaptados às situações socioeconômicas e preferências tecnológicas. Alguns dos princípios são o manejo ecológico dos solos, a diversificação dos sistemas produtivos, o uso mínimo de defensivos e fertilizantes químicos (além dos impactos ambientais e sociais decorrentes do uso, existem emissões de GEE decorrentes do transporte desses insumos) e o controle biológico, entre outras tecnologias de manejo de baixo impacto ambiental ou regenerativas. Para isso, incentivos à pesquisa, desenvolvimento e inovação, baseados nos princípios da agroecologia, são essenciais para uma agricultura de baixa emissão de carbono – familiar e não familiar. Desse modo, o ABC+ deveria buscar articulações, por exemplo, com a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Decreto nº 7.794/2012) (Brasil, 2012a). Para além da agroecologia, o ABC+ também poderia incorporar a abordagem baseada em serviços ecossistêmicos, aliada à abordagem integrada da paisagem já incluída no plano.

Em razão dos diferentes tipos de produtores e dos efeitos distintos das mudanças climáticas, o ABC+ deveria adotar uma perspectiva regionalizada, em especial para a agricultura familiar. Essa abordagem poderia ampliar o alcance do ABC+ para incentivar uma agricultura de baixa emissão de carbono, além de aumentar a efetividade dos recursos aplicados. O Nordeste, que abriga o maior percentual de agricultores familiares em situação de fragilidade social e econômica (IBGE, 2019), será fortemente afetado pela mudança do clima.

Em termos da adaptação às mudanças climáticas, as tecnologias adotadas pelo ABC+ são interessantes, mas precisam ser adequadas às particularidades da agricultura familiar. A tendência de queda nas precipitações em várias regiões pode afetar de maneira significativa a produção familiar. Assim, a adoção de tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva deve ser prioridade, além de outras tecnologias, como cultivares adaptados a altas temperaturas, técnicas de manejo dos recursos hídricos, alterações nas datas de plantio e conservação e uso de sistemas biodiversos ou policultivos (Angelotti & Giongo, 2019).

O fortalecimento da agricultura familiar, no contexto das mudanças climáticas, exige o desenvolvimento de políticas direcionadas não só para a questão tecnológica, o crédito e a produtividade, mas também medidas que fortaleçam as ações e políticas associadas à segurança alimentar e nutricional (Angelotti & Giongo, 2019). Nessa perspectiva, os autores destacam a integração da política de preços mínimos – o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF) – ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), que faz aquisições da agricultura familiar a preços de mercado. Esse tipo de ação contribui para aumentar a resiliência da agricultura familiar.

A incorporação de ações para aprimorar a gestão da propriedade e dos sistemas de produção baseados em tecnologias da informação, *blockchain*, entre outros, conectados à internet é uma estratégia interessante, alinhada inclusive com as perspectivas da chamada agricultura 4.0 (Buainain et al., 2021). As tecnologias da informação podem contribuir de maneira significativa para melhorar a gestão da propriedade e da produção e, além disso, em razão dos avanços tecnológicos, os custos econômicos de acessar essas informações são quase zero, supondo que a infraestrutura esteja disponível. Em muitos casos, os custos estão restritos ao serviço de internet e ao tempo gasto pelo produtor na busca,

seleção e análise das informações. Vale ressaltar que a maioria da população brasileira tem acesso a dispositivos que permitem a conexão à internet Wi-Fi ou a redes móveis.

A adoção desse conjunto de recomendações pode contribuir para uma agricultura familiar mais resiliente e sustentável. Mas, como observado, persistem inúmeros desafios, como a baixa articulação entre as políticas públicas e as próprias ações do setor privado. Nesse sentido, o ABC+ deveria ser mais bem articulado com ações públicas e privadas já em curso no País, o que aumentaria sua efetividade e a adesão da agricultura familiar.

Considerações finais

O Plano ABC (2010–2020) foi direcionado para os médios e grandes produtores rurais, enquanto o ABC+ pode ser direcionado para alcançar agricultores familiares. No entanto, embora a agricultura familiar seja mencionada no ABC+, ela não consta de seus objetivos e metas. A proposta não considera na devida medida suas especificidades sociais, econômicas, técnicas e regionais, entre outras, mesmo sendo de grande importância a contribuição da agricultura familiar para a economia brasileira. Mesmo ocupando porções menores de terra, nesse tipo de agricultura o volume de reduções das emissões de GEE pode ser significativo. Além disso, a redução de emissões deve ser vista como um objetivo complementar aos objetivos de se adaptar e tornar a agricultura mais competitiva e resiliente.

Diante disso, o ABC+ deveria incluir de maneira mais substantiva a agricultura familiar em seus objetivos, metas, estratégias e ações. Para isso, este trabalho identificou três conjuntos de recomendações.

Primeiro, é necessário definir estrategicamente qual é o segmento de agricultores familiares que se buscará inserir no ABC+. Não é realista imaginar que todos os agricultores familiares poderiam passar a se integrar ao plano de uma só vez. Isso seria negligenciar a heterogeneidade dentro do grupo, o que é, em certa medida, impraticável. A definição desse grupo deve ser feita por meio de uma análise mais aprofundada das diferentes realidades enfrentadas pelos agricultores familiares nas dimensões que são relevantes para o ABC+. A definição de acordo com a renda é um primeiro passo nesse sentido, que precisa ser refinado por um olhar mais atento às condições tecnológicas dos produtores e às capacidades institucionais nos diferentes territórios.

Segundo, é preciso fazer inserções no ABC+ para que nele se inclua de forma eficaz a agricultura familiar. Essas inserções não se restringem a um único eixo estratégico do programa, pois a atenção à agricultura familiar precisa ocorrer de forma transversal, com implicações concretas. Particularmente relevante parece ser a maior atenção à comunicação, ao acesso à informação e aos serviços de Ater, que continuam sendo um desafio de grandes proporções, conforme evidenciado pelo Censo Agropecuário de 2017.

Terceiro, o ABC+ precisa ser mais bem articulado com outras políticas. Isso não significa que os instrumentos do ABC+ abarcariam todas as políticas para os agricultores familiares, mas que deveria haver uma efetiva coordenação com os demais instrumentos, de forma que os bloqueios para a sua expansão possam ser eliminados. Esse é o caso dos programas de compras institucionais, de garantia de preços, seguros, crédito, certificação, pesquisa e inovação e infraestrutura. Sem um olhar integrado para os desafios vividos pelos agricultores familiares, o alcance do plano continuará restrito.

Referências

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e desenvolvimento territorial. **Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária**, v.28/29, p.1-21, 1998/1999.

ALVES, E. Medidas de produtividade: dilemas da agricultura familiar. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.1, p.421-440, 2003. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v1i3.18.

ALVES, E.; ROCHA, D. de P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z.

(Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010. p.275-290.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, ano21, p.45-63, 2012.

AMARAL, D.D. do; CORDEIRO, L.A.M.; GALERANI, P.R. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para Consolidação da Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – PLANO ABC. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, p.1266-1274, 2011. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i6.232774.

ANGELOTTI, F.; GIONGO, V. Ações de mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas. In: MELO, R.F. de; VOLTOLINI, T.V. (Ed.). **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília: Embrapa, 2019. p.445-467.

AQUINO, J.R. de; GAZOLLA, M.; SCHNEIDER, S. Dualismo no campo e desigualdades internas na agricultura familiar brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, p.123-142, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560108.

ASSAD, E.D. **Agricultura de baixa emissão de carbono**: a evolução de um novo paradigma. São Paulo: FGV, 2013.

BAIARDI, A.; ALENCAR, C.M.M. de. Agricultura familiar, seu interesse acadêmico, sua lógica constitutiva e sua resiliência no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.52, p.45-62, 2014. Supl.1. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000600003.

BATALHA, M.O.; BUAINAIN, A.M.; SOUZA FILHO, H.M. de. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: SOUZA FILHO, H.M. de; BATALHA, M.O. (Org.). **Gestão Integrada da Agricultura Familiar**. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p.43-65.

BRASIL 2040: resumo executivo. Brasília: Presidência da República, 2015. Disponível em: <http://www.agroicone.com.br/$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996**. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1946.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%201.946%2C%20DE%2028%20DE%20JUNHO%20DE%201996&text=Cria%20o%20Programa%20Nacional%20de,atribui%C3%A7%C3%A3o%20que%20lhe%20confere%20art>. Acesso em: 1 dez. 2022.

BRASIL. Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. **Diário Oficial da União**, 21 ago. 2012a. Seção1, p.4-5.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, 25 jul. 2006. p.1.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 29 dez. 2009. Seção1, Edição Extra, p.109-110.

BRASIL. Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1976. Altera o disposto nos arts. 49 e 50 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da Terra), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 11 dez. 1976. p.18673.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, 2012b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC**: Agricultura de baixa emissão de carbono. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 13 mar. 2020a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC em Números**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-em-numeros>. Acesso em: 9 jul. 2020b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Brasília, 2021a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária, com vistas ao desenvolvimento sustentável**: plano operacional: ABC+: 2020-2030. Brasília, 2021b. Consulta pública. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arquivos/po-abc_final_port.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2021.

BREVILIERI, R.C.; DIECKOW, J. Mitigação de emissões de gases de efeito estufa em solos agrícolas e florestais como indicador de serviços ambientais. In: PARRON, L.M.; GARCIA, J.R.; OLIVEIRA, E.B. de; BROWN, G.G.; PRADO, R.B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica**. Brasília: Embrapa, 2015. p.109-121.

BUAINAIN, A.M. (Coord.). **Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil**: características, desafios e obstáculos. Campinas: Ed. da Unicamp, 2007. 238p.

BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014. 1182p.

BUAINAIN, A.M.; CAVALCANTE, P.; CONSOLINE, L. **Estado atual da agricultura digital no Brasil**: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais. Santiago: Cepal, 2021.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R. Agricultura familiar e transformações recentes do mercado. In: DOULA, S.M.; FIÚZA, A.L. de C.; TEIXEIRA, E.C.; REIS, J.D. dos; LIMA, A.L.R. (Org.). **A agricultura familiar em face das transformações na dinâmica recente dos mercados**. Viçosa: Suprema, 2014. p.89-126.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R. Contextos locais ou regionais: importância para a viabilidade econômica dos pequenos produtores. In: CAMPOS, S.K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 2013a. p.133-176.

BUAINAIN, A.M.; GARCIA, J.R. Os pequenos produtores rurais mais pobres ainda tem alguma chance como agricultores? In: CAMPOS, S.K.; NAVARRO, Z. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 2013b. p.29-70.

BUAINAIN, A.M.; ROMEIRO, A.R.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, ano5, p.312-347, 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-45222003000200011.

BUAINAIN, A.M.; SILVEIRA, J.M. da; SOUZA FILHO, H.M. de. Agricultura familiar e condicionantes da adoção de tecnologias agrícolas. In: LIMA, D.M. de A.; WILKINSON, J. (Org.). **Inovação nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq: Paralelo 15, 2002. p.331-345.

CAMARGO, R.A.L. de; OLIVEIRA, J.T.A. de. Agricultura familiar, multifuncionalidade da agricultura e ruralidade: interfaces de uma realidade complexa. **Ciência Rural**, v.42, p.1707-1714, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000068.

CHECHI, L.A.; JESUS, L.M.K. de. A agricultura familiar no processo de construção do Plano ABC. **Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, v.15, e021008, 2021. Disponível em: <https://revistaideas.ufrrj.br/ojs/index.php/ideas/article/view/290/346>. Acesso em: 6 nov. 2021.

CRUZ, N.B. da; JESUS, J.G. de; BACHA, C.J.C.; COSTA, E.M. Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.59, e226850, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.226850.

DELGADO, G.C.; BERGAMASCO, S.M.P.P. (Org.). **Agricultura familiar brasileira**: desafios e perspectivas de futuro. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017. 472p.

GARCIA, J.R.; BUAINAIN, A.M. Os desafios do risco ambiental no século XXI para o setor de seguro. **Revista Espacios**, v.38, p.11, 2017.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.R.P. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. In: DE NEGRI, J.A. de; KUBOTA, L.C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008. p.435-459.

GUANZIROLI, C.E.; BUAINAIN, A.M.; DI SABATTO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, p.351-370, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000200009.

GUANZIROLI, C.E.; CARDIM, S.E. de C.S. (Coord.). **Novo retrato da agricultura familiar**: o Brasil redescoberto. Brasília: Incra, 2000. 74p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=26131>. Acesso em: 9 nov. 2017.

GUANZIROLI, C.H. **Agricultura familiar**. Rio de Janeiro: NEA, 2020. v.9.

HOFFMANN, R.; NEY, M.G. Evolução recente da estrutura fundiária e propriedade rural no Brasil. In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira**: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010. p.45-64.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 9 jan. 2022.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Publications and Data**. Disponível em: <https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data.shtml>. Acesso em: 8 abr. 2021.

LIMA, R.C.A.; HARFUCH, L.; PALAURO, G.R. **Plano ABC**: evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030. São Paulo: Agroicone, 2020.

MASSON-DELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PIRANI, A.; CONNORS, S.L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M.I.; HUANG,

M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J.B.R.; MAYCOCK, T.K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (Ed.). **Climate Change 2021**: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>. Acesso em: 8 abr. 2021.

MENDES, C.I.C.; BUAINAIN, A.M.; FASIABEN, M. do C.R. Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação. **Revista Espacios**, v.35, p.11, 2014.

NAÇÕES UNIDAS. Climate Change. **Convention documents**. Disponível em: <https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention/convention-documents>. Acesso em: 6 set. 2021.

NAÇÕES UNIDAS. Climate Change. **Paris Agreement, 21st Conference of the Parties**. Paris: United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015.

PEDROSO, M.T.M. **Agricultura familiar sustentável**: conceitos, experiências e lições. 2000. 111p. (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília.

RIBEIRO, S.K.; SANTOS, A.S. (Ed.). **Mudanças climáticas e cidades**: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: Coppe, 2016. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: PBMC.

ROCHA JUNIOR, A.B.; SILVA, R.O. da; PETERLE NETO, W.; RODRIGUES, C.T. Efeito da utilização de assistência técnica sobre a renda de produtores familiares do Brasil no ano de 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.58, e194371, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.194371.

SCHNEIDER, S. **A pluriatividade na agricultura familiar**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. 258p. (Série Estudos Rurais). DOI: https://doi.org/10.7476/9788538603894.

SOARES, A.C. A multifuncionalidade da agricultura familiar. **Review Literature and Arts of the Americas**, p.40-49, 2001.

SOUZA FILHO, H.M. de; BUAINAIN, A.M.; SILVEIRA, J.M.F.J. da; VINHOLIS, M. de M.B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.28, p.223-255, 2011. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/12041>. Acesso em: 6 set. 2021.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. Brasília: Ipea, 2017.

Use of barter contracts in Mato Grosso state, Brazil[1,2]

Tatsuya Shimizu[3]

Abstract – In the 21st century, the grain production in Brazil has significantly expanded. The country has become the most important producer and exporter of soybean. This production growth is due to the expansion of the agricultural frontier in the Cerrado region. Because the grain production in the Cerrado region is carried out at a large scale – from a few hundred to several thousand hectares –, farmers need to obtain resources for inputs, such as seeds, fertilizers, and agrochemicals. Many farmers obtain inputs through barter contracts. They barter inputs for future harvest with local input vendors and multinational grain trading companies. Barter contracts have helped farmers to expand their production. However, farmers who financed their production through barter contracts found it difficult to increase their profit and expand their production scale. This study compares farm management between farms with barter contracts and farms without barter contracts. Farm surveys in two municipalities in Mato Grosso state, Brazil, have shown that farmers who finance their inputs with barter contracts have few options in input procurement and grain sales. However, farmers who finance their inputs with bank loans have many options for input procurement and grain sales. These options allow them to increase their profit and to expand their production scale.

Keywords: Cerrado, farm management, finance, grain production.

Utilização das operações de troca em Mato Grosso

Resumo – No século 21, a produção de grãos no Brasil expandiu-se significativamente. O País tornou-se o mais importante produtor e exportador de soja. Esse crescimento da produção deve-se à expansão da fronteira agrícola na região do Cerrado. Pelo fato de a produção de grãos no Cerrado ser empreendida em grande escala – de algumas centenas a vários milhares de hectares –, os agricultores precisam obter financiamento para insumos, como sementes, fertilizantes e agroquímicos. Muitos agricultores obtêm insumos por meio das operações de troca ("barter"). Trocam insumos para futuras colheitas com vendedores locais de insumos e empresas multinacionais de comercialização de grãos. As operações de troca têm ajudado os agricultores a expandirem sua produção. No entanto, os agricultores que financiaram a produção por meio das operações de troca tiveram dificuldade para aumentar os lucros e expandir sua escala de produção. Este estudo compara a gestão agrícola entre os agricultores com e sem as operações de troca. Levantamentos agrícolas em dois municípios de Mato Grosso mostraram que os agricultores que financiam seus insumos por meio das operações

[1] Original recebido em 4/4/2022 e aprovado em 20/7/2022.

[2] This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Numbers JP15K01906, JP20K12390, and IDE-JETRO.

[3] Pesquisador sênior do Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO). E-mail: tatsuya_shimizu@ide.go.jp

de troca têm poucas opções na aquisição de insumos e venda de grãos. No entanto, os agricultores que financiam os insumos com empréstimos bancários têm muitas opções no aprovisionamento de insumos e venda de grãos. Essas opções permitem aumentar seus lucros e a escala de produção.

Palavras-chave: Cerrado, gestão agrícola, finanças, produção de grãos.

Introduction

Currently, Brazil is the world's largest producer and exporter of soybean. In 1990, Brazil's share of soybean production and exports in the world was 19% and 25%, respectively, which increased to 38% and 45% in 2020. In the past 30 years, whereas the United States increased its production by 1.8 times, Brazil increased its production by 6.3 times. During the same period, whereas the United States increased its soybean exports, including soybean grain, meal, and oil, by 2.6 times, Brazil increased its soybean exports by 7.8 times. South America, including Argentina, has become the most important soybean-supplying region in the world, providing two-thirds of soybean on the world market (Usda, 2022) (Table 1).

Brazil has also become one of the principal exporters of corn in the world. Until the end of the 1990s, national production barely satisfied domestic consumption. However, corn production significantly increased in the 2010s, and the country started exporting. By the end of the 2010s, Brazil became the second-largest exporter after the United States (FAO, 2022).

In recent years, one of the essential factors of the growth in grain production in Brazil has been the expansion of the agricultural frontier. The country's mid-west tropical region has a biome called the "Cerrado." The word Cerrado means "closed" in Portuguese. The area was named Cerrado as it was not used for economic activities until the 1960s. People thought the land in the biome had no use owing to its poor soil fertility and remoteness from major cities. However, some studies found that this biome had sufficient precipitation for agriculture, and with soil improvement, it would be suitable for cultivation (Hosono et al., 2016). The Brazilian

Table 1. Principal soybean producers and exporters.

	Country	Production				Exports			
		1990	2000	2010	2020	1990	2000	2010	2020
Volume (1,000 MT)	Argentina	10,750	21,200	54,500	48,800	7,966	20,277	42,455	42,867
	Brazil	20,340	34,700	69,000	128,500	14,229	22,188	43,012	110,781
	United States	52,354	72,224	91,470	96,667	22,461	34,073	52,447	59,835
	Others	23,748	32,174	46,001	65,028	11,904	9,398	19,309	31,060
	World	107,192	160,298	260,971	338,995	56,560	85,936	157,223	244,543
Share (%)	Argentina	10	13	21	14	14	24	27	18
	Brazil	19	22	26	38	25	26	27	45
	United States	49	45	35	29	40	40	33	24
	Others	22	20	18	19	21	11	12	13
	World	100	100	100	100	100	100	100	100

Note: exports include exports of soybean, soybean meal, and soybean oil.

Source: Usda (2022).

government started to develop the Cerrado region in the 1970s.

After a few decades, this development started to bear fruit. In Brazil, the southern region in the temperate zone was the center of agricultural production for many years. By the turn of the century, the soybean production in the mid-west region, where the Cerrado is mainly located, surpassed production in the southern region. The production of other agricultural products, such as corn, cotton, sunflower, and beef, simultaneously increased. Currently, the mid-western state of Mato Grosso is the most important agricultural state in the country (Hongo & Hosono, 2012).

The production scale of farmers in the Cerrado is very large compared with that in the southern region. It ranges from a few hundred hectares to more than one thousand hectares (Chaddad, 2016). Therefore, it is indispensable for farmers to obtain credit to finance inputs, such as seeds, fertilizers, and agrochemicals. At the initial stage of the colonization of the Cerrado region, the public sector provided an important part of finance for production. After the debt crisis in the 1980s and the economic reforms that followed, the role of the public sector was reduced. The private sector started to finance production. Farmers obtained finance from input vendors and multinational grain trading companies through barter contracts. Through such contracts, farmers bartered their future harvest with inputs required for production. In the 1990s, the Brazilian government created agricultural security called Rural Product Note (Cédula de Produto Rural: CPR). Barter contracts with CPR became the standard practice for financing inputs for grain production in the Cerrado (Silva, 2012).

Barter contracts help farmers access inputs for production. However, some farmers complain that the interest rates of barter contracts are higher than bank loans, and barter contracts limit their options for input procurement and grain sales. Once farmers obtain inputs with barter contracts, they have little room to exercise their management capacity to increase profit.

This study aims to identify the difference between farmers who use barter contracts and those who use other modalities to finance their production. Section 2 explains the expansion of soybean production in the Cerrado region, focusing on the use of barter contracts to finance production. Section 3 presents the outline of the survey. Section 4 discusses and interprets the result of the survey. Finally, Section 5 summarizes the findings of this study.

Expansion of agricultural frontier in the Cerrado

The main factor for grain production growth in Brazil is the expansion of the agricultural frontier in the Cerrado. Figure 1 presents the five regions in Brazil. The south is the traditional agricultural region in Brazil, with a mid-latitude of 22th to 33th south. The mid-west is the emerging agricultural region in the tropics, with a mid-latitude of 7th to 24th south. The Cerrado biome is mainly located in the mid-west region.

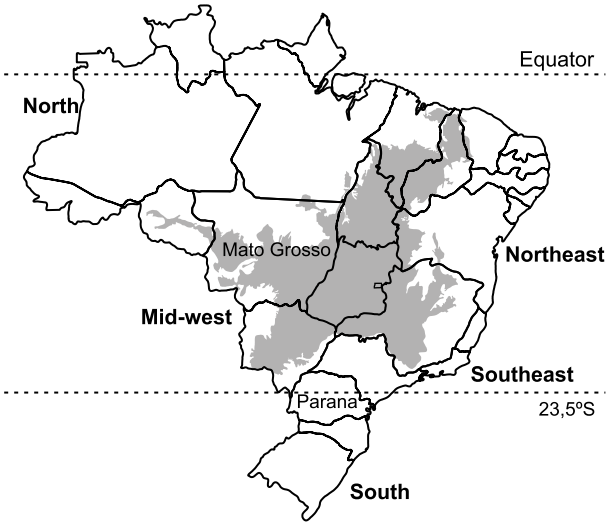


Figure 1. Regions in Brazil.
Note: the gray-shaded area is the Cerrado biome.

The national grain production statistics show the expansion of the agricultural frontier in the mid-west region (Conab, 2022a). Figure 2 presents the evolution of soybean and corn production, showing the regional share of the south and mid-west regions.

In the 1970s, the south region produced more than 80% of soybean and more than half of corn in the country (Figure 2). After the government started developing the Cerrado in the 1970s, the production in the mid-west region started to pick up. Its production surpassed that of the south. First, it surpassed the production of soybean at the end of the 1990s, and then, at the beginning of the 2010s, it surpassed that of corn. By the end of the 2010s, the mid-west accounted for 50% of soybean and 55% of corn produced in the country. The region became the leading producer of grains in the country.

Expansion of agricultural frontier

The main factor for the growth in production in the mid-west region is the expansion of the agricultural frontier. In 1975, the Brazilian government announced the Cerrado Development Program (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados, known as the Polocentro project). The government aimed to develop 3.7 million ha in the mid-west states by building infrastructures like roads, silos, warehouses, and agricultural extensions. The government also provided preferential loans to farmers. After implementing the Polocentro project, the government launched a development project with assistance from the Japanese government. It was called PRODECER (Programa de Cooperação Nipo–Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados). (Hongo & Hosono, 2012; Hosono et al., 2016).

In addition to the efforts exerted by the public sector, private companies and agricultural cooperatives organized colonization projects. Numerous farmers with small farms in the south region and their children joined these colonization projects and immigrated to the Cerrado, hoping to obtain larger farms. For example, between 1970 and 1990, 35 private companies and cooperatives carried out 104 colonization projects and developed 3.9 million ha (Jepson, 2006).

The farmers who emigrated from the south region to the Cerrado converted tropical savannah into agricultural land. Table 2 presents the evolution of agricultural land use in the Parana and Mato Grosso states from 1970 to 2017. Parana is a traditional agricultural region in the south, whereas Mato Grosso is an emerging agricultural region in the mid-west. Setting the area in 1970 as 100, the table presents each year's area as an index. Although the total agricultural land in Parana has not changed, it has expanded more

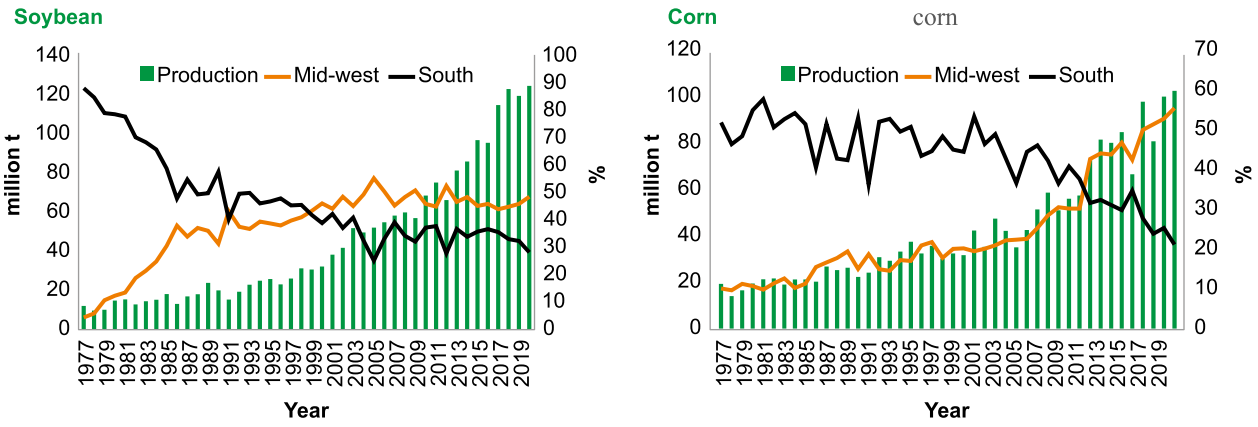


Figure 2. Soybean and corn production by regions.

Source: Conab (2022a).

Table 2. Evolution of agricultural land use.

State	Year	Total	Permanet crop	Temporary crop	Natural pasture	Planted pasture	Natural forest	Planted forest
Paraná (South region)	1970	100	100	100	100	100	100	100
	1975	107	90	130	93	122	83	199
	1880	112	73	150	85	148	83	305
	1985	114	48	159	79	169	85	399
	1995	109	24	140	76	196	88	348
	2006	105	75	162	73	127	119	302
	2017	101	16	179	46	125	118	463
	(ha)	14,741,967	209,533	6,093,129	836,166	3,372,977	2,781,196	949,327
Mato Grosso (Mid-west region)	1970	100	100	100	100	100	100	100
	1975	127	70	66	32	55	82	157
	1880	200	214	205	38	100	155	343
	1985	219	225	288	36	143	164	179
	1995	289	280	401	23	325	249	464
	2006	282	674	868	16	376	222	477
	2017	318	164	1409	15	424	230	1376
	(ha)	54,922,850	99,608	9,765,991	3,995,697	19,907,291	19,838,583	201,102

Note: area in 1970 = 100.

Source: IBGE (2022a, 2022b).

than three times in Mato Grosso. The figures in Mato Grosso indicate that farmers first converted natural pasture to planted pasture and forest and then to fields with temporary crops.

Introduction of new technologies

Besides expanding the agricultural frontier, introducing new technologies has contributed to the growth of grain production in the Cerrado. These technologies include new soybean varieties for a tropical zone, no-tillage farming, genetically modified (GM) varieties, and double-cropping techniques.

The Brazilian government started to develop the Cerrado at the beginning of the 1970s. During that time, soybean demand rapidly increased in the international market due to the low supply of fishmeal. Soybean meal substitutes fishmeal, a protein source in compound animal feed. Its price surged in the international market after the United States government banned its export. In response to this situation, the Brazilian government considered soybean a strategic commodity and promoted its production in the Cerrado. By increasing the production and export of soybean and its derivatives, such as soybean meal and oil, the government aimed to improve its trade balance and food security. Japan, which heavily depended on soybean imports from the United States, cooperated with the Brazilian government for agricultural development in the Cerrado through PRODECER (Warnken, 1999; Koike, 2007).

Soybean is a crop in temperate zones. It blooms when daylight hours become shorter. It is difficult to produce a conventional soybean variety in a tropical zone, where daylight hours do not vary throughout the year. To promote soybean production in the Cerrado, the Brazilian Agricultural Research Corporation (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: EMBRAPA) developed a soybean variety that is insensible to

daylight hour changes. This variety was named Doko, after Doko Toshio, the former chairman of the Japan Business Federation, who paid attention to the agricultural development in the Cerrado from an early stage. This variety is widely spread in the Cerrado. (Hongo & Hosono, 2012; Hosono et al., 2016).

The technologies used for the large-scale grain production in the Cerrado were no-tillage farming and GM varieties. In no-tillage farming, farmers sow seeds without tilling. With this technique, farmers can maintain soil moisture and prevent soil runoff. They can also save the time and money required for tilling. However, without tilling, farmers cannot eliminate weeds. Thus, they need to apply various kinds of herbicides to eliminate all types of weeds, which then increases the production costs. GM varieties help solve this problem. By combining a herbicide and a GM variety that is tolerant to the herbicide, farmers can eliminate weeds with only one kind of herbicide. The combination reduces the cost of herbicide and its application. Later, a GM variety with pest tolerance was developed. This variety helped farmers obtain higher yields.

GM varieties first spread widely in Argentina in the second half of the 1990s. In Brazil, the government formally approved the commercial production of GM soybean in 2003 and GM corn in 2008. As of 2018, 96% of soybean and 89% of corn produced in Brazil were GM varieties (ISAAA, 2018).

Other new technologies, such as early-ripening soybean varieties and double-cropping techniques for soybean and corn, have rapidly spread since the end of the 2010s. Because rainfall in the Cerrado is limited only during the several months of a year, farmers used to produce only one crop a year with conventional varieties. They chose crops such as soybean, corn, and cotton, depending on the soil condition, weather forecast, price trends, etc., in the international markets. To maintain fertility in the soil, they rotate crops over several years.

The development of early-ripening soybean varieties added another option to the cropping system. In Mato Grosso, it takes 130 to 140 days for a conventional soybean variety to mature. Early-ripening soybean varieties can reduce the ripening period to less than 115 days (Tecnologias..., 2013). If farmers plant a conventional soybean variety as a first crop, they need to wait until February to harvest it. If they plant corn as a second crop in February, the yield may drop significantly because the rainy season may end before the pollination. Rain is vital for corn pollination and determines the yield. However, if farmers plant an early-ripening soybean variety as a first crop, they can harvest it in January. Then, if they plant corn as a second crop in January, it will pollinate before the end of the rainy season, and the farmers can obtain a regular yield.

In addition, by cultivating two crops a year, farmers can share the fixed costs among the two crops, thereby reducing the production costs of each crop. Due to the advantages in yields and costs, this double-cropping system has rapidly spread in the Cerrado region since the beginning of the 2010s. As a result, corn production in the mid-west region dramatically increased, surpassing that in the south region.

Financing through barter contracts

In addition to introducing new technologies, barter contracts were essential for the growth in production in the Cerrado. Farmers were able to access agricultural inputs through barter contracts.

Agricultural production in the Cerrado is very costly due to the large production scale, poor soil quality, and tropical climate. Farmers must apply plenty of soil improvement material, fertilizers, and agrochemicals. For example, the production cost for a hectare of soybean in 2016 was 2,436 reals (US$750) in Mato Grosso, out of which 2,130 reals (US$655) are variable costs such as inputs and their application[4]. In Parana, the cost was 3,174 reals (US$977) in 2016, out

[4] The exchange rate at the end of 2016 was US$1.00 = 3.25 reals (Bacen, 2022).

of which 2,017 reals (US$621) are variable costs. Although the total production cost was higher in Parana than in Mato Grosso due to the high rent for land, the variable cost was higher in Mato Grosso (Conab, 2022b).

As shown in the latter section, in 2017, the average hectare of a soybean farm (production unit) in Parana was around 50, and that in Mato Grosso was around 1,200. The amount of capital required for an average farm to produce soybean is approximately US$50,000 in Parana and approximately US$900,000 in Mato Grosso. Therefore, it is indispensable for farmers in Mato Grosso to access outside finance to obtain inputs (IBGE, 2022b).

The Brazilian government played an active role in supporting farmers in the early years of the colonization of the Cerrado. However, the economic crisis in the 1980s forced the public sector to withdraw many supporting activities. When the demand for soybean in the international market gradually increased in the 1990s, the private sector took over from the public sector to promote the production and commercialization of soybean. In particular, multinational grain trading companies, known as ABCDs (ADM, Bunge, Cargill, and Louis Dreyfus), were very active in investing in the Cerrado. They created grain markets by building silos and processing plants in some key cities in the Cerrado (Turzi, 2017). In addition, they started to finance farmers for inputs by accepting future harvests as a guarantee. It was called barter contracts or "troca" in Portuguese.

Today, barter contracts with CPR among farmers, input vendors, and grain traders are standard in the mid-western region (Koike, 2007; Silva, 2012; Galvão, 2014; Saes & Silveira, 2014). It is called a triangular barter contract. They work as follows (Figure 3). First, the farmers who want to obtain finance for production issue CPR, specifying the amount and quality of soybean and the delivery date and place. Then, the farmers register their CPR at a local registry office. The farmers bring the CPR to local input vendors to obtain inputs. Second, the local input vendors look for grain traders who want to secure the soybean. The input vendors obtain finance from the traders in exchange for CPR. Third, the vendors provide farmers' inputs, such as seeds, fertilizers, and agrochemicals, using the finance obtained from the traders. Fourth, the farmers deliver soybeans to the traders upon harvesting as specified in the CPR. Because local input vendors have detailed information about the farmers through regular commercial transactions and technical assistance, they can monitor their production. Furthermore, the vendors can obtain information about the CPR at the local registry office and evaluate its risk.

According to the study by the Mato Grosso Institute of Agricultural Economics (Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária: IMEA), the most important source of finance for soybean production in the Mato Grosso state in 2017 was grain traders and input vendors. The report indicated that 52% of the finance was from them, 19% from self-finance, and 29% from

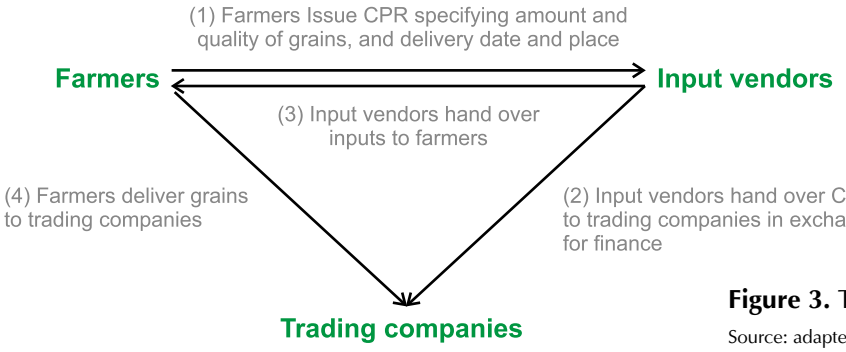


Figure 3. Triangular barter contract with CPR.
Source: adapted from Silva (2012).

public and private financial institutions. (IMEA, 2017).

Barter contracts are attractive for both farmers and trading companies. For farmers, accessing inputs with barter contracts is relatively easy compared with bank loans. Because farmers specify the number of bags to deliver in barter contracts, they can avoid risks against changes in grain price, interest rate, or exchange rate. For trading companies, triangular barter contracts allow them to assure grains from farmers without incurring high costs of collecting information from individual farmers (Silva, 2012; Johann et al., 2017).

Some studies closely looked at the use of barter contracts among farmers. For example, with data from two farms in Paraná and Mato Grosso states during four seasons, Scremin et al. (2020) analyzed which financing modality (self-financing, bank loans, and barter contracts) was more advantageous for farmers. They concluded that the production cost per hectare was lower with barter contracts than with other modalities.

This study shares an interest in the difference between financing modalities. However, instead of monetary cost in each modality, this study focuses on farmers' options for input procurement and grain sales in each financing modality. Furthermore, the study analyzes how the difference in options influences their production scale in the long run.

Materials and methods: farm survey

The grain production in the Cerrado significantly increased in the 2000s and 2010s. As shown in the following sections, during this period, while some farmers kept producing in a few hundred hectares, others expanded their production scale to more than 1,000 ha. The question is, "what is the difference between these two types of farmers?" To answer this question, the author conducted a field study about farm management in two municipalities in Mato Grosso in August 2017.

The study results indicate that barter contracts limit farmers' options in input procurement and grain sales. Farmers who did not expand their production scale mainly used barter contracts to finance their inputs. The barter contracts specify how they procure inputs and sell their grains. However, farmers who expanded their production scale to more than 1,000 ha obtained loans from public and private financial institutions. In this case, the farmers can choose how to procure inputs and sell their grains. The following sections explain the characteristics of the surveyed area and farms and outline the survey.

Surveyed area and farms

Mato Grosso is the largest soybean and corn-producing state in the country. Compared with farms in the traditional agricultural region, farms in Mato Grosso are large-scale (IBGE, 2022d). Table 3 presents the number of soybean farms and their harvested volumes and areas according to their production scale in 2017. The figures cover Brazil, Parana (a traditional agricultural state in the south), and Mato Grosso (an emerging agricultural state in the mid-west).

The production scale between these two states is very contrasting. The total production volume in Mato Grosso is almost twice the volume in Parana. However, the number of soybean farms in Mato Grosso is less than one-tenth of that in Parana. Thus, on average, the production scale for each farm is much larger in Mato Grosso than in Parana; it is 1,249 ha in Mato Grosso and 50 ha in Parana. In Mato Grosso, most farms are over 500 ha, whose share is 49% in number and 94% in soybean production. In Parana, most farms are less than 100 ha, whose share is 89% in number and 35% in soybean production.

The author surveyed soybean farmers in two municipalities in Mato Grosso: Lucas do Rio Verde (LRV) and Tangará da Serra (TS). The author chose these two municipalities because a local cooperative and an input vendor facilitated

Table 3. The production scale of soybean farms (2017).

	Scale	Numbers			Participation		
		Unit	Volume (t)	Area (ha)	Unit (%)	Volume (%)	Area (%)
Brazil	X < 10 ha	80,937	1,414,153	425,773	34	1	1
	10 ha ≤ X < 100 ha	113,051	12,182,441	3,575,928	48	12	12
	100 ha ≤ X < 500 ha	29,697	22,308,269	6,613,458	13	22	22
	500 ha ≤ X	12,560	67,251,391	20,107,499	5	65	65
	Total	236,245	103,156,254	30,722,658	100	100	100
	Average per unit		437	130			
Paraná (South)	X < 10 ha	32,852	627,322	183,836	39	4	4
	10 ha ≤ X < 100 ha	42,062	4,800,766	1,366,788	50	31	32
	100 ha ≤ X < 500 ha	8,566	6,287,884	1,764,909	10	41	41
	500 ha ≤ X	1,110	3,536,376	955,930	1	23	22
	Total	84,590	15,252,348	4,271,463	100	100	100
	Average per unit		180	50			
Mato Grosso (Mid-west)	X < 10 ha	121	2,819	852	2	0	0
	10 ha ≤ X < 100 ha	1,744	301,761	95,660	25	1	1
	100 ha ≤ X < 500 ha	1,724	1,542,134	479,691	24	5	5
	500 ha ≤ X	3,508	27,931,820	8,286,522	49	94	93
	Total	7,097	29,778,534	8,862,725	100	100	100
	Average per unit		4,196	1,249			

Source: IBGE (2022c).

access to farmers in the area. Table 4 presents the evolution of the soybean-harvested area in Mato Grosso and the two municipalities.

LRV is located in the mid-north of the state, which is the most significant soybean production zone (IMEA, 2022). It is along the BR-163, the major highway that runs north-south through the state. The federal government started the colonization project in the municipality in the 1980s. By 2007, the soybean production area expanded to more than 200,000 ha. Afterward, the area did not expand very much. In this municipality, the author sought permission from a local cooperative, Cooperativa Agrícola Lucas do Rio Verde, and interviewed seven of its members. The author also interviewed local input vendors, grain traders, and personnel in the cooperative.

TS is located in the state's mid-south, along the BR-364 highway that runs northwest

Table 4. Evolution of soybean harvested area in Mato Grosso.

State/municipality	hectares			1995 = 100	
	1997	2007	2017	2007	2017
Mato Grosso	**2,192,514**	**5,075,079**	**9,264,356**	**231**	**423**
Lucas do Rio Verde	100,000	215,535	217,587	216	218
Tangará da Serra	24,000	48,000	105,000	200	438

Source: IBGE (2022d).

of Cuiabá City. The soybean production in this locality has increased since the middle of the 2000s. From 2007 to 2017, the harvested area doubled, reaching more than 100,000 ha. With the help of Agro Amazonia, a leading input vendor in Mato Grosso and a local producer, the author interviewed four farmers in the area.

Survey outline

The objective of the survey is twofold. The first is to determine the relationship between financing modalities and their input procurement options and grain sales options. The second is to determine the relationship between financing modalities and changes in production scale over time. The author conducted in-depth interviews with owner farmers using a semi-structured questionnaire. The survey asked farmers about their profile, including their age, the year of their colonization, the initial and actual farm size, the actual grain production scale, the numbers and types of agricultural machinery, and the use of labor force (family, permanent, and seasonal). Additionally, the survey asked farmers about their finance, procurement, and sales management.

Table 5 presents the various management options available to farmers. Farmers need access to finance for inputs. From the lowest interest rate to the highest, the available options are "green soybean" or cash-forward contracts, barter contracts with CPR, public and private loans from financial institutions, and self-funding. Farmers can procure inputs from either local input vendors (revendas) or multinational companies that are manufacturers of agrochemicals (multinacionais). Farmers can procure individually or as a group (pool de compra). Moreover, farmers can either procure a package of standard inputs (pacote) or choose individual items and brands (a la carte).

Farmers have the following options regarding grain sales: delivering as specified in the barter contracts, selling with future contracts before the harvests, or selling in spot markets after the harvests. The buyers are input vendors, trading companies, or local processing plants. Farmers can directly sell to buyers or through brokers or cooperatives. They can deliver grains directly by transporting them from the field (balcão) or after processing (beneficiado); processing means removing foreign objects and drying them in silos to adjust the humidity. Farmers with their own silos can process and store grains there and wait until the price goes up. If they use the silos of others, they need to pay fees for processing and storage.

Results and discussion

Table 6 presents the profile and management characteristics of farmers of the 11 surveyed farms in LRV and TS. The farmers are listed in the order of their soybean production scale.

The common characteristics of the farmers are as follows. They were colonized in the 1980s and are now around 50 years old. They introduced the double-cropping system with soybean as the first crop and corn as the second. They own their agricultural machinery. Besides family labor, they have permanent staff and hire temporary labor in busy seasons. They combine no-tillage agriculture with GM varieties. Some farmers produce non-GM soybean varieties as there is a demand for non-GM varieties at a premium price. All farmers produce GM corn varieties because there is no demand for non-GM corn varieties in the area.

There are some differences among the farmers. Whereas some farmers maintained their production scale of several hundred hectares since the beginning of the colonization, others increased their scale to a few thousand hectares. Some farmers produce not only on their farms but also on rented farms.

The survey result suggests that the use of barter contracts and management efforts in finance, procurement, and sales can determine whether farmers can expand their production or not. These are discussed in detail in the following sections.

Table 5. Farmers' decision-making options for procurement and sales.

Area	Item	Options	Charecteristics
Procurment	Finance	Green soybean (soja verde)	Borrowing money in exchange for future harvest (cash forward contract). Interest rate is the highest
		Barter contracts (trocas)	Financing production in cesurity for harvest. Interest rate is high
			Payment is with grains or cash (R$ or US$)
		Private loans	Loans from private financial institutions with low interest rate in R$ or US$
		Public loans	Loans from public fund with low interest rate in R$. There is a maximum amout according to type of producers
		Self-finance	In general, self-finance does not cover all production costs
	Supplier	Input vendors (revendas)	With technical assistance, small lot, relatively expensive
		Manufacturers (multinacionais)	Without technical assistance, large lot, relatively inexpensive
	Unit	Individual	Individual purchase from input stores
		Group	Group purchase from manufacturers. Less expensive than individual purchase
	Form	Package (pacote)	Combination of standard inputs with generic agro-chemicals
		Customized (a la carte)	Customers specifies input brands, including latest technologies
Sales	Method	Barter contract (Troca)	Delivery of harvest based on barter contract
		Future contracts	Future contracts with fixed delivery date, quality, quantity and price
		Spot sales	Sales is negotiated upon sales with local price
	Buyer	Input vendors (revendas)	Delivery of harvest based on barter contract
		Trading companies	With barter contracts, future contracts or spot sales
		Processing plants	Future contracts or spot sales wit local processing plants
		Brokers	Mediation of sales
		Cooperatives	Price information gathering, preparation and storage at silos
	Form	Without preparation (balcão)	Delivery upon harvest in the fields
		Prepared (beneficiado)	Sales after preparation in silos
		Prepared and stored	Sales after preparation and storage in silos

Sources of finance

Farmers need to finance to procure inputs, such as seeds, fertilizers, and chemicals. Because the production scale in the Cerrado is enormous, self-finance cannot cover all the capital required for production. Farmers need to seek external finance.

Some farmers said they used to finance through "green soybean" or cash-forward contracts. With this contract, farmers use future harvests as collateral to borrow money. In general, the payment will be in bags of grains. Among the surveyed farmers, only one uses it, with a monthly interest rate of 2% (27% per

Table 6. Farmers' profile and management.

<Profile>													
Farmer	Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Location[1]		LRV	LRV	LRV	LRV	LRV	LRV	TS	LRV	TS	TS	TS
	Age		59	55	36	58	65	61	46	69	49	50	55
	Year started production		1984	1987	1986	1986	1986	1982	1993	1981	2007	1985	1989
Farm area	Area started	ha	150	400	400	400	400	200	1,100	200	500	1,500	0
	Current area	ha	150	400	400	1,000	1,850	1,200	2,500	2,500	2,000	1,500	3,400
Production	Soybean	ha	125	350	400	700	850	1,100	1,800	2,000	2,000	3,200	9,500
	Maize	ha	125	350	400	600	400	1,100	1,800	2,000	1,400	2,600	4,500
Machineary	Tractors	unit	3	2	4	3	5	5	6	5	7	12	9
	Planters	unit	1	1	2	2	2	1	3	2	6	5	4
	Sprayers	unit	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	2
	Harvesters	unit	2	1	2	2	2	2	3	4	4	5	7
Labor	Family	person	1	1	3	1	1	2	1	2	3	4	5
	Permanent	person	1	1	1	1	3	3	10	6	15	20	30
	Seasonal	person			2	3		1	5	10	6	7	5
<Management[2]>													
Finance	Barter contract		XX	X	XX	XX	XX						
	Public loans			XX							X	X	X
	Private loans							X	X		XX	X	XX
	Self-finance							XX	XX	XX		X	
Procurment	Input vendors		XX	X		XX	XX			XX			
	Trading companies			X	XX			XX					
	Manufacturers (multinacionais)								XX		XX	XX	XX
	Group purchase							X	X		X	X	X
Sales	Barter contracts		XX		X	XX	XX						
	Future contracts			XX	XX	X		XX			XX	XX	XX
	Spot sales			X				X	XX	XX	X	X	X

[1] LRV: Lucas do Rio Verde; TS: Tangará da Serra.

[2] Use of more than 50%: XX; use of less than 50%: X.

year). Some farmers reported no longer using it due to the very high interest rate.

Barter contracts are the standard method for financing inputs among farmers whose production scale is less than 1,000 ha. Using CPRs, farmers use triangular barter contracts with input vendors and grain traders. Among the surveyed farmers, No. 1 through No. 5 use barter contracts. One of them uses a barter contract with a monthly interest rate of 1% (13% per year).

More farmers are starting to use public and private loans. Among the surveyed farmers, No. 6 through No. 11 use such loans. The federal government provides loans to farmers in Brazilian

reals for the variable costs of inputs (custeio) through Banco do Brasil and cooperatives. The interest rates of the loans are different depending on the scale of the farm. Some surveyed farmers acquired a loan for medium-scale farmers (up to around 500 ha) called Pronamp Custeio, with an annual interest rate of 7.75% (All interest rates were at the moment of the survey). Other farmers acquire a loan for large-scale farmers called Custeio Agropecuário, with an annual interest rate of 8.75%. Private banks, such as the Brazilian subsidiary of Rabobank, a cooperative bank in the Netherlands, finance farmers' production. The loan can be either in US dollars or Brazilian reals. One farmer acquires a loan in US dollars with an annual interest rate of 6.65%.

Although the interest rates of public and private loans are much lower, some farmers choose cash-forward or barter contracts for the following reasons. First, cash-forward contracts are the most accessible means to finance for farmers. As they are transactions between two individual parties, all they need is to reach a mutual agreement. Second, barter contracts are more formal than cash-forward contracts. When farmers issue CPRs for their future harvest, they need to register them at a local registry office. If a farmer has good business records with input vendors, the vendors will accept the CPR and supply inputs to the farmer.

Compared with these financing modalities, farmers need to exert more administrative efforts in obtaining loans from financial institutions. During the survey interviews, some farmers commented that they were aware of the high-interest rates in barter contracts. They wanted to avoid using them if possible. However, obtaining loans from financial institutions is not an easy task for them. First, the procedures are more bureaucratic and time-consuming. Some farmers commented that they could not obtain loans in time to purchase inputs for production. Second, banks and cooperatives require farmers to prepare financial statements; however, many small-scale farmers usually do not keep good financial records. Thus, they need to hire accountants to prepare financial statements for them. Third, farmers need to have formal land titles and good credit histories. Some farmers commented that they had problems with land titles and credit histories. In the Cerrado region, the land registration system is not well organized. One land may have more than one claim. It is costly and time-consuming to resolve land disputes. In addition, during the economic crisis in the 1980s and 1990s, numerous farmers and cooperatives went bankrupt, so they have bad credit histories. These multiple barriers kept many farmers from accessing favorable loans from financial institutions.

Autonomous farmers

Farmers' financing modality to access inputs determines how they can procure inputs and sell grains.

Regarding input procurement, farmers No. 1 through No. 6 and No. 8 mainly procured inputs from either input vendors or trading companies. As farmers No. 1 through No. 5 financed inputs through barter contracts, they needed to procure from input vendors or trading companies with whom they signed the contracts. However, farmers No. 7 and No. 9 through No. 11 mainly procured from multinational agrochemical companies. In addition, they procured as a group.

Regarding grain sales, farmers No.1, No. 3, and No. 4 mainly sold their harvest through barter contracts. They delivered their harvest based on the terms of the barter contracts. Other farmers sold their harvests either using future contracts or spot sales.

The survey results indicate that when farmers sign barter contracts, their options in procurement and sales are limited. Barter contracts are like package deals of finance, procurement, and sales. Barter contracts are convenient for farmers. Once they sign the contracts, they do not need to worry about other options. All the farmers need to do is to produce and deliver their harvest as specified in the contracts.

However, signing barter contracts has downsides for farmers. The price of inputs can be high because the farmers procure them as individuals, so they do not benefit from a volume discount. Moreover, the standard package of inputs that the vendors deliver to the farmers comes with generic agrochemicals that sometimes do not fit the farmers' needs. After the harvest, the farmers must deliver grains as specified in the barter contracts. They transport grains to traders' silos in nearby cities and hand them over without removing foreign objects and drying them to improve the harvest quality.

Farmers who do not use barter contracts, whom we call autonomous farmers, have several options and make their own decisions about procurement and sales. They directly buy inputs from the local offices of multinational manufacturers (multinacionais). The manufacturers generally set minimum sales volume. To reach this volume, autonomous farmers organize themselves into purchasing groups. With this procurement practice, the farmers can obtain volume discounts; thus, the costs will be less than those charged by input vendors. In addition, these farmers often contract agricultural consultants who advise them to procure specific brands and the latest technologies of seed varieties, fertilizers, and agrochemicals that fit their field and climate conditions.

Regarding sales, autonomous farmers have several options. Grain prices are generally low right after the harvest season because the supply is high, but the local storage capacity is limited. The price gradually increases after the harvest season is over as the balance of supply and demand stabilizes. Therefore, autonomous farmers wait for a better price. After the harvest, autonomous farmers transport grains to their own silos or silos at cooperatives to remove foreign objects and dry them to improve their quality. They avoid selling grains at low prices. Finally, the farmers decide when to sell after considering the storage cost and selling price.

Numerous autonomous farmers sell part of their grains before harvesting. They sell through future contracts to avoid risks associated with price and exchange rate fluctuations. They aim to sell at a price that can cover the production cost and gain a margin. In addition, autonomous farmers sell part of their grains at spot sales. Aside from the trading companies, they sell to local processing plants of animal feeds or bio-fuels. When the local grain supply is low, these processing plants offer a good price. The farmers sometimes hire brokers or cooperatives to bargain for a better price.

These differences in procurement and sales indicate that financing modalities affect farmers' autonomy in management. If they use barter contracts, they do not have options in procurement and sales, which means they do not have the opportunity to increase their profit. Conversely, if they obtain loans from public or private banks, they can make their own decisions on procurement and sales to increase their profit. The survey results suggest that autonomous farmers have a chance to increase their production scale.

Conclusion

Responding to the increase in demand in the international market, Brazilian farmers have rapidly expanded grain production since the end of the 1990s. By the middle of the 2010s, the country had become the world's largest soybean exporter and the second-largest corn exporter.

The Cerrado biome in the mid-west region is the center of grain production in Brazil. The grain production in the region is large scale. The minimum farm size is a few hundred hectares. Some farmers expanded their farms to more than a thousand hectares. Moreover, they have introduced new technologies, such as no-tillage farming, GM varieties, and early maturing varieties.

The farmers need to obtain external finance. The public sector used to support farmers to finance inputs. However, after the economic crisis in the 1980s, the public sector's support decreased. Then, firms in the private

sector, such as input vendors and multinational trading companies, started to finance farmers through barter contracts. With these contracts, farmers bartered inputs with a future harvest. These contracts helped farmers to expand their grain production.

However, this situation is changing. After the commodity boom in the 2000s, the cities in the region significantly expanded, and their credit and grain markets developed during the same period. Taking advantage of this development in the market, some farmers started to finance production with loans from public and private financial institutions.

This study analyzes the relationship between financing modality, procurement and sales options, and changes in production scale over time. The study found that while barter contracts make finance for inputs more accessible to farmers, they limit farmers' options in procurement and sales. Conversely, if farmers put some effort into accessing bank loans by doing paperwork and keeping a good accounting record, they would have many options in procurement and sales. These options allow farmers to increase their profit. While the farmers who use barter contracts maintained their production scale, those who use bank loans expanded their production scale.

Because the sample size is small and the focus of the study is more qualitative than quantitative, this study cannot show statistical relationships between financing modality and changes in production scale. However, this study demonstrates that when farmers have more rooms to exercise their managerial capacity, they have more chances to expand their production scale. Under Cerrado's large-scale and technology-driven grain production, managing finance is vital for growth.

References

BACEN. **Banco Central do Brasil**. Available at: <https://www.bcb.gov.br>. Accessed on: Nov. 8 2022.

CHADDAD, F. Agriculture in the Cerrado: large-scale farming and new-generation cooperatives. In: CHADDAD, F. **The economics and organization of Brazilian agriculture**. San Diego: Academic Press, 2016. p.111-145. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801695-4.00005-7.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Portal de Informações Agropecuárias**. Available at: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Accessed on: Out. 26 2022a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Soja**: série histórica: custos: soja: 1997 a 2022. Available at: <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/824-soja>. Accessed on: Nov. 8 2022b.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**: Supply Utilization Accounts. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/SCL>. Accessed on: Nov. 8 2022.

GALVÃO, A. A nova etapa do desenvolvimento agrário e o papel dos agentes privados na inovação agropecuária. In: BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014. p.453-478.

HONGO, Y.; HOSONO, A. **The miracle of the development of Brazilian Cerrado**. Tokyo: Diamond, 2012. 252p. In Japanese.

HOSONO, A.; ROCHA, C.M.C. da; HONGO, Y. (Ed.). **Development for sustainable agriculture**: the Brazilian Cerrado. New York: Palgrave Macmillan, 2016. 257p. DOI: https://doi.org/10.1057/9781137431356.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário [2006]**: Tabela 264 - Área dos estabelecimentos agropecuários por utilização das terras - série histórica (1970/2006). Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/264>. Accessed on: Nov. 8 2022a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário [2017]**: Tabela 6882 - Número de estabelecimentos agropecuários com área e Área dos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, utilização das terras, classe de idade do produtor, cor ou raça do produtor e grupos de área total. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6882>. Accessed on: Nov. 8 2022b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário [2017]**: Tabela 6958 - Produção, valor da produção, venda, valor da venda e área colhida da lavoura temporária nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, produtos da lavoura temporária, tipo de semente e grupos de área colhida. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6958>. Accessed on: Nov. 8 2022c.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**: Tabela 1612 – Área plantada, área colhida, quantidade produzida,

rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Accessed on: Nov. 8 2022d.

IMEA. Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. **Composição do funding do custeio da soja para safra 2017/18 em Mato Grosso**. 2017. Available at: <https://www.imea.com.br/imea-site/view/uploads/relatorios-mercado/Funding_do_%20credito_agricola_do_Brasil_Safra_2017_18.pdf>. Accessed on: Oct. 25 2022.

IMEA. Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária. **Dashboards**. Available at: <https://www.imea.com.br/imea-site/dashboards>. Accessed on: Nov. 8 2022.

ISAAA. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2018**. 2018. Available at: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/download/isaaa-brief-54-2018.pdf>. Accessed on: Oct. 25 2022.

JEPSON, W. Private agricultural colonization on a Brazilian frontier, 1970-1980. **Journal of Historical Geography**, v.32, p.839-863, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhg.2004.12.019.

JOHANN, A.R.G.; CUNHA, C.A. da; WANDER, A.E. Operações de Barter para financiamento da produção de soja e milho em Goiás e Mato Grosso, Brasil. **Sodebras**, v.12, p.73-79, 2017.

KOIKE, Y. The Brazilian Soybean Complex: conditions for sustainable development. In: HOSHINO, T. (Ed.). **The Rise of New Primary Export Economies in Latin America**: Structure and Strategy. Chiba: IDE-JETRO, 2007. Cap.2, p.31-72. In Japanese.

SAES, M.S.M.; SILVEIRA, R.L.F. da. Novas formas de organização das cadeias agrícolas brasileiras: tendências recentes. In: BUAINAIN, A.M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J.M. da; NAVARRO, Z. (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014. p.295-315.

SCREMIN, N.; CAMARGO, B.F.; ZANATTA, J.M.; HALBERSTADT, I.A.; SCHERER, F.L. Formas de financiamento de insumos no cultivo da soja: análise das modalidades barter, capital próprio e financiamento de terceiros. **Cadernos de Gestão e Empreendedorismo**, v.8, p.106-124, 2020. DOI: https://doi.org/10.32888/cge.v8i2.43238.

SILVA, F.P. **Financiamento da cadeia de grãos no Brasil**: o papel das tradings e fornecedores de insumos. 2012. 114p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa, 2013.

TURZI, M. **The political economy of agricultural booms**: managing soybean production in Argentina, Brazil, and Paraguay. Cham: Palgrave Macmillan, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-45946-2.

USDA. United States Department of Agriculture. **Production, Supply and Distribution**. Available at: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home>. Accessed on: Nov. 8 2022.

WARNKEN, P.F. **The development and growth of the soybean industry in Brazil**. Ames: Iowa State University Press, 1999.

Ponto de Vista

Reflexões para uma pecuária mais sustentável[1]

Gabriela Mota da Cruz[2]
Sílvia Helena Galvão de Miranda[3]

A instituição das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) representou substancial progresso para o alcance de uma economia de baixo carbono, pois isso oficializou compromissos, outrora voluntários, dos países em desenvolvimento em acordos climáticos internacionais.

Dados do Banco Mundial (2022) indicam que o Brasil foi o 12º maior emissor de Gases Efeito Estufa (GEE) do mundo em 2019, com emissões estimadas em 434,3 milhões de toneladas de carbono equivalente (MtCO2e).

O papel essencial do Brasil – e de outros países de economia emergente – para a redução global de GEE a níveis adequados é destacado em muitos estudos recentes, particularmente nos relatórios de McKinsey & Company (Nauclér & Enkvist, 2009), Gouvello (2010), Relatório... (2016), Imaflora (2018), Margulis (2018) e La Rovere (2020).

Azevedo & Angelo (2018) compararam o perfil das emissões brasileiras ao de outros países e destacam que, enquanto na média global o setor de energia é o principal emissor, a maior parte das emissões no Brasil se deve ao desmatamento e ao setor agropecuário.

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2022), as emissões referentes à mudança de uso da terra e à agropecuária foram estimadas em 70% das emissões totais do Brasil em 2020. O setor de mudanças de uso da terra é o responsável pela maior parte das emissões de GEE do País, com 46% do total bruto ou 998 MtCO2e, mas quando se descontam as remoções (carbono sequestrado por florestas secundárias, áreas protegidas e terras indígenas), a participação cai para 24% (362 MtCO2e). A agropecuária é a segunda maior fonte, com 27% do total de emissões brutas (577 MtCO2e), seguida do setor de energia, com 18% (394 MtCO2e), da indústria, com 5% (100 MtCO2e), e do setor de resíduos, com 4% (92 MtCO2e.

Quando se desagregam as emissões diretas do setor agropecuário, desconsiderando-se, portanto, aquelas derivadas das mudanças de uso da terra, verifica-se que a pecuária é a principal atividade emissora. Isso se deve principalmente à fermentação entérica dos bovinos, mas a atividade contribui também para as emissões dos solos cultivados, com a lixiviação dos dejetos animais. As emissões da pecuária bovina somam-se às emissões vinculadas à grande quantidade de áreas de pastagens degradadas (Margulis, 2018).

Segundo estimativas do SEEG, a fermentação entérica é a atividade que mais emitiu

[1] Original recebido em 15/8/2022 e aprovado em 8/11/2022.

[2] Professora de Econometria e Estatística do Núcleo de Negócios da Fundação Hermínio Ometto (FHO). E-mail: gabriela.mota.cruz@hotmail.com

[3] Professora associada do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP). E-mail: shgdmira@usp.br

GEE historicamente no Brasil no setor da agropecuária, responsável, em 2020, pela emissão de 373 MtCO2 (65% do total das emissões da agropecuária), incremento de 1,5% em relação a 2019. Tais emissões são geradas pela digestão dos ruminantes, principalmente os rebanhos de bovinos de corte e de leite, que respondem por 96,9% do total (Análise..., 2021).

Como mencionado pelos dados de emissões de uso da terra no Brasil (principalmente quanto ao desmatamento dos biomas Amazônia e Cerrado), o desmatamento é também um grande desafio para a cadeia produtiva da carne brasileira. Segundo dados do Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019), em 2014 cerca de 65% da área convertida na Amazônia eram áreas de pastagem e 23% das áreas previamente desmatadas foram classificadas como vegetação secundária.

O baixo índice médio da produtividade pecuária bovina brasileira tem relação com os altos níveis de desmatamento doméstico na medida em que ela contribui para o avanço crescente da produção pecuária sobre novas áreas, em detrimento da adoção de medidas para otimização e sustentabilidade no manejo das áreas já exploradas. Para Margulis (2018), esse quadro evidencia que elevar a produtividade pecuária constitui uma alternativa viável para a redução de emissões de GEE.

Os baixos índices de produtividade estão relacionados a sistemas de produção pecuária bovina de baixo nível tecnológico e gerencial, ainda largamente adotados mesmo diante da disponibilidade e conhecimento de tecnologias que permitem melhores resultados. Tais tecnologias estão difundidas em algumas regiões do País, mas não foram adotadas de maneira extensiva e uniforme, quadro que configura a grande heterogeneidade tecnológica dos setores pecuário de corte e de leite no Brasil.

Os índices de produtividade do sistema pastoril em regime extensivo e do uso de pastagens cultivadas ou naturais são muito inferiores aos de um sistema de confinamento. Tal situação é agravada pelas condições de milhões de hectares de pastagens degradadas (Gouvello, 2010; Santos, 2016; Imaflora, 2018).

Em 2020, o Brasil possuía o total de 154,7 milhões de hectares (Mha) de pastagens, mais de 52% dos quais com algum grau de degradação. Estimativas de qualidade de pastagem para 2020 mostram que 38% do total das pastagens brasileiras possui grau intermediário de degradação, e 14,3% apresenta grau severo (MapBiomas, 2021).

Os sistemas integrados, como o Lavoura-pecuária-floresta (ILPF), mostram-se eficazes para promover a mitigação das emissões desse setor, pois contribuem para a melhora da produtividade da pecuária. O sistema ILPF prevê que, num mesmo espaço, é possível dispor de pastagens para a alimentação do gado (inclusive com recuperação das pastagens degradadas), de lavouras (produção de soja e milho, entre outras culturas, que podem ser usadas também para a ração dos animais) e de floresta (para a produção de eucalipto, por exemplo). Outros benefícios desse modelo de integração estão relacionados à proteção contra pragas, à exploração de novos produtos agrícolas e à queda do risco da produção, além da estocagem de carbono e elevação da produtividade dessas atividades (Relatório..., 2016).

O melhoramento genético, tanto dos animais quanto das forragens, também constitui uma tecnologia passível de uso com potencial de reduzir as emissões de metano, conforme Gouvello (2010). Pela aquisição de sêmen bovino de alta qualidade ou de touros reprodutores de boa performance, é possível focar no manejo de animais mais produtivos que podem viabilizar a redução de emissões de GEE por animal ou por unidade de produção de alimento (quilo de carne ou litro de leite).

Uma alimentação mais bem administrada e o uso de suplementos alimentares também são apontados como medidas que podem impactar positivamente a elevação da produtividade da bovinocultura – menor tempo de engorda para

os bovinos de corte e maior produção de leite por animal de leite.

O abate de animais mais jovens, no caso da bovinocultura de corte, leva à redução do coeficiente de emissão por quilograma de carne produzida. Um animal cujo tempo de engorda para abate é mais curto emitirá menos GEE ao longo de sua vida por unidade de produto final. Contudo, a redução da idade de abate depende de vários fatores, destacadamente do tipo de criação, da qualidade da alimentação e da genética.

Outro instrumento com potencial para promover a mitigação das emissões por fermentação entérica é a vacina antimetano, ainda em fase de desenvolvimento. Ela funcionará controlando a atividade de bactérias metanogênicas de modo a reduzir a emissão de metano por animal (Caminhos..., 2009). No Brasil, já existem aditivos para bovinos que visam interferir no processo de fermentação entérica e de produção de dejetos para reduzir as emissões animais.

A viabilidade da adoção dessas medidas de mitigação anteriormente citadas deve ser analisada não apenas sob os aspectos econômicos, mas também sob os políticos. Estes últimos podem impulsionar ou restringir a adoção de ações mitigatórias na pecuária, setor de grande relevância na economia nacional.

O Brasil se destaca entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne bovina, além de figurar, igualmente, entre os maiores consumidores de carne e leite. Segundo o Censo de 2017, o Brasil possui mais de 2,5 milhões de estabelecimentos agropecuários com bovinos (IBGE, 2017). Segundo o IBGE (2022), em 2020 o rebanho brasileiro de bovinos era de mais 218 milhões de cabeças, e Mato Grosso era o estado com o maior número de animais (32,7 milhões), seguido por Goiás (23,6 milhões) e Pará (22,3 milhões).

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea, 2022), o Produto Interno Bruto (PIB) do Agronegócio Brasileiro em 2021 para o ramo da pecuária foi estimado em R$ 654.945 milhões em preços reais de março de 2022. O PIB da cadeia de bovinocultura de corte e leite doméstica para 2017 está estimado em R$ 263.955 milhões, a preços de 2017, representando cerca de 60% da pecuária nacional no agronegócio, que totalizou R$ 443 bilhões nesse mesmo ano. Esses números respondem por mais de 18% do PIB do agronegócio e por aproximadamente 4% do PIB nacional (Barros, 2016).

Mas esse contexto exige que se analise a viabilidade das alternativas técnicas disponíveis para a redução das emissões da bovinocultura no Brasil, discutindo os aspectos que podem tanto favorecer quanto dificultar sua adoção. Estudos que estimem os custos marginais de abatimento das emissões com a adoção dessas alternativas podem contribuir para evidenciar também as vantagens econômicas de cada uma ou de suas combinações, tema que foi discutido por Cruz (2020).

Estudos como o de Cruz (2020) evidenciam que há medidas de mitigação das emissões na pecuária bovina com custos marginais de abatimento negativos e com potencial de gerar ganhos de produtividade que superam os custos adicionais de implantação. Assim, acredita-se que os pecuaristas brasileiros dispõem de medidas de mitigação das emissões de GEE de baixo custo de adoção e que podem promover uma significativa redução das emissões do setor, e isso com o benefício de favorecer o cumprimento dos compromissos internacionais do Brasil com acordos ambientais, destacadamente com o Acordo de Paris.

A heterogeneidade da atividade pecuária no Brasil, a presença da pecuária em grande número de propriedades em todo o território nacional e as crescentes pressões políticas, principalmente internacionais, por uma atividade com padrões ambientalmente mais sustentáveis impõem a reflexão sobre como conduzir o processo de mudança para um sistema mais sustentável – inclusive a reflexão sobre a adoção de estratégias que evitem a expulsão de produtores desse sistema produtivo no futuro. Os estudos de caso conduzidos por Cruz (2020), comparando propriedades de produção de leite em três estados do País e com níveis tecnológicos distintos,

evidenciam que um imposto ambiental poderia inviabilizar a atividade pecuária leiteira em propriedades caracterizadas pelo baixo nível tecnológico e pela pequena produtividade por animal.

No contexto prévio à crise da pandemia de Covid-19, o projeto Partnership for Market Readiness (PMR) Brasil discutiu a eventual implantação de políticas para desestimular as emissões de GEE e para promover sua mitigação em três setores principais da economia brasileira: agropecuária, indústria e energia. Depois de uma etapa inicial de amplo diagnóstico, foram feitas simulações considerando-se: i) um cenário de referência para o atendimento às NDCs em 2025 e 2030 via implementação de políticas de comando e controle; e ii) um conjunto de seis cenários de atendimento às mesmas metas via adoção de um instrumento de precificação de carbono (La Rovere, 2020).

Para a pecuária, o projeto PMR-Brasil simulou um cenário com foco em precificar as emissões relativas à fermentação entérica da bovinocultura brasileira de corte. Os resultados mostraram que um imposto aplicado à pecuária de corte inibiria o investimento dos pecuaristas em recuperação de pastagens, elevando dessa forma as emissões relativas à degradação de pastagem no País (La Rovere, 2020).

A questão da precificação de carbono avança em vários países, com maior agilidade para os setores industrial, de energia e de combustíveis. No entanto, pouco a pouco essa discussão se estende ao setor agropecuário. Essa interface microeconômica entre a atividade agropecuária, já reconhecida como tecnologicamente heterogênea, e seus impactos ambientais, embora emergindo geralmente de forma conflituosa nos discursos e nas negociações, carece de estudos com visão mais aplicada.

Nesse contexto, é evidente a importância do debate de medidas de mitigação na bovinocultura, setor de relevância não só na magnitude de suas emissões, mas também em sua dimensão socioeconômica para o Brasil.

A necessidade de avanços na pesquisa abrange inúmeras frentes de estudos. Cabe dar foco em reflexões sobre estímulos para os produtores adotarem opções técnicas mais sustentáveis e sobre os meios de *enforcement* efetivos no setor. Essa afirmativa se fundamenta no fato de que amparar o planejamento e a implementação de políticas públicas com medidas de apoio técnico e financeira aos pecuaristas, na transição para sistemas de produção mais sustentáveis, deve acelerar o processo de sua absorção no setor e reduzir os conflitos.

Algumas das alternativas propostas para a mitigação de GEE na pecuária poderiam causar impactos estruturais nos setores, conforme demonstrou o diagnóstico do projeto PMR-Brasil (La Rovere, 2020), destacadamente inviabilizando pequenos agentes econômicos e mudança tecnológica. Dessa forma, o significativo impacto do setor pecuário sobre as questões climáticas requer que as medidas mitigadoras sejam adotadas de forma ampla e ágil, sem, no entanto, esquecer o papel fundamental dessa atividade para a economia brasileira e sua heterogeneidade no território nacional.

Diante desse contexto, o governo brasileiro concebeu nas últimas décadas políticas públicas voltadas à redução das emissões de GEE na agricultura e pecuária, com destaque para o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) (Brasil, 2012; Lima et al., 2020).

O objetivo principal do Plano ABC foi a redução das emissões de GEE na agropecuária e no uso da terra, que, como mencionado, são as principais fontes de emissão de GEE no Brasil. O Plano ABC conquistou avanços importantes na transição tecnológica para uma agropecuária de baixa emissão de carbono em 2010–2020 (Lima et al., 2020).

O plano era regido por metas voluntárias, muitas relacionadas como atividade de pecuária bovina, como recuperar 15 milhões de hectares de áreas de pastagens degradadas, implantar quatro milhões de hectares de sistemas integrados (lavoura-pecuária-floresta, entre outras com-

binações) e melhorar a gestão de dejetos animais para bioenergia em 4,4 milhões de metros cúbicos (Brasil, 2012).

Com o objetivo de estimular o cumprimento das metas do Plano ABC, foi criado o Programa ABC, uma linha especial de crédito para financiar a adoção de tecnologias/projetos sustentáveis, em que medidas de mitigação da pecuária bovina estavam previstas (recuperação de pastagens e sistemas integrados, por exemplo). Com o fim do Plano ABC em 2020, o governo federal lançou em 2021 o Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (ABC+) (2020–2030), com diferenças substanciais em comparação ao Plano ABC, metas de mitigação de GEE mais ambiciosas e que visam atingir uma área de 72,68 milhões de hectares até 2030 (Brasil, 2021).

Por fim, cabe ressaltar que as medidas de mitigação preconizadas para a bovinocultura reforçam a importância de desafios que, há décadas, o Brasil busca enfrentar, destacadamente com a implementação do Código Florestal, a recuperação de pastagens degradadas e a expansão da adoção de sistemas de produção integrados de pecuária, agricultura e floresta. A boa notícia é que o País já acumula *know-how* e experiências bem-sucedidas nessas frentes de trabalho.

Referências

ANÁLISE das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil: 1970 - 2020. [São Paulo]: SEEG, 2021. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2022.

AZEVEDO, T.R.; ANGELO, C. **Emissões de GEE no Brasil e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris**. 2018. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/08/Relatorios-SEEG-2018-Sintese-FINAL-v1.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2018.

BANCO MUNDIAL. **CO2 emissions (kt)**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT?name_desc=false&view=map>. Acesso em: 14 ago. 2022.

BARROS, G.S. de C. (Coord.). **PIB Cadeias do Agronegócio**. Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatorio PIBAGRO Cadeias_1_sem_2017_.pdf>. Acesso em: 2 set. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Brasília, 2021.

CAMINHOS para uma economia de baixa emissão de carbono no Brasil. São Paulo: McKinsey & Company, 2009.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. Piracicaba, 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 14 ago. 2022.

CRUZ, G.M. da. **Emissões de GEE na pecuária de leite brasileira**: custo marginal de abatimento para diferentes sistemas de produção e implicações políticas. 2020. 158p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOUVELLO, C. **Estudo de baixo carbono para o Brasil**. Washington: The World Bank, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 mar. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques>. Acesso em: 14 ago. 2022.

IMAFLORA. **Relatório SEEG 2018 - Emissões do Setor de Agropecuária**. 2018. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/06/relatorios-SEEG-2018-agro-final-v1.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TerraClass [2014]**. 2019. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 14 ago. 2022.

LA ROVERE, E.L. (Coord.). **Preparação de modelagem para estimar os impactos socioeconômicos da adoção de um instrumento de precificação de carbono como**

parte do pacote de implementação da NDC Brasileira – Componente 2a (Modelagem): produto 4: resultados finais. Rio de Janeiro: Centro Clima, 2020. Projeto PMR Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/pmr/componente-2/produto-4-resultados-e-analise.pdf/view>. Acesso em: 27 out. 2021.

LIMA, R.C.; HARFUCH, L.; PALAURO, G.R. **Plano ABC**: evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030. São Paulo: Agroicone, 2020. Disponível em: <www.inputbrasil.org>. Acesso em: 31 mar. 2022.

MAPBIOMAS. **A evolução das pastagem nos últimos 36 anos**: Destaques do mapeamento anual e qualidade de pastagens no Brasil entre 1985 a 2020. 2021. (MapBiomas Coleção 6). Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_PASTAGEM_13.10.2021_ok_ALTA.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2022.

MARGULIS, S. (Coord.). **Elaboração de estudos setoriais (energia elétrica, combustíveis, indústria e agropecuária) e proposição de opções de desenho de instrumentos de precificação de carbono**: produto 2: diagnóstico de agropecuária: relatório final. 2018. Projeto PMR Brasil. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/pmr-brasil/original/relatorio-para-consulta-p4-agropecuaria.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2018.

NAUCLÉR, T.; ENKVIST, P. **Pathways to a low-carbon economy**: version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve. 2nd ed. McKinsey & Company, 2009.

RELATÓRIO completo: intensificação da pecuária brasileira: seus impactos no desmatamento evitado, na produção de carne e na redução de emissões de gases de efeito estufa. São Paulo: FGV/EESP, 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/17724/Intensificação_da_Pecuária_Brasileira_Relatório_Completo.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2022.

SANTOS, K.A. dos. **Curvas de custos marginais de abatimento de gases de efeito estufa**: oportunidades de mitigação para pecuária de corte. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourado, 2016.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. **Total Emissions [for Brazil]**. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#>. Acesso em: 24 mar. 2022.

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 fundamento, 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**).

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 concluam a idéia 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





MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 017897