Revista de Política Agrícola

VENDA PROIBIDA

e-ISSN 2317-224X
ISSN impresso 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXXII – Nº 2
Abr./Maio/Jun. 2023

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



Investimento em pesquisa e a produtividade agropecuária: uma revisão da literatura recente

Pág. 106

Pós-titulação em assentamentos no Rio Grande do Sul

Pág. 57

Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do biogás na agricultura familiar do Brasil

Pág. 87

Ponto de Vista

Agronegócio brasileiro: 50 anos de sucesso

Pág. 138

Revista de
Política Agrícola

e-ISSN 2317-224X
ISSN impresso 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXXII – Nº 2
Abr./Maio/Jun. 2023
Brasília, DF

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

Sumário

Homenagem

Alysson Paolinelli: visionário da agricultura tropical 3
Eliseu Alves / Elisio Contini / Ivan Wedekin

Carta da Agricultura

Estratégia de comunicação na era "agribiocitizenship" 5
José Luiz Tejon Megido

Análise das relações técnicas e socioeconômicas na agroindústria do Nordeste 9
Nataniele dos Santos Alencar / Kilmer Coelho Campos / Jair Andrade de Araujo

Desafios à rastreabilidade de hortaliças no Brasil 22
Maria Thereza Macedo Pedroso / Paulo Freire Mello / Marcelo Perilo / Zenaide Rodrigues Ferreira

Barreiras não tarifárias fitossanitárias: abertura do mercado de gergelim 31
Murilo Otávio Lubambo de Melo

Contabilidade ambiental como aliada na descarbonização da cadeia da avicultura em Goiás 43
Valquíria Duarte Vieira Rodrigues / Alcido Elenor Wander

Pós-titulação em assentamentos no Rio Grande do Sul 57
Paulo Freire Mello

Modelagens atuariais para o seguro agrícola: revisão sistemática 69
Suelen Cristina Gasparetto / Beatriz Salandin Dal Pozzo / Vitor Augusto Ozaki

Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do biogás na agricultura familiar do Brasil 87
João Felippe Cury Marinho Mathias / Sofia Sthel Silva

Investimento em pesquisa e a produtividade agropecuária: uma revisão da literatura recente 106
Danielle Alencar Parente Torres

Modelo de distrito agroindustrial: repensando políticas públicas 123
Amilcar Baiardi / Maria Clotilde Meirelles Ribeiro

Ponto de Vista

Agronegócio brasileiro: 50 anos de sucesso 138
Décio Luiz Gazzoni

Conselho editorial
Eliseu Alves
Presidente de honra
Elisio Contini
Presidente executivo
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 e Pecuária
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 Dédé de C. L. Degaut Pontes
Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, diagramação e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Niks Ads e Lab_Photo (AdobeStock)

Acesse gratuitamente a Revista de Política Agrícola em

Ministério da Agricultura e Pecuária
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 e Pecuária
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
Superintendência de Comunicação (Sucom)
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 e Pecuária, 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 e Pecuária.

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 e Pecuária, Secretaria de Política Agrícola, 1992-
v. ; 27 cm.

Trimestral. Bimestral: 1992-1993.
Editor: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária, 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 e Pecuária. Secretaria de Política Agrícola. II. Embrapa. III. Companhia Nacional de Abastecimento.

CDD 338.18 (21 ed.)

Rejane Maria de Oliveira (CRB-1/2913)

Homenagem

Alysson Paolinelli
Visionário da agricultura tropical

Eliseu Alves[1]
Elisio Contini[2]
Ivan Wedekin[3]

A Revista de Política Agrícola (RPA) presta homenagem ao líder e visionário da agricultura tropical, Alysson Paolinelli, que nos deixou em finais de junho deste ano. Seu nome associa-se a inúmeros artigos, depoimentos, lives, programas de televisão e homenagens de entidades, políticos e profissionais da sociedade brasileira, em particular do agro. Assim, é uma tarefa difícil acrescentar realizações e atributos a essa nobre liderança da agricultura brasileira. O diferencial da RPA é testemunhar, em revista técnico-científica, de caráter mais duradouro, quem foi esse homem.



Foto: Coriolano Xavier

O sempre Ministro Paolinelli desempenhou papel destacado na identificação de problemas e propostas de desenvolvimento, particularmente na conquista heroica dos cerrados brasileiros, hoje uma agricultura altamente eficiente e sustentável. Seu trabalho foi documentado no livro *Alysson Paolinelli – o Visionário da Agricultura Tropical*, sintetizado em duas grandes realizações[4]. O primeiro destaque foi o apoio decisivo para a criação de bases científicas para o agro brasileiro e na gestão de organizações de ensino, pesquisa, projetos de desenvolvimento e transferência de tecnologia. O segundo compreendeu a elaboração de políticas públicas e programas para o desenvolvimento da agricultura, inicialmente em Minas Gerais, e, já como Ministro da Agricultura, principalmente no Centro-Oeste. Atuou ainda na liderança de entidades representativas do setor, com suas mensagens de otimismo no desenvolvimento sustentável do Brasil

É destaque também seu apoio decisivo para a formação de capital humano no País e em centros de excelência no mundo, com aprovação do governo federal para o treinamento de mais de 2 mil cientistas em ciências agrárias. Capital humano treinado foi decisivo para a identificação dos problemas e sua solução nos solos dos cerrados, o desenvolvimento de variedades adaptadas àquelas condições e as propostas de sistemas de produção sustentáveis. Além disso, inúmeros acordos de cooperação com instituições nacionais e internacionais contribuíram para acelerar a

[1] Ex-presidente da Embrapa, presidente de honra do Conselho Editorial da Revista de Política Agrícola. E-mail: eliseu.alves@gmail.com

[2] Ex-pesquisador da Embrapa, presidente executivo do Conselho Editorial da Revista de Política Agrícola. E-mail: casca.vanini@gmail.com

[3] Consultor em Agronegócios. E-mail: ivan@wedekin.com.br

[4] WEDEKIN, I. (Org.). **Alysson Paolinelli**: o visionário da agricultura tropical. São Paulo: Metalivros, 2021. Disponível em: <https://www.redepaolinelli.com.br/ebook-alysson-paolinelli-o-visionario-da-agricultura-tropical>. Acesso em: 17 jul. 2023.

implantação de uma agricultura eficiente nos cerrados.

A concepção e as estratégias de ocupação sustentável em suas três principais dimensões – econômica, social e ambiental –, com instrumentos da ciência e da política agrícola (crédito para custeio, investimento e comercialização, por exemplo), trouxeram enormes realizações para o desenvolvimento regional e para a economia do Brasil. Para ficar em três exemplos, em 1974 os cerrados eram responsáveis por apenas 8,4% da produção de soja no Brasil; em 2019, por 46%. Para o milho, os números são 21,1% e 49% e, para o algodão, 26,3% e 93%.[5]



Foto: Coriolano Xavier

Alysson Paolinelli foi um líder na concepção e nas estratégias para o desenvolvimento do agro, pilar básico da transformação de uma agricultura predominante de subsistência das décadas de 1960 e 1970 para um agro eficiente e sustentável, que permitiu abastecer o mercado interno e tornar o Brasil o maior exportador líquido de alimentos[6]. Ele contribuiu para a diminuição da fome e para a paz mundial. Sua obra continua porque o potencial do agro brasileiro está longe de se esgotar. Foi indicado duas vezes ao Prêmio Nobel da Paz, e em sua homenagem o Senado Federal criou o Prêmio Alysson Paolinelli. A RPA presta um tributo a esse homem público por suas valiosas contribuições à sociedade brasileira e mundial.

[5] WEDEKIN, I. (Org.). **Alysson Paolinelli**: o visionário da agricultura tropical. São Paulo: Metalivros, 2021. Disponível em: <https://www.redepaolinelli.com.br/ebook-alysson-paolinelli-o-visionario-da-agricultura-tropical>. Acesso em: 17 jul. 2023.

[6] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão de futuro do agro brasileiro**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>. Acesso em: 17 jul. 2023.

Carta da Agricultura

Estratégia de comunicação na era "agribiocitizenship"

José Luiz Tejon Megido[1]

Quatro poderosos marcos teóricos estão à disposição para alicerçar a visão disruptiva dos próximos 33 anos. No registro do primeiro deles, a obra *Complexo agroindustrial: o "agribusiness" brasileiro*[2], edição 1990, pela primeira vez tivemos a reunião explicitada por pensadores brasileiros a respeito da visão sistêmica do complexo agroindustrial originada na década de 1950, na Universidade Harvard, pelos professores John Davis e Ray Goldberg.

Ney Bittencourt de Araújo, à época presidente da Agroceres, inspirou a todos de forma pioneira. A partir daquele momento, Décio Zylberstayn, na FEA USP, criava o Pensa, Programa de Estudos dos Sistema Agroindustriais; em 1993, nascia a Associação Brasileira do Agronegócio (Abag). Assim, assumia-se no País a consciência da palavra "agro" como uma soma de todos os fatores do "antes, dentro e depois da porteira" das fazendas. Um conceito que nos levava do "gene ao meme (richard dawkins, the selfish gene)".

Numa jornada de tempo invadindo o século 21, registram-se os outros três marcos teóricos que nos possibilitam a inferência aos próximos 33 anos. A Embrapa, celebrando 50 anos, edita um livro síntese sobre o futuro da agricultura brasileira em dez visões[3], com introdução assinada por Eliseu Alves e Eustáquio Vieira Filho, que destacam: "Para manter a vanguarda produtiva na agricultura e na pecuária, é necessário, além de manter o arcabouço institucional construído, responder a três grandes problemas" (Alves et al., 2019, citado por Alves & Vieira Filho, 2023, p.11)[4].

O primeiro é o de baixar o custo da alimentação para o povo brasileiro. O segundo é o de abrir canais de exportação e escoar o excedente da produção. O terceiro é o de incluir uma multidão de agricultores, excluída da modernização, na dinâmica produtiva agropecuária. Então, o futuro da Embrapa é lidar com esses três problemas que trazem importantes desafios. Na obra, os editores técnicos sintetizam: "Todos esses aspectos caminhando paralelamente num ambiente em que cresce o entendimento de que não é possível seguirmos num modelo de economia linear e que, portanto, é premente evoluirmos para o padrão de economia circular" (Pena Júnior & Françozo, 2023, Prefácio)[5].

Na mesma linha da convergência dos fatores inexoráveis que, mesmo sutis e invisíveis, atraem-se e criam consistência, em 2018 o mesmo professor Ray Goldberg cria outro marco teórico exponencial que nos arremessa ao futuro com seu livro *Food citizenship: food system advocates in an era of distrust*[6]. Fui aluno de Ray Goldberg, em 1983, 40 anos atrás, e por intermédio do brasileiro mencionado nessa obra, Pedro de Camargo, revi o professor Ray, que enfatizava para mim: "Estamos numa era onde o sinônimo de agronegócio é saúde, vivemos um 'health system', saúde dos solos,

[1] Doutor em Educação, mestre em Arte, Cultura e Educação. E-mail: tejon@tejon.com.br

[2] ARAUJO, N.B. de; WEDEKIN, I.; PINAZZA, L.A. **Complexo agroindustrial**: o "agribusiness" brasileiro. São Paulo: AGROCERES, 1990. 238p.

[3] PENA JÚNIOR, M.A.G.; FRANÇOZO, M.A.S. (Ed.). **O futuro da agricultura brasileira**: 10 visões. Brasília: Embrapa, 2023. 114p.

[4] ALVES, E.; VIEIRA FILHO, J.E.R. Introdução: O que esperar da produção agropecuária no Brasil. In: PENA JUNIOR, M.A.G.; FRANÇOZO, M.A.S. (Ed.). **O futuro da agricultura brasileira**: 10 visões. Brasília: Embrapa, 2023. p.11-15.

[5] PENA JÚNIOR, M.A.G.; FRANÇOZO, M.A.S. (Ed.). **O futuro da agricultura brasileira**: 10 visões. Brasília: Embrapa, 2023. 114p.

[6] GOLDBERG, R.A. **Food citizenship**: food system advocates in an era of distrust. New York: Oxford University Press, 2018.

água, plantas, animais, produtores, consumidores e do planeta em cada microbioma" (informação verbal)[7].

E ao afirmar que entramos num futuro em que a construção de "cidadania" amplia consideravelmente o envoltório de somente "business", acendemos no horizonte um farol que nos aponta para uma nova "galáxia no universo do agro": um sistema agro, biocientífico e econômico, e com responsabilidades sociais de cidadania fortemente marcadas, ou seja, um post agribusiness: "agribiocitizenship". Um agro biocidadania, onde vale sempre registrar as palavras de Roberto Rodrigues: "Agro é paz, alimento, é cidade e campo uma coisa só e cooperação".

Ainda dentro dessas visões disruptivas de transformações e mudanças, entrevistando em 2022 o então presidente da Embrapa, Celso Moretti, perguntei a ele quais seriam os principais desafios para o novo agro do futuro. Ele respondeu: "Mudança climática, sustentabilidade, biorrevolução, digitalização, segurança alimentar e genética" (informação verbal)[8]. Num diálogo recente com Silvia Massruhá, nova presidente da Embrapa, da mesma forma ela enfatiza: "Vamos em prol do agro incluindo toda revolução bio" (informação verbal)[9]. Na mesma linha de atos concretos, Fabiana Villa Alves, diretora de cadeias produtivas e indicação geográfica do Mapa, aborda o "programa carbono + verde dentro desta revolução ", bioeconomia ao longo de todo o sistema agro, cada vez mais um agrobio.

Os três marcos teóricos acima nos encaminham então ao quarto, pois como o professor Goldberg[10] registra, "food system advocates in an era of distrust", mergulhamos numa luta pelas percepções humanas (*fight for perceptions*), em que estratégias, planejamento e negociações exigem competências e profissionalismo na governança das comunicações; precisamos de sabedoria em marketing. A obra *Marketing & agronegócio: a nova gestão: diálogo com a sociedade*[11], de nossa coautoria com Coriolano Xavier, já apresenta a urgência no aprofundamento dos conhecimentos da administração de marketing para conquistarmos mais valor da originação do agronegócio brasileiro no mundo.

Como o emérito professor Marcos Cobra, o maior autor de marketing brasileiro, nos ilustra: "marketing não é ciência nem arte, é uma forma de identificar necessidades e desejos que muitas vezes o próprio consumidor desconhece, envolvendo produtos e serviços que proporcionem muita alegria, felicidade e satisfação ao cliente".

Portanto, estamos agora, em 2023, às portas de uma poderosa disputa mediática, em que a guerra pelas percepções humanas é travada num ambiente de grande hostilidade, de desinformação, má informação e fake news, via mídia social, como Rodrigo Mesquita, fundador da Agência Estado, já preconizava desde a década de 1990, e contemporaneamente procura o aval de mídias off-line com marcas jornalísticas consagradas para arrebatamento de confiança em função da perda de credibilidade.

Esta "AgriWar" é carregada de "sentidos e propósitos de vida", desde bem intencionados utópicos até *bullying* de competidores de cadeias produtivas, umas contra as outras, de elos dentro das próprias cadeias produtivas, uns contra os outros, e interesses político-partidários a serviço de preferências eleitoreiras, em que os conceitos de "manipulação de massas" precisam ser esclarecidos, versus comunicação como "sinônimo de educação persuasiva ascensional evolutiva". O fato é que, como fica no registro de Ray Goldberg, estamos numa "era de desconfiança"[12]. Portanto, carecemos de uma estratégia e de táticas profissionais

[7] Informação de Ray Goldberg ao autor.

[8] Informação fornecida por Celso Moretti, então presidente da Embrapa (2022), em entrevista ao autor José Luiz Tejon Megido.

[9] Informação de Silvia Massruhá, presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao autor José Luiz Tejon Megido.

[10] GOLDBERG, R.A. **Food citizenship**: food system advocates in an era of distrust. New York: Oxford University Press, 2018.

[11] TEJON, J.L.; XAVIER, C. **Marketing & agronegócio**: a nova gestão: diálogo com a sociedade. São Paulo: Pearson Pretice Hall, 2009. 316p.

[12] GOLDBERG, R.A. **Food citizenship**: food system advocates in an era of distrust. New York: Oxford University Press, 2018.

de comunicação do sistema do agronegócio brasileiro com todas as sociedades consumidoras.

Temos um superávit de "realidades" acima das percepções. Quer dizer, temos um ótimo problema para resolver. Nossas realidades existem, são comprovadas cientificamente, e especialistas afirmam: "o Brasil tem a melhor agricultura regenerativa do mundo" e, dessa forma, temos a mais fácil de todas as equações para solucionar: um plano estratégico de comunicação dos feitos e fatos comprováveis do sistema agro brasileiro.

Mas jamais se atreva a comunicar sem antes saber o que os distintos "stakeholders" pensam de você, da sua empresa, ou seja, do agro brasileiro. Percepção precisa ser identificada. A partir de pesquisa metodológica para auscultar as percepções, partimos para a identificação dos emissores que não trazem ruído negativo nem ausência de empatia com os targets alvo, mas, pelo contrário, agregam valor natural pelo que representam. Daí, criamos mensagens que acessam os corações objetivando chegar às mentes, escolhemos meios, as mídias, com reputação e credibilidade, e orquestramos, do verbo "orquestrar", uma sinfonia dos distintos "instrumentos" (jamais cacofonia). A reunião dos agentes do complexo *agribiocitizenship*, com mecanismos de mensuração e feedback de cada alvo, segmento, stakeholder acessado. Procuramos salientar um "posicionamento" único no potencial mental do mercado existente envolvendo a diferença entre demanda atual e demanda futura estimulada. Quer dizer, transformar um complexo gigantesco como o agro brasileiro numa simples e grande síntese que comova e encante seres humanos de todas as nações.

Outros países têm articulado com muita inteligência sua comunicação: a Colômbia, com o café; Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Estados Unidos e Itália, com a gastronomia; Chile e Peru, num posicionamento de nicho no orgânico; Uruguai, com a carne; França, com seus "nobres terroir"; Irlanda, em ataques agressivos contra a concorrência; Holanda, num grande show de marketing em agribusiness; e até a Nova Caledônia, com o melhor camarão do mundo. Temos essa riqueza carismática instalada neste país tropical único, o único com nome de árvore? O que recebeu seres humanos de todas as nações e que hoje produz alimentos para todas as nações, onde não se acreditava ser isso possível alguns anos atrás?

É isso que vamos, a partir da pesquisa *Percepção do Agronegócio Brasileiro na Europa*, buscar identificar. Os resultados serão apresentados no 8º Congresso Nacional das Mulheres do Agronegócio, em São Paulo, nos dias 25 e 26 de outubro, no Transamérica Expocenter, com apoio da Abag. O estudo é patrocinado pela Serasa Experian Agro, realizado pelo instituto europeu OnStrategy e coordenado pelo Biomarketing. Por que a Europa? Por ser a segunda maior economia do mundo na reunião de todos os seus países e centro difusor de imagem e percepção planetária. E que esse seja apenas o primeiro de muitos estudos internacionais a serem realizados.

De antemão, visualiza-se que temos gigantescas oportunidades a partir do cinturão tropical do planeta Terra, como repetia o sábio Alysson Paolinelli: "A agricultura temperada já nos trouxe até aqui, doravante será a tropical" (informação verbal)[13]. Além das atitudes "hard" – pesquisa, empreendedorismo, cooperativismo, inovações, desenvolvimento de todas as cadeias produtivas, do A do abacate ao Z do zebu, incluindo desde o "gene até o meme" –, adicionam-se a consciência agrocidadã, o planejamento estratégico logístico, o tributário, o seguro, a irrigação, o armazenagem, a industrialização, a proteção aos agricultores na sua exposição ao risco e jurídico, sem jamais esquecer a economia circular onde o biogás do agro – desde as indústrias de insumos até os supermercados e restaurantes, passando pela agroindústria de transformação – estará ali gerando sustentabilidade, carbono neutro, impactos positivos na mudança climática e renda onde o "lixo vira luxo".

Enfim, toda essa riqueza da economia agro brasileira, circular, regenerativa, consciente, preci-

[13] Informação verbal de Alysson Paolinelli ao autor.

sa do lado "soft"; se ela não for comunicada, não será percebida; e sem percepção não ocorrerá valorização. E, pior, seremos vítimas da desinformação, e nossos melhores ativos não retornarão para a sociedade brasileira na velocidade com que os novos tempos exigem. E isso pode ocasionar um grande mal, quando uma síndrome de "vitimização" nos impediria de uma forte ousadia para dobrar o agro de tamanho nos próximos dez anos, com impactos vitais no PIB do País e na dignidade da vida da população.

Mas, sem inteligência e estratégia profissional de comunicação, 95 % do que fazemos de forma olímpica termina por perder o jogo para os 5% malfeitos, além do crime e do ilegal que não nos pertencem cujo "co brand" tenebroso precisa ser evitado e jamais associado a este novo agro dos próximos 33 anos, em que retaliações intempestivas jamais deveriam ocorrer. Bem-vindos à era da luta pelas percepções humanas, em que a comunicação está para administrar imagem e percepção assim como o oxigênio está para nossa saudável respiração. "Health system", vamos ao futuro: "agribiocitizenship", o pós-agronegócio.

O que não for percebido é como se não houvesse existido. Atuar competentemente na comunicação internacional será também a fórmula extraordinária para a autoconfiança e a autoestima de toda a nossa nação.

Análise das relações técnicas e socioeconômicas na agroindústria do Nordeste[1]

Nataniele dos Santos Alencar[2]
Kilmer Coelho Campos[3]
Jair Andrade de Araujo[4]

Resumo – A agroindústria nordestina, bem como outras atividades econômicas, apresenta heterogeneidades marcadas por alto ou baixo nível socioeconômico e de assistência técnica. O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre variáveis técnicas e socioeconômicas da agroindústria nordestina; os dados são do Censo Agropecuário de 2017 quanto a estabelecimentos agropecuários com agroindústria rural. O método utilizado foi o modelo de correlação canônica. Os resultados descritivos confirmaram um baixo nível de assistência técnica e socioeconômica. O método empírico permitiu verificar que o primeiro par canônico foi o responsável pela maior correlação entre suas variáveis. O perfil socioeconômico foi mais influenciado pelas variáveis dependentes – proprietário, receita da agroindústria e outras receitas do estabelecimento –, pelo conjunto de variáveis na primeira função canônica. O perfil técnico foi mais influenciado pelas seguintes variáveis: suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais; e orientação técnica do Sistema S de empresas integradoras, de empresas privadas de planejamento e do próprio produtor.

Palavras-chave: análise de correlação canônica, estabelecimentos agropecuários, perfil socioeconômico, perfil técnico.

Analysis of technical and socioeconomic relationships in the agro-industry of Northeast Brazil

Abstract – Northeastern agro-industry, as other economic activities, shows marked heterogeneities, either by high or low socioeconomic and technical assistance levels. The present study aimed to analyze the relationships between technical and socioeconomic variables for the northeastern agroindustry. The data are from the 2017 Brazilian agricultural census for agricultural establishments with rural agroindustry. The method used was the canonical correlation model. The descriptive results confirmed a low level of technical and socioeconomic assistance. The empirical method allowed to verify that the first canonical pair was responsible for the highest correlation between its variables. The socioeconomic profile was the most influenced by the dependent variables – owner, agribusiness revenue, and other income of the establishment –, since they were the most explained ones by the set of variables, in

[1] Original recebido em 6/7/2022 e aprovado em 15/12/2022.

[2] Doutoranda em Economia Rural. E-mail: nataniele-santos@hotmail.com

[3] Doutor em Economia Aplicada, professor associado III do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: kilmer@ufc.br

[4] Doutor em Economia, professor adjunto IV do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: jairandrade@ufc.br

the first canonical function. The technical profile was more influenced by the following variables: food supplementation with agro-industrial by-products; and technical guidance from the S system from integrator companies, from private planning companies, as well as from the producer himself.

Keywords: analysis of canonical correlation, agricultural establishments, socioeconomic profile, technical profile.

Introdução

O setor rural é responsável por grande parte das atividades econômicas do Nordeste. Nele, estão as agroindústrias que têm apresentado expansão e maiores integrações com as cadeias produtivas rurais (Andrade et al., 2016a; Nogueira, 2018).

Apesar da escassez de dados atualizados da agroindústria, estudos têm evidenciado sua importância para o Nordeste, com destaques para sua capacidade exportadora, a geração de empregos e a contribuição para a redução do êxodo rural. Mesmo com alguns programas de incentivo à implantação, à modernização e à ampliação de empreendimentos agroindustriais na região, o nível de investimentos e de sobrevivência dessas empresas ainda é considerado baixo (Nogueira, 2018).

Sua presença em áreas marcadas historicamente pelo êxodo rural pode diminuir a migração rural/urbana, pelo aumento da demanda por mão de obra, por exemplo (Teixeira & Morato, 2004). No Nordeste, é forte a migração para outras regiões do País, potencializada pelas limitações causadas pelas condições climáticas (Campos et al., 1994; Barbieri et al., 2010; Hastenrath, 2012; Neves, 2012; Travassos et al., 2013; Farias et al., 2020; Leite & Amorim, 2020), pelas desigualdades socioeconômicas (Favareto et al., 2011; Carvalho, 2014; Asakura et al., 2016; Marengo et al., 2017; Lemos, 2020; Nunes & Silva, 2020), pela degradação da terra e pelo alto índice de pobreza das áreas rurais. Como a agricultura de sequeiro é predominante na região, os impactos da seca são ainda mais severos (Marengo et al., 2021).

Porém, os produtores que recebem orientação técnica estão mais propensos a sair de crises, pelo desenvolvimento de inovações e de novas técnicas (Paez, 2001; Tidd et al., 2008; Sluszz et al., 2009). A assistência técnica é um dos instrumentos de apoio e fonte de informação para o produtor.

Evidências empíricas com os dados do Censo Agropecuário de 2017 mostram que é mínima a proporção de estabelecimentos produtivos brasileiros que recebem algum tipo de orientação técnica. No caso das regiões Norte e Nordeste, o acesso é mais precário e impacta negativamente a viabilidade, prejudicando, assim, a produção, sobretudo a dos pequenos estabelecimentos (Pereira & Castro, 2021).

Evidências como essas motivam estudos sobre a agroindústria nordestina, cuja heterogeneidade é marcada, por exemplo, pelo alto ou baixo nível socioeconômico e de assistência técnica. O objetivo deste estudo é analisar a relação entre variáveis técnicas e socioeconômicas da agroindústria nordestina, para identificar fatores que possam contribuir com políticas públicas capazes de promover o desenvolvimento rural da região.

Os dados aqui utilizados são do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2022), por estabelecimento agropecuário com agroindústria rural do Nordeste. Tal objetivo exige um método que responda à existência de mais de uma variável dependente, e esta pesquisa adotou o modelo de correlação canônica. Segundo Fávero & Belfiore (2017), esse método permite identificar qual variável dependente é mais fortemente explicada pelo conjunto de variáveis preditoras do banco de dados e seus níveis de significância.

Revisão de literatura

As atividades econômicas que estão vinculadas à agroindústria são do agronegócio e da agropecuária, desde as atividades que antecedem essa produção e que são fundamentais para ela – a transformação industrial cuja matéria-prima

provém da atividade agropecuária – até a própria distribuição dos alimentos (Ellias, 2011). Costa et al. (2013) evidenciaram que o efeito dos incentivos na demanda pelos produtos agroindustriais brasileiros influencia mais o crescimento do País e o emprego do que o aumento de demanda por bens industriais.

Favro & Alves (2021b) analisaram o crescimento da agroindústria brasileira de 2006 a 2016. Destacaram que o crescimento da agropecuária no Norte, Nordeste e Centro-Oeste foi fundamental para a consolidação da agroindústria nessas regiões. O crescimento da agroindústria é influenciado por aspectos locacionais de cada região, os quais podem contribuir com o desenvolvimento agroindustrial competitivo, gerando emprego e renda, além de cooperar com o crescimento da demanda por produtos agropecuários.

A agroindústria é responsável por grande parte dos produtos que compõem a cesta básica e ocupa grande parte da mão de obra rural. Os segmentos das agroindústrias de transformação de matérias-primas da agricultura, da silvicultura, da cobertura vegetal nativa e da pecuária foram os que mais contribuíram para o desenvolvimento econômico do semiárido do Nordeste (Andrade et al., 2016b).

Por causa da dependência em relação à produção agropecuária, a agroindústria é sensível às estratégias de localização, ou seja, os fatores locacionais podem contribuir para a concentração espacial das atividades econômicas. De 2006 a 2016, as variáveis que mais influenciaram o crescimento do número de estabelecimentos da agroindústria foram a agropecuária, a área e o percentual de funcionários com ensino fundamental (Favro & Alves, 2020).

As agroindústrias nordestinas concentram-se nas capitais e regiões metropolitanas. Os estabelecimentos agroindustriais são importantes geradores de empregos e dinamizadores no interior nordestino, principalmente na região mais a oeste, o Matopiba, formado por áreas do cerrado do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia (Alves & Justo, 2021).

A agroindústria fornece subprodutos para a suplementação e contribuem com a melhoria do desempenho produtivo, com a suplementação energético-proteica de bovinos, por exemplo, que pode diminuir o tempo de criação para o abate, por causa do aumento da velocidade de crescimento (Souza, 2002).

A conscientização ecológica, no século 20, valorizou a geração dos resíduos e subprodutos da agroindústria no sentido de contribuir para o equilíbrio da produção de bens e serviços, para o crescimento econômico, para a igualdade social e para a sustentabilidade ambiental. Entre os resíduos produzidos pelas agroindústrias nordestinas, estão cascas, películas e bagaços das frutas tropicais obtidos com o despolpamento, a torta de mamona, a casca de coco e a torta de babaçu. A bioconversão desses resíduos agrícolas é de grande importância, pois eles representam recursos possíveis e utilizáveis para a síntese de outros produtos úteis (Pinto et al., 2005).

O uso desses subprodutos, além de ser uma opção econômica na redução do impacto ambiental, possibilita a produção de alimentos de qualidade por causa das suas características nutricionais. Portanto, sua aplicação tem viabilidade econômica e contribui para a segurança alimentar e ambiental (Meneghetti & Domingues, 2008; Rosa et al., 2011).

É importante destacar a relevância das cooperativas nesse contexto, sobretudo quanto à participação no processo produtivo, com a transferência de tecnologias, comprando e escoando as safras, transformando os excedentes produtivos das áreas rurais e gerando emprego e renda. As cooperativas podem garantir a dinâmica econômica das regiões, além de controlar a cadeia produtiva, já que seu papel no desenvolvimento econômico está relacionado ao fortalecimento do capital social e do associativismo. Asim, para o fortalecimento das comunidades rurais e maior diversificação dos complexos agroindustriais, são necessárias parcerias entre governos, universidades, cooperativas e representantes dos produtores rurais (Lima & Alves, 2011).

Estudos recentes, como Nogueira (2018), ressaltam que para fortalecer esse segmento é necessário fornecer insumos e matérias-primas regularizados e de qualidade; estabelecer, disseminar e fiscalizar os controles de qualidade, de normas e padrões sanitários e agroindustriais; qualificar a mão de obra, profissionalizando os administradores, gerentes e produtores; ofertar assistência técnica para os estabelecimentos produtores; regulamentar a concorrência empresarial, com a certificação da comercialização dos produtos para a obtenção de preços justos para todos; e conscientizar e educar os consumidores quanto à qualidade e certificação dos produtos agroindustriais. Isso acarretaria a elevação do nível de renda da população e traria melhores condições socioeconômicas.

Para reduzir as condições de pobreza, aumentar a produtividade e elevar os níveis de emprego e renda nas áreas rurais e urbanas, faz-se necessário o desenvolvimento das regiões especializadas em agroindústrias, pois grande é o número de atores envolvidos nesse processo produtivo, além de fornecedores de insumos, agricultores, cooperativas, transportadores, comerciantes, processadores, exportadores, agentes de extensão agrícola, varejistas, órgãos reguladores, instituições governamentais e universidades, entre outros agentes (Favro & Alves, 2021a).

Metodologia

Base de dados

A Tabela 1 mostra as variáveis utilizadas para a análise das relações entre os aspectos socioeconômicos e técnicos dos produtores da agroindústria nordestina. O método de análise é o de correlações canônicas, com os dados po-

Tabela 1. Descrição das variáveis por tipo de estabelecimento.

Variável independente X (técnica)	
Número de estabelecimentos que	Receberam orientação técnica do governo federal, estadual ou municipal
	Receberam orientação técnica do próprio produtor
	Receberam orientação técnica de cooperativas
	Receberam orientação técnica de empresas integradoras
	Receberam orientação técnica de empresas privadas de planejamento
	Receberam orientação técnica de organização não governamental (ONG)
	Receberam orientação técnica do Sistema S
	Não receberam orientação técnica
Associação do produtor à cooperativa e/ou à entidade de classe	1 = associado; 0 = caso contrário
Uso de suplementação alimentar	1 = Subprodutos agroindustriais; 0 = caso contrário
Uso de instalação de beneficiamento	1 = do próprio estabelecimento agropecuário; 0 = caso contrário
Variável dependente Y (socioeconômica)	
Condição do produtor em relação às terras	1 = proprietário; 0 = caso contrário
Escolaridade do produtor	1 = superior (graduação); 0 = caso contrário
Receitas da produção do estabelecimento com produtos da agroindústria	
Outras receitas do estabelecimento	

Fonte: elaborado com base nos dados de IBGE (2022).

pulacionais do Censo Agropecuário de 2017, por estabelecimento agropecuário com agroindústria rural no Nordeste (IBGE, 2022).

Método empírico

A análise de correlações canônicas surgiu com o trabalho de Hotelling (1935, 1992) e permite descrever relações entre dois conjuntos de variáveis. Segundo StataCorp (2019), para dois conjuntos de variáveis, ($X = x_1, x_2, ..., x_K$ e $Y = y_1, y_2, ..., y_L$) é possível encontrar combinações lineares de X e Y em que a correlação entre essas combinações pode ser as mais altas possíveis. Enquanto a correlação de Pearson permite medir a correlação entre a variável X e a variável Y de um único conjunto de dados, a análise de correlação canônica possibilita verificar a correlação entre variáveis que estão em diferentes conjuntos de dados (Chetty, 2018). Esse método se diferencia de outras técnicas, pois seu objetivo é maximizar a correlação, e não a variância obtida, além de permitir encontrar a maior correlação entre as combinação lineares (Iweka & Magnus-Arewa, 2018).

Com base em características comuns, os dados são divididos em dois grupos (X e Y). Suas combinações são conhecidas como variáveis canônicas, geralmente descritas por U_1 e V_1, e o par das variáveis canônicas são as funções canônicas ou raiz canônica. As próximas funções canônicas U_m e V_m não são correlacionadas com U_1 e V_1. U corresponde às combinações lineares do conjunto de variáveis X, e V corresponde ao de variáveis Y. (Iweka & Magnus-Arewa, 2018).

Para U_1 e V_1, as combinações lineares são

$$U_1 = \beta_{11} x_1 + \beta_{12} x_2 + ... + \beta_{1K} x_K$$

e

$$V_1 = \gamma_{11} y_1 + \gamma_{12} y_2 + ... + \gamma_{1L} y_L$$

que permitem encontrar a correlação máxima entre U_1 e V_1 como funções dos βs e dos γs. Do mesmo modo,

$$U_2 = \beta_{21} x_1 + \beta_{22} x_2 + ... + \beta_{2K} x_K$$

e

$$V_2 = \gamma_{21} y_1 + \gamma_{22} y_2 + ... + \gamma_{2L} y_L$$

Tal correlação é maximizada quando sujeita às restrições de que U_1 e U_2, juntamente com V_1 e V_2, sejam ortogonais e que U_1 e V_2, com U_2 e V_1, também sejam ortogonais. Para m correlações, as definições são semelhantes. A matriz de correlação das variáveis é dividida em quatro partes. R_{yy} e R_{xx} são, respectivamente, a matriz de correlação do primeiro e do segundo conjuntos de variáveis com elas mesmas, e R_{yx} e R_{xy} representam as correlações cruzadas:

$$\begin{pmatrix} R_{yy} & R_{yx} \\ R_{xy} & R_{xx} \end{pmatrix}$$

Segundo Rencher (1998) e Rencher & Christensen (2012), as correlações canônicas quadradas são $\tilde{V} = R_{yy}^{-1} R_{yx} R_{xx}^{-1} R_{xy}$ ou $\tilde{W} = R_{xx}^{-1} R_{xy} R_{yy}^{-1} R_{yx}$. Esses autovetores são os coeficientes padronizados para determinar as variáveis canônicas na forma padronizada.

O método cria diferentes pares canônicos para identificar aqueles que são significativos. Os testes de significância das correlações canônicas são necessários, pois nem todos os pares são estatisticamente significativos. E cada par tem um nível de correlação menor que o anterior. Os três principais testes estatísticos multivariados que avaliam, por meio da estatística F que permite discutir a significância estatística das correlações canônicas, são o Wilks' lambda, o Pillai's trace e o Lawley-Hotelling trace, para os quais a hipótese nula é a afirmação de que as correlações canônicas são estatisticamente iguais a zero a um determinado nível de significância (Fávero & Belfiore, 2017).

A estatística do teste de Wilk's lambda (Wilks, 1932) é dada por

$$\Lambda_1 = \prod_{i=1}^{m} (1 - r_i^2)$$

Trata-se da estatística de razão de verossimilhança que é distribuída com a distribuição de Wilks. Rejeita-se a hipótese nula para valores pequenos de Λ_1.

A estatística do teste Pillai's trace (Pillai, 1955) é calculada para testar a significância de duas dimensões canônicas simultaneamente:

$$V^{(m)}=\sum_{i=1}^{m} r_i^2$$

O teste de Lawley-Hotelling trace é similar ao de Pillai's trace, e sua estatística é calculada por meio da seguinte expressão (Lawley, 1938; Hotelling, 1951):

$$U^{(m)}=\sum_{i=1}^{m} \frac{r_i^2}{1-r_i^2}$$

Esse método possibilita a apresentação dos coeficientes brutos das correlações canônicas na forma de matriz, e os testes de significância de todas essas correlações possibilitam a obtenção dos coeficientes padronizados e brutos.

Com base na medida de redundância total, que corresponde ao valor do R^2 médio que seria obtido por meio da estimação de modelos de regressão múltipla, é possível afirmar quanto as variáveis independentes influenciam a variância das variáveis dependentes e quanto da variância decorre de cada variável canônica.

Resultados e discussão

Caracterização técnica e socioeconômica da agroindústria nordestina

A Tabela 2 mostra as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no estudo. Quanto às características técnicas da agroindústria nordestina, 1.109 estabelecimentos receberam orien-

Tabela 2. Estatísticas descritivas das variáveis técnicas e socioeconômicas.

Variável	Média	DP	Mínimo	Máximo	CV
			Técnica		
Dados dos estabelecimentos que receberam orientações técnicas cuja origem foi:					
Governo	1.109	4.612,241	6	63.278	4,1593
Próprio produtor	551	2400,133	0	31.662	4,3589
Cooperativas	131	595,3226	0	8.283	4,5547
Empresas integradoras	41	154,0136	0	2.067	3,7619
Emp. privadas de planejamento	23	81,41648	0	1.065	3,5612
ONG	58	279,5599	0	3.914	4,7926
Sistema S	31	99,7756	0	1.225	3,2584
Não recebeu	16.691	74.780,54	115	1.092.025	4,4802
Produtores associados	0,1664	0,3727	0	1	2,2399
Usam subprodutos agroindustriais	0,1379	0,34504	0	1	2,5026
Tem instalação de beneficiamento própria	0,0111	0,1048	0	1	9,449
			Socioeconômica		
Proprietário	0,1442	0,3516	0	1	2,4379
Nível superior	0,0666	0,2495	0	1	3,7478
Receita com Produtos da agroindústria	367.536	756.284	21.933	2.205.753	2,0577
Outras receitas do estabelecimento	186.871	398.424,8	10.763	1.156.349	2,1321

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

tações técnicas do governo e 30 receberam do Sistema S[5]. O total de estabelecimentos que não recebem orientações técnicas, 16.691, é maior do que a soma dos que receberam algum tipo de orientação.

Fica evidente, então, a deficiência da assistência técnica no Brasil, principalmente no Nordeste, problema que vem sendo destacado na literatura, como em Diniz & Clemente (2021).

O Nordeste se destaca também como a região com os menores números de associados a cooperativas e de beneficiados pelo cooperativismo (Santos, 2021). Apenas 17% dos produtores são associados a cooperativas ou a entidades de classe.

Quanto à suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais, apenas 14% dos estabelecimentos nordestinos a utilizaram. O uso desses subprodutos, além da vantagem do valor econômico reduzido, aumenta a competitividade por meio não só de benefícios tecnológicos, mas também ambientais de contexto sustentável.

Para finalizar a caracterização das variáveis técnicas, a infraestrutura de beneficiamento da produção pode ser considerada um indicador de como se organizam os estabelecimentos. Evidencia-se que apenas 1% dos estabelecimentos têm instalação de beneficiamento própria. Tratando-se do coeficiente de variação que mede a dispersão relativa, essa variável foi a de dispersão mais elevada.

Na agroindústria nordestina, dos 14% referentes a produtores proprietários da terra ou estabelecimentos produtivos, apenas 7% têm nível superior. Já a receita média com produtos da agroindústria foi de R$ 367.536,5, enquanto a média das outras receitas dos estabelecimentos foi de R$ 186.871,30.

Relação entre degradação ambiental e desenvolvimento rural

Análise empírica das raízes e correlações canônicas

Por meio da estatística F do teste estatístico multivariado Wilks' Lambda, é possível verificar a significância estatística de todas as correlações canônicas. Esse teste, conhecido também como teste de Bartlett (Tabela 3), é o mais comum na literatura sobre abordagem de correlação canônica. Das quatro variáveis canônicas identificadas no estudo, apenas uma não foi significante – as outras foram ao nível de 1%. Essa avaliação conjunta das correlações canônicas significantes a 1% permite afirmar a rejeição da hipótese nula, ou seja, há uma relação linear entre os perfis técnicos e socioeconômico – a relação pode ser descrita pelas três primeiras correlações canônicas.

Tabela 3. Teste de Bartlett.

Variável canônica	Estatística	Valor correspondente da aproximação F	Valor p
1 de 4	0,03099	79,3127	0,0000
2 de 4	0,75998	5,919	0,0000
3 de 4	0,9448	1,9782	0,0086
4 de 4	0,9973	0,2072	0,9896

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

Considerando as três dimensões significativas, a Tabela 4 mostra os coeficientes canônicos padronizados por meio dos quais é possível analisar a influência das variáveis originais padronizadas na formação de cada variável canônica.

Os maiores valores dos coeficientes (em módulo) estão destacados em negrito. Quanto à interpretação desses coeficientes, na sua primeira dimensão, a variável do perfil técnico que se destaca foi *estabelecimentos que receberam orientações técnicas do governo*. Já os estabelecimentos

[5] Conjunto de nove instituições: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar); Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac); Serviço Social do Comércio (Sesc); Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (Sescoop); Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai); Serviço Nacional da Indústria (Sesi); Serviço Social do Transporte (Sest); Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (Senat); e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) (IBGE, 2017).

Tabela 4. Coeficientes padronizados das variáveis canônicas e suas significâncias.

Variável canônica	**U_1**	**U_2**	**U_3**
Governo	**-3,4944***	-0,2355	-3,5598
Próprio produtor	-0,8197*	-9,2542*	2,6244
Cooperativas	1,4842*	-4,827**	**19,6846***
Empresas integradoras	2,1434*	4,1593*	8,2931*
Empresas privadas de planejamento	-0,5802*	**11,4992***	-7,8903*
ONG	-2,3242*	5,4368*	-8,4323*
Sistema S	3,1057*	-3,87*	-2,6176
Não recebeu	1,0687*	-2,847*	-8,3023*
Associado	0,0047	0,0213	-0,0032
Subprodutos agroindustriais	-0,0005	-0,5414**	-0,5464
Instalação de beneficiamento própria	0,0066	-0,0052	0,0729
Variável canônica	**V_1**	**V_2**	**V_3**
Proprietário	**0,8576***	-38,2327*	-9,1367
Nível superior	0,0018	0,0327	0,0687
Receita da agroindústria	0,0558	-5,6643*	**20,8288***
Outras receitas	0,0867	**43,9002***	-11,6693

Notas: *p < 0,01; **p < 0,05.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

que receberam orientações técnicas de empresas privadas de planejamento e os estabelecimentos que receberam orientações técnicas de cooperativas tiveram maiores influências na formação das variáveis canônicas U_2 e U_3, respectivamente.

Na dimensão do perfil socioeconômico, as variáveis canônicas V_1, V_2 e V_3 tiveram maior contribuição por parte dos produtores que são proprietários da terra ou estabelecimentos produtivos, das outras receitas dos estabelecimentos e das receitas com produtos da agroindústria, respectivamente.

A interpretação desses coeficientes é semelhante à dos coeficientes de regressões múltiplas (Fávero & Belfiore, 2017). Para a variável proprietário, por exemplo, o aumento de 1% na proporção dos proprietários da terra ou estabelecimentos produtivos gera o aumento de 0,8576 na primeira variável canônica do conjunto V, quando todas as outras variáveis são mantidas constantes. A mesma interpretação pode ser feita para os outros coeficientes estatisticamente significantes.

Cargas canônicas e cargas canônicas cruzadas dos perfis técnico e socioeconômico

A Tabela 5 mostra os resultados das cargas canônicas, as quais possibilitam observar a correlação linear simples entre a variável original de cada grupo de dados e a variável estatística canônica do seu conjunto. Quanto maior é o seu valor, maior é sua importância para derivar a variável estatística canônica (Hair Jr. et al., 2005). A análise de seus valores é feita em modulo, de acordo com Fávero & Belfiore (2017).

As variáveis referentes aos estabelecimentos que receberam orientações técnicas de empresas privadas de planejamento, do Sistema S e que utilizam a suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais exibiram as maiores correlações com a variável canônica U_1 (aspectos do perfil técnico). Os sinais positivos podem indicar melhorias no perfil técnico à medida que cresce o número de estabelecimentos com agroindústria que usam esses aspectos. Já para U_2, apesar dos

Tabela 5. Cargas canônicas.

Variável	Perfil técnico		
	U_1	U_2	U_3
Governo	0,4539	0,0284	**-0,0909**
Próprio produtor	0,5354	0,0053	-0,0192
Cooperativas	0,4560	0,0189	-0,0648
Empresas integradoras	0,5746	**0,0512**	-0,0357
Empresas privadas de planejamento	**0,5780**	**0,0726**	-0,0557
ONG	0,4314	0,0285	**-0,0677**
Sistema S	**0,6621**	**0,0314**	-0,0669
Não recebeu	0,3732	-0,0220	**-0,1333**
Associado	-0,0018	0,00001	0,0001
Subprodutos agroindustriais	**0,9145**	-0,0056	-0,0125
Instalação de beneficiamento própria	-0,0005	-0,0021	-0,0085
Variável	**Perfil socioeconômico**		
	V_1	V_2	V_3
Proprietário	**1,0000**	-0,0029	-0,0036
Nível superior	0,0008	**0,0327**	**0,0688**
Receita da agroindústria	**0,9988**	**0,0107**	**0,0479**
Outras receitas	**0,9998**	**0,0216**	0,0030

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

valores menores, a diferença da primeira é que a variável com um dos maiores valores é a que representa os estabelecimentos que receberam orientações técnicas de empresas integradoras. Em U_3, as variáveis ligadas à assistência técnica (governo, ONG e os estabelecimentos que não receberam) se destacaram, apesar da correlação negativa. Contudo, o principal é a maior magnitude em módulo das cargas canônicas.

Para V_1, as maiores correlações estão ligadas aos produtores que são proprietários da terra ou estabelecimentos produtivos e que possuem receitas com produtos da agroindústria ou de outros produtos ou atividades econômicas. Logo, o aumento dessas características melhora o perfil socioeconômico dos estabelecimentos com agroindústria, pois elas têm sinal positivo. Para V_2, apesar dos menores valores, o caso diferencia-se do primeiro também porque, no lugar de proprietários, uma das maiores correlações é a proporção de produtores com nível superior. Em V_3, as maiores correlações foram em relação à proporção de produtores com nível superior e às receitas obtidas com produtos da agroindústria.

Portanto, das variáveis analisadas, essas são as mais determinantes para definir os perfis técnico e socioeconômico dos estabelecimentos agropecuários com agroindústria. Além de o primeiro par canônico ter apresentado as maiores correlações canônicas, vale destacar que o resultado das cargas canônicas apresenta a formação da variável canônica de modo mais estável.

Pela Tabela 6, pode-se analisar as cargas canônicas cruzadas das dimensões significantes que mostram a correlação entre as variáveis originais e a variável canônica referente ao grupo oposto. O comportamento das cargas canônicas cruzadas é semelhante ao das cargas canônicas em si, em ambos os grupos – apenas algumas variáveis exibiram valores inferiores ou superiores (Tabela 5).

Tabela 6. Cargas canônicas cruzadas.

Variável	Perfil técnico		
	U_1	U_2	U_3
Governo	0,4445	0,0125	-0,0209
Próprio produtor	0,5243	0,0023	-0,0044
Cooperativas	0,4466	0,0084	-0,0149
Empresas integradoras	0,5627	**0,0227**	-0,0082
Empresas privadas de planejamento	**0,5661**	**0,0321**	-0,0128
ONG	0,4225	0,0126	-0,0155
Sistema S	**0,6485**	**0,0139**	-0,0154
Não recebeu	0,3655	-0,0097	-0,0306
Associado	-0,0017	0,00001	0,00001
Subprodutos agroindustriais	**0,8957**	-0,0025	-0,0029
Instalação de beneficiamento própria	-0,0005	-0,0009	-0,0019
Variável	**Perfil socioeconômico**		
	V_1	V_2	V_3
Proprietário	**0,9794**	-0,0013	-0,0008
Nível superior	0,0008	**0,0145**	0,0158
Receita da agroindústria	**0,9782**	**0,0047**	0,0110
Outras receitas	**0,9792**	**0,0095**	0,0007

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

Logo, a primeira variável canônica de características do perfil socioeconômico tende a crescer à medida que as características do perfil técnico aumentam, principalmente com o aumento do número de estabelecimentos que receberam orientações técnicas de empresas privadas de planejamento e do Sistema S e que usavam a suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais. Já na segunda variável, a correlação positiva ocorre pelo aumento do número de estabelecimentos que receberam orientações técnicas de empresas integradoras, de empresas privadas de planejamento e do Sistema S.

Pode-se afirmar, portanto, que quanto melhor forem as características do perfil técnico, melhores serão as condições socioeconômicas dos estabelecimentos agropecuários com agroindústrias rurais no Nordeste.

A Tabela 7 mostra a medida de redundância para as três correlações canônicas significativas. Mostra também a média da variância e o R^2, que são as raízes canônicas ou correlações canônicas ao quadrado, e a medida de redundância total.

Tabela 7. Correlações entre as variáveis canônicas e os R^2 canônicos.

Par canônico	Média da variância	R^2	Medida de redundância
1	0,7493	0,9592	0,7187
2	0,0004	0,1956	0,0001
3	0,0025	0,0527	0,0001
		Total	**0,7189**

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2022).

A correlação canônica mais significante é a primeira, com redundância total de 0,7189, ou seja, as variáveis do perfil técnico influenciam 71,89% da variância das variáveis do perfil socioeconômico. Logo, as variáveis que caracterizam o perfil socioeconômico estão ligadas à melhoria das condições técnicas dos estabelecimentos agropecuários com agroindústrias.

Considerações finais

Reconhecendo as heterogeneidades entre estabelecimentos, produtores e produções agroindustriais nordestinas, observou-se que a maioria dos estabelecimentos não receberam orientação técnica. Dos que receberam, a maior parte contou com a orientação do governo. Constatou-se também a baixa proporção de produtores associados a cooperativas ou a entidades de classe, que usaram suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais e que possuíam instalação de beneficiamento no próprio estabelecimento.

Quanto às características socioeconômicas das variáveis analisadas, apenas 14% dos produtores são proprietários da terra ou de estabelecimento produtivo, e só 7% tinham nível superior. Os resultados descritivos confirmaram um baixo nível de assistência técnica e socioeconômico. O método empírico permitiu identificar que o primeiro par canônico foi o responsável pela maior correlação entre as variáveis canônicas, na primeira correlação canônica, em que 72% da variância das variáveis dependentes são geradas pelas variáveis independentes.

As variáveis dependentes mais fortemente explicadas pelo conjunto de variáveis preditoras foram proprietário, receita da agroindústria e outras receitas do estabelecimento, na primeira função canônica, além de serem elas as que mais influenciaram o perfil socioeconômico. Já no perfil técnico, com base nos coeficientes canônicos, foram as variáveis suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais, orientação técnica do Sistema S, de empresas integradoras, de empresas privadas de planejamento e do próprio produtor.

O perfil socioeconômico dos estabelecimentos agropecuários com agroindústria no Nordeste é influenciado pelas características do perfil técnico desses estabelecimentos. Portanto, na perspectiva para o desenvolvimento rural nordestino, recomenda-se que as ações governamentais considerem as características técnicas para melhorar as condições socioeconômicas, ou seja, que as políticas públicas para a promoção do desenvolvimento rural considerem as ações que melhorem as condições socioeconômicas por meio da melhoria das técnicas para produção, da conscientização dos produtores e da oferta de assistência técnica. Dessa forma, o fornecimento de orientação técnica pode suprir a carência de informação e tecnologia adequadas, principalmente para os estabelecimentos mais vulneráveis socioeconomicamente.

A melhoria das variáveis observadas pode ser alcançada por meio de políticas públicas voltadas tanto para o aumento da oferta de orientações técnicas quanto para o incentivo à associação dos produtores a cooperativas e entidades de classe. Com isso, os produtores podem ser beneficiados na obtenção de incentivos coletivos; na conscientização do uso da suplementação alimentar com subprodutos agroindustriais; na legalização do título de posse de terra; e no incentivo à formação de nível superior, já que a obtenção de conhecimento e qualificação melhoram as condições técnicas e socioeconômicas.

Referências

ALVES, D.F.; JUSTO, W.R. Transbordamentos espaciais das agroindústrias no Nordeste do Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.19, p.1-27, 2021. DOI: https://doi.org/10.25070/rea.v19i2.10964.

ANDRADE, S.O. de; OLIVEIRA, A.M.B.M. de; COELHO, L.F. de O.; BRITO, C.S. de; VALÉRIO, R.A.; FERREIRA, D. de M.; LIMA, Y.S. e. Impactos socioambientais gerados pelas agroindústrias familiares rurais no semiárido nordestino brasileiro. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.10, p.7-16, 2016a.

ANDRADE, S.O. de; OLIVEIRA, A.M.B.M. de; FERREIRA, D. de M.; SILVA, F.A. da; COELHO, L.F. de O. Impacto ambiental de uma agroindústria de abate de aves no município de Pombal, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, p.163-173, 2016b.

ASAKURA, P.N.; SANTIN, V.F.; THEODORO, M.A. Apontamentos sobre o movimento migratório brasileiro. **Revista Paradigma**, v.25, p.231-244, 2016.

BARBIERI, A.F.; DOMINGUES, E.; QUEIROZ, B.L.; RUIZ, R.M.; RIGOTTI, J.I.; CARVALHO, J.A.M.; RESENDE, M.F. Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025–2050. **Population and Environment**, v.31, p.344-370, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s11111-010-0105-1.

CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T.M.C.; LIMA, H.C. Secas no nordeste brasileiro diante de um cenário de mudanças climáticas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2., 1994, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: ABRH, 1994. 7p.

CARVALHO, C.P.O. O novo padrão de crescimento no Nordeste semiárido. **Revista Econômica do Nordeste**, v.45, p.160-184, 2014.

CHETTY, P. Performing Canonical Correlation Analysis (CCA). **Project Guru**, 2018. Disponível em: <https://www.projectguru.in/performing-canonical-correlation-analysis-cca>. Acesso em: 19 maio 2023.

COSTA, C.C. da; GUILHOTO, J.J.M.; IMORI, D. Importância dos setores agroindustriais na geração de renda e emprego para a economia brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.51, p.797-814, 2013.

DINIZ, R.F.; CLEMENTE, E.C. A natureza classista, sexista, racista e regionalista do acesso ao serviço de orientação técnica no Brasil: uma análise espaço-temporal dos dados dos censos agropecuários 2006 e 2017. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v.7, p.111-138, 2021. DOI: https://doi.org/10.36882/2525-4812.2021v7i17.p111-138.

ELIAS, D. Agronegócio e novas regionalizações no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v.13, p.153-167, 2011. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.2011v13n2p153.

FARIAS, L.M.; MARQUESAN, F.F.S.; FIGUEIREDO, M.D. de. Migração e políticas públicas de convivência com o semiárido brasileiro. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v.14, p.55-73, 2020. DOI: https://doi.org/10.12712/rpca.v14i4.44240.

FAVARETO, A.; ABRAMOVAY, R.; D´OLIVEIRA, M.; DINIZ, J. **Desenvolvimento territorial em uma região do Semiárido do Nordeste brasileiro – para além das transferências de renda**. Santiago: Remisp, 2011. (Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Documento de trabajo, 99).

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FAVRO, J.; ALVES, A.F. Determinantes da localização da agroindústria: uma análise para as microrregiões brasileiras. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v.14, p.203-235, 2020. DOI: https://doi.org/10.54766/rberu.v14i2.587.

FAVRO, J.; ALVES, A.F. Economias de aglomeração e o emprego na agroindústria: um modelo de painel de dados espacial para as microrregiões do Brasil, 2006-2016. **Revista Econômica do Nordeste**, v.52, p.145-170, 2021a.

FAVRO, J.; ALVES, A.F. Efeitos locais dos determinantes do crescimento da agroindústria no Brasil. **Estudios Económicos**, v.38, p.223-257, 2021b. DOI: https://doi.org/10.52292/j.estudecon.2021.1880.

HAIR JR., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climatic Change**, v.112, p.243-251, 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/s10584-011-0227-1.

HOTELLING, H. A generalized T test and measure of multivariate dispersion. In: BERKELEY SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY, 2., 1951, Berkeley. **Proceedings**. Berkeley: University of California Press, 1951. p.23-41. Editor Jerzy Neyman.

HOTELLING, H. Relations between two sets of variates. In: KOTZ, S.; JOHNSON, N.L. (Ed.). **Breakthroughs in statistics**: methodology and distribution. New York: Springer, 1992. v.2, p.162-190.

HOTELLING, H. The most predictable criterion. **Journal of Educational Psychology**, v.26, p.139-142, 1935. DOI: https://doi.org/10.1037/h0058165.

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: 22 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual do recenseador**. Rio de Janeiro, 2017.

IWEKA, F.; MAGNUS-AREWA, A. Canonical correlation analysis, a sine quanon for multivariant analysis in educational research. **International Journal of Humanities Social Sciences and Education**, v.5, p.116-126, 2018. DOI: https://doi.org/10.20431/2349-0381.0507013.

LAWLEY, D.N. A generalization of Fisher's z test. **Biometrika**, v.30, p.180-187, 1938. DOI: https://doi.org/10.1093/biomet/30.1-2.180.

LEITE, M.J. dos S.; AMORIM, F.C.L. de. Convivência com a seca e políticas públicas no Nordeste brasileiro. **História Unicamp**, v.7, p.197-213, 2020. DOI: https://doi.org/10.25247/hu.2020.v7n13.p197-213.

LEMOS, J. de J.S. Vulnerabilidades induzidas no semiárido brasileiro. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v.10, p.245-268, 2020.

LIMA, J.F. de; ALVES, L.R. **Cooperativismo e desenvolvimento rural no Paraná do agronegócio**. Curitiba: BRDE, 2011. VI Prêmio BRDE de Desenvolvimento.

MARENGO, J.A.; GALDOS, M.V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A.P.; MARIN, F.R.; VIANNA, M. dos S.; ALVALA, R.C.S.; ALVES, L.M.; MORAES, O.L.; BENDER, F. Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Climate Resilience and Sustainability**, v.1, e17, 2021. DOI: https://doi.org/10.1002/cli2.17.

MARENGO, J.A.; TORRES, R.R.; ALVES, L.M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, p.1189-1200, 2017. DOI: http://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8.

MENEGHETTI, C. de C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na

alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, p.512-536, 2008.

NEVES, F.C. O Nordeste e a historiografia brasileira. **Ponta de Lança: Revista Eletrônica de História, Memória & Cultura**, v.6, p.6-24, 2012.

NOGUEIRA, T. de F.C. de O. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais**. 2018. 45p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal.

NUNES, M.G.P.; SILVA, C.N.M. da. Nordeste brasileiro: um olhar sobre o semiárido e a convivência com a seca. **GEOtemas**, v.10, p.148-160, 2020.

PAEZ, M.L.D.A. Modelo de análise e gestão de sistemas de inovação do agronegócio: novos horizontes ou caos? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.18, p.37-67, 2001.

PEREIRA, C.N.; CASTRO, C.N. de. **Assistência técnica na agricultura brasileira**: uma análise sobre a origem da orientação técnica por meio do Censo Agropecuário de 2017. Rio de Janeiro: Ipea, 2021. 51p. (IPEA. Texto para discussão, 2704).

PILLAI, K.C.S. Some new test criteria in multivariate analysis. **The Annals of Mathematical Statistics**, v.26, p.117-121, 1955. DOI: https://doi.org/10.1214/aoms/1177728599.

PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S. de; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B. **Fermentação em estado sólido**: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 102).

RENCHER, A.C. **Multivariate Statistical Inference and Applications**. New York: Wiley, 1998.

RENCHER, A.C.; CHRISTENSEN, W.F. **Methods of Multivariate Analysis**. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2012. DOI: https://doi.org/10.1002/9781118391686.

ROSA, M.F.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, M.C.B.; MORAIS, J.P.S.; SANTAELLA, S.T.; LEITÃO, R.C. Valorização de resíduos da agroindústria. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p.98-105.

SANTOS, S.R. de B. **Diagnóstico do cooperativismo agropecuário no Brasil**. 2021. 35p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, Araras.

SLUSZZ, T.; PADILHA, A.C.M.; MATTOS, P. de. Inovações em organizações do agronegócio: análise em uma organização produtora de chá orgânico. **Revista de Administração**, v.8, p.97-114, 2009.

SOUZA, A.A. de. **Uso de subprodutos agroindustriais para suplementação de novilhos em terminação durante o período de secas**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

STATACORP. **Stata Statistical Software**: Release 16. College Station, 2019.

TEIXEIRA, R.M.; MORATO, L.A.N. Agroindústrias e o desenvolvimento sustentável: o foco na gestão ambiental. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EnANPAD, 2004.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TRAVASSOS, I.S.; SOUZA, B.I.; SILVA, A.B. da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. **Revista OKARA: Geografia em Debate**, v.7, p.147-164, 2013.

WILKS, S.S. Certain generalizations in the analysis of variance. **Biometrika**, v.24, p.471-494, 1932. DOI: https://doi.org/10.2307/2331979.

Desafios à rastreabilidade de hortaliças no Brasil[1]

Maria Thereza Macedo Pedroso[2]
Paulo Freire Mello[3]
Marcelo Perilo[4]
Zenaide Rodrigues Ferreira[5]

Resumo – O objetivo deste artigo foi levantar os principais desafios enfrentados pelos horticultores para a adesão a normas de rastreabilidade orientadas ao monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos. Como procedimento metodológico para a pesquisa exploratória, foram realizadas entrevistas a partir de dados de uma amostragem "bola de neve", posteriormente validadas em reuniões on-line com atores-chave do setor. Como principais resultados, observa-se que os desafios para a adesão às normas de rastreabilidade são maiores para os produtores de pequeno porte econômico, em razão da baixa capacidade gerencial, menor escolaridade e rara assistência técnica, além da falta de agrotóxicos registrados para algumas culturas. Entre atacadistas e intermediários, da mesma forma, os de menor porte econômico aderem menos às normas. Em todas as situações, a fiscalização é insuficiente. Portanto, é preciso delinear uma política de fortalecimento dos pequenos produtores e dos canais de comercialização mais fragilizados, além de fortalecer a fiscalização e resolver a questão de registro de agrotóxicos para hortaliças *minor crops*.

Palavras-chave: agrotóxicos, cadeias produtivas de hortaliças, segurança alimentar.

Challenges for the traceability of vegetables in Brazil

Abstract – The purpose of this article was to present the main challenges faced by horticulturists to adhere to traceability for the monitoring and control of pesticide residues. As methodological procedures for the exploratory research, interviews and online meetings were held based on a snowball sampling, which were later validated in meeting with the sector key actors. As main results, we observed that the challenges are greater for small farmers, due to the low managerial capacity, low education, and rare technical assistance, in addition to the lack of registered pesticides for some crops. Similarly, among wholesalers and intermediaries, those of the smallest economic power adhere less to the norms. In all situations, supervision is insufficient. Therefore, is necessary to outline a policy to strengthen small producers and the most fragile marketing channels, in addition to strengthening inspection and resolving the issue of pesticide registration for minor crop vegetables.

Keywords: pesticides, economic vegetable chains, food safety.

[1] Original recebido em 26/10/2022 e aprovado em 10/5/2023.

[2] Embrapa Hortaliças. E-mail: maria.pedroso@embrapa.br

[3] Incra. E-mail: pfreiremello@yahoo.com.br

[4] Unicamp. E-mail: marceloperilo1@gmail.com

[5] UnB. E-mail: zenaide.r.ferreira@gmail.com

Introdução

São inúmeras e significativas as mudanças em termos sociais, econômicos e tecnológicos que emergiram nas regiões rurais brasileiras nas últimas décadas. São situações e tendências que contribuem para uma fase inédita na história rural do País, e, entre elas, está uma crescente integração aos mercados mundiais, na esteira da globalização, um fato de imensas consequências para nosso setor agropecuário. Além disso, o sistema agroalimentar nacional vem se tornando diversificado e, cada vez mais, sensível aos sinais de mercado (Navarro, 2020).

Com o avanço do ideário de responsabilidade ambiental e de cuidados com a saúde, os consumidores, gradualmente, passaram a exercer papel na transformação da agricultura e na inovação tecnológica e organizacional, influenciando as cadeias produtivas de alimentos e colaborando com o surgimento de novas instituições formais (Zylbersztajn, 2014). Dessa forma, ampliou-se a preocupação com a segurança de alimentos, o que tem refletido na promoção de uma série de avanços na legislação brasileira com vistas às boas práticas produtivas e aos padrão de qualidade, incluindo a especificidade dos orgânicos (Arbos et al., 2010; Cunha et al., 2012).

Uma das estratégias para oferecer maior segurança aos consumidores é a implantação de sistemas de rastreabilidade ao longo das cadeias produtivas de alimentos. Tornar um produto rastreável é poder identificar onde, como e quando ele foi produzido e onde e quando passou por transformações ao longo de sua cadeia até que fique disponível para o consumidor final. Esse processo favorece a segurança ao consumidor, pois, caso sejam identificados problemas no produto, torna-se possível rastrear sua cadeia de produção para sua correção. A rastreabilidade pode também ser considerada uma ferramenta que permite o recolhimento de produtos identificados como inseguros e verificar a fonte do problema. Ao mesmo tempo, ela pode ser encarada como uma ferramenta para detectar certas fraudes (Hu et al., 2013; Dong et al., 2020; François et al., 2020); inclusive, tem crescido rapidamente o uso de tecnologias sofisticadas para esse fim, como *blockchains* (Yang et al., 2021), sistema de classificação por câmeras (Kondo, 2010) e internet das coisas (Tagarakis et al., 2021).

Por consequência, a adoção do sistema de rastreabilidade intensifica a credibilidade na cadeia produtiva, e isso pode elevar a proporção de consumidores dispostos a pagar mais pelo produto rastreado, já que ele é mais seguro do que o não rastreado. Sua adoção, portanto, melhora a reputação, em termos de segurança alimentar, da cadeia produtiva como um todo, colabora para a organização das relações comerciais da cadeia produtiva (Liao et al., 2020; Sunstein 2021) e amplia sua resiliência, ou seja, a capacidade operacional para responder a crises (recall, por exemplo) e a disrupções para retornar ao funcionamento normal ou até melhor (Razak et al., 2021; Roy, 2021).

Apesar das vantagens, a implementação de sistemas de rastreabilidade de alimentos é considerada complexa e de difícil consecução. Para cada contexto, há diversos fatores que afetam sua adoção por completo. É muito comum ocorrerem desafios relacionados com o gerenciamento das informações. Há desde casos nos quais as informações são opacas ou confusas até situações de ausência completa de informações desde a produção do alimento. Muitos desses problemas têm relação com o baixo nível educacional do agricultor. Estudo realizado na Índia mostrou que um dos fatores que dificultam a implementação de sistemas de rastreabilidade é a baixíssima taxa de alfabetização da população rural (Dandage et al., 2017). As dificuldades de implementação da rastreabilidade foram registradas também na China (Li et al., 2021) e na Espanha (Rábade & Alfaro, 2006). O fato é que, a depender das condições sociais e econômicas do país ou da região, o governo tem de oferecer desde intensa educação sobre boas práticas agrícolas até programas de conscientização sobre a importância do sistema de rastreabilidade (Liao et al., 2011; Singh & Mishra, 2013).

É nesse contexto que está em vigor a Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 02, de

7 fevereiro de 2018[6], do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2018). Seu objetivo é definir os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo das cadeias produtivas de vegetais frescos destinados à alimentação humana, para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos em todo o território nacional. Para tanto, ela obriga os registros das informações que assegurem a rastreabilidade das principais frutas e hortaliças comercializadas no Brasil.

A INC nº 02 define a cadeia produtiva de produtos vegetais frescos como o fluxo da origem até o consumo desses produtos, abrangendo as seguintes etapas: produção primária, armazenagem, consolidação de lotes, embalagem, transporte, distribuição, fornecimento, comercialização, exportação e importação (Anvisa, 2018). Portanto, a norma se aplica aos entes da cadeia de produtos vegetais frescos nacionais e importados quando destinados ao consumo humano.

Cada ente deve manter, no mínimo, registros de algumas informações obrigatórias que, na prática, são a nota fiscal e as informações sobre a produção, o processamento e as demais intervenções realizadas ao longo da cadeia: nome do produto vegetal, nome da variedade ou cultivar, quantidade recebida (ou expedida), identificação do lote do produto vegetal e data do recebimento (ou da expedição) do produto vegetal. Além disso, é preciso manter as informações do fornecedor (ou do comprador), como nome ou razão social, CPF ou CNPJ e endereço ou coordenada geográfica.

Não há um modelo padrão de rótulo para os produtos. A identificação pode ser feita com etiquetas, código de barras, código QR, ou qualquer sistema que permita identificar o produto e sua origem. Os registros devem ser efetuados e mantidos de forma a garantir a identificação do ente imediatamente anterior e posterior na cadeia produtiva.

O produtor primário e/ou as unidades de consolidação, além de serem obrigados a manter as informações citadas acima, devem manter também os registros dos agrotóxicos utilizados no processo de produção e de tratamento fitossanitário dos vegetais frescos, inclusive com a data, no "caderno de campo". É preciso manter também a recomendação técnica ou o receituário agronômico emitido por profissional competente e a identificação do lote ou do lote consolidado correspondente.

Os produtos podem ser fiscalizados nos centros de distribuição, lojas varejistas, empresas atacadistas, importadores, estabelecimentos beneficiadores ou manipuladores, *packing houses*, armazenadores e nos consolidadores de produtos. Os responsáveis pela fiscalização são os serviços de vigilância sanitária e o Ministério da Agricultura.

Estudos recentes sobre as cadeias produtivas de hortaliças no Brasil têm apontado que parte dos horticultores consideram a adequação às exigências da INC nº 02 um desafio (Pedroso, 2020; Pedroso et al., 2021). Essa questão, inclusive, foi objeto de debate nas reuniões da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças[7], coordenada pelo Mapa. Uma pesquisa recente da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) colheu a opinião de 1.474 produtores de 22 estados e revelou que só 41,9% deles admitiam saber o que é rastreabilidade e que apenas 13% afirmaram que realizavam as ações obrigatórias da rastreabilidade. Destes últimos, 68% entenderam não ter dificuldades para cumpri-las. (CNA, 2022).

Diante desse cenário, surgem algumas questões: por que alguns horticultores não conseguem se adequar à INC nº 02? Quais são as dificuldades para se adequarem? Quais são as hipóteses que justificam tais dificuldades? Todos os horticultores têm as mesmas dificuldades ou elas variam conforme suas características econômicas e tecnológicas e gerenciais? É possível estabelecer

[6] A rastreabilidade se tornou obrigatória na União Europeia em 2005 (Francois et al., 2020). Na China, a lei é de 2009 (Hu et al., 2013).

[7] Para mais informações, ver: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/camaras-setoriais-1/hortalicas>.

alguma correlação entre as dificuldades e tais características? (Pedroso et al., 2021).

Nesse sentido, esta pesquisa, qualitativa prospectiva, busca identificar e analisar os principais desafios relacionados com o cumprimento das exigências da INC nº 02 pelos horticultores brasileiros. O estudo pretende contribuir para o aperfeiçoamento das ações governamentais e dos agentes privados das cadeias produtivas de hortaliças. Inclusive, seus principais resultados foram apresentados em reunião da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças[8].

Procedimentos metodológicos

Realizar a análise para um grande conjunto de produtores de hortaliças demandaria muito esforço em termos de tempo e aporte financeiro. Por isso, a pesquisa se concentrou em seis hortaliças, divididas em três grupos: folha, fruto e raiz. As hortaliças escolhidas foram alface, coentro, mandioquinha-salsa (batata-baroa), morango, pimentão e tomate[9]. Em seguida, com base nos dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2022), foi feita a identificação dos principais polos de produção e de produtores.

A dicotomia familiar e não familiar não foi adotada neste trabalho, pois a expressão "agricultura familiar" definida em lei pode levar à crença de uma homogeneidade que, na prática, inexiste (Navarro & Pedroso, 2011). Assim, o uso da expressão "estabelecimento agropecuário de pequeno porte econômico" identifica aquele que apresenta pequeno volume de produção e, consequentemente, baixa renda, o que, tendencialmente, significa baixo aporte tecnológico e menor capacidade de gestão. Já o "estabelecimento agropecuário de grande porte econômico" seria aquele de grande volume de produção, alta renda, maiores aportes tecnológicos e maior capacidade de gestão.

Foi estabelecido que os polos de produção são as Unidades da Federação com maior concentração produtiva, enquanto os polos de produtores são aquelas com maior concentração de estabelecimentos agropecuários produtores. Os polos de produção das seis hortaliças concentram-se em São Paulo e Minas Gerais, enquanto os polos de produtores estão localizados na Bahia, em Minas Gerais e em Santa Catarina (Tabela 1).

Com base nesses polos, foram identificadas pessoas que atuam diretamente com as hortaliças selecionadas e que fizeram parte da lista inicial de possíveis entrevistados. Ao todo, foram feitas 52 entrevistas com representantes de horticultores e de empresas de comercialização de hortaliças (em especial empresas atacadistas), funcionários e empregados públicos federais e estaduais que trabalham com hortaliças, extensionistas rurais e profissionais que prestam assistência técnica aos horticultores. O roteiro de entrevista era compos-

Tabela 1. Polos de produção e de produtores das hortaliças selecionadas.

Hortaliça	Polo de produção	Polo de produtores
Alface	São Paulo	Minas Gerais e Bahia
Batata-baroa	Minas Gerais	Santa Catarina
Coentro	São Paulo	Bahia
Morango	Minas Gerais	Minas Gerais
Pimentão	São Paulo	Bahia e Minas Gerais
Tomate estaqueado	São Paulo	Minas Gerais e Santa Catarina

Fonte: elaborado com dados do IBGE (2022).

[8] Ver: <https://canaldohorticultor.com.br/rastreabilidade-em-pauta>.

[9] Foram utilizados os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2022) de tomate estaqueado, pois sua produção no Brasil é tradicionalmente voltada para o consumo in natura. O tomate rasteiro, em nosso país, é normalmente cultivado para abastecer as indústrias de atomatados.

to de perguntas abertas, ou seja, de livre resposta dos entrevistados, com o objetivo principal de compreender os principais desafios relacionados com o cumprimento das exigências da INC nº 02.

Os entrevistados foram contatados com base na técnica de amostragem "bola de neve", que consiste na identificação de alguns informantes-chave que conhecem o tema em sua totalidade ou em parte e que estejam dispostos a colaborar. No fim das entrevistas, cada participante indica novos informantes, até que se alcance um ponto de saturação das respostas (Vinuto, 2014). Em seguida, fez-se a análise de conteúdo (Bardin, 1977). As entrevistas ocorreram de fevereiro a junho de 2021, por pesquisadores associados ao estudo, por telefone – por causa da pandemia de Covid-19 – e gravadas, com o consentimento explícito dos entrevistados. As entrevistas com o atacadistas, apenas elas, foram presenciais e ocorreram em três ceasas: a da Ceagesp, a de Belo Horizonte e a de Uberlândia.

Por fim, os resultados das entrevistas foram validados em cinco reuniões on-line com profissionais que atuam direta ou indiretamente com hortaliças em diferentes órgãos: 1) técnicos da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA); 2) assessores da Comissão da Agricultura Familiar da Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA); 3) técnicos do Serviço Nacional de Aprendizagem (Senar); 4) funcionários da Divisão da Inspeção de Produtos de Origem Vegetal (Dipov) do Ministério da Agricultura; e 5) pesquisadores e analistas da Embrapa Hortaliças. O objetivo de tais reuniões foi colocar em questão os pontos críticos para a rastreabilidade no Brasil. Esses profissionais foram escolhidos com base em três critérios: os órgãos nos quais trabalhavam; seus cargos e funções nos órgãos; e suas publicações técnicas e/ou científicas sobre temas relativos à rastreabilidade. Nessas reuniões, os autores da pesquisa apresentaram os principais desafios e suas respectivas hipóteses, identificados na etapa anterior das entrevistas, para os participantes discutirem e conjuntamente validarem. Adotou-se a abordagem metodológica "objetivação participante" (Bierschenk & Olivier De Sardan, 2021).

Discussão dos resultados

Das vantagens relatadas sobre a implementação da rastreabilidade no Brasil, a mais evidente diz respeito à segurança que ela pode oferecer ao consumidor. Isso também se estende, naturalmente, a todos os agentes econômicos das cadeias produtivas de hortaliças. Outra vantagem é a percepção de que o sistema de rastreabilidade oferece maior conhecimento sobre a cadeia produtiva como um todo, criando a possibilidade de identificação de origem de outros contaminantes nas hortaliças, como os biológicos. Esse maior conhecimento pode facilitar a realização de estudos para a elaboração de políticas públicas para o setor ou para o aprimoramento das atividades e estratégias dos diferentes agentes econômicos das cadeias produtivas.

A necessidade da rastreabilidade é uma premissa para a qualificação das cadeias produtivas de hortaliças, e não há como negligenciar sua importância quanto ao tema da segurança de alimentos. Além disso, há fatores externos ao Brasil que mostram a rastreabilidade não apenas como um processo que será mantido, mas também intensificado. No entanto, a adoção das normas de rastreabilidade de hortaliças no País ainda é parcial.

Antes da promulgação da INC nº 02, alguns estabelecimentos agropecuários de grande porte econômico já eram fornecedores de redes varejistas de alimentos (especialmente as internacionais) que possuem sistemas próprios de rastreabilidade. Inclusive, muitos estabelecem contratos formais de fornecimento direto. No geral, são capazes de fornecer hortaliças de melhor qualidade, em termos visuais, mais homogêneas e em grande volume. Por isso, tudo indica que a adequação à INC nº 02 não será um desafio muito complicado para esses estabelecimentos.

Enquanto isso, conforme constatado em diversas entrevistas, os estabelecimentos agro-

pecuários que produzem hortaliças de qualidade inferior em termos de aparência, menos homogêneas e em menor volume não têm a mesma oportunidade de acessar esse tipo de canal de comercialização. Assim, acabam vendendo seus produtos para agentes econômicos menos exigentes e que raramente possuem sistemas de rastreabilidade. Por isso, levanta-se a hipótese de que estabelecimentos agropecuários de pequeno porte econômico terão maiores dificuldades de se adequar às regras da INC nº 02.

De forma geral, é possível dizer que há dois grandes tipos de empresa de atacado de hortaliças. O das empresas maiores em termos de volume de produtos transacionados e econômicos e com maior capacidade de gestão. Algumas delas participam de sistemas de rastreabilidade por exigência das empresas de varejo que compram seus produtos. Já foi constatada, em nível mundial, a importância das pressões dos agentes econômicos mais bem posicionados nas cadeias para a operacionalização da rastreabilidade, não só indústrias e empresas varejistas, mas também investidores (Liao et al., 2020). São empresas que aderem mais facilmente às regras da INC nº 02, mas são a minoria. O outro tipo, predominante, é o de pequenas empresas de atacado, mais simples em termos econômicos e de gestão. São as empresas que, no geral, compram em maior proporção as hortaliças dos estabelecimentos agropecuários de menor porte econômico, ou de seus intermediários, para vendê-las a empresas de varejo que não possuem sistemas de rastreabilidade e têm mais dificuldades para aderir às normas, como se depreende das entrevistas nas ceasas. Ou seja, da mesma forma que os horticultores se diferenciam em termos econômicos, tecnológicos e de gestão, assim acontece com as empresas atacadistas (e também com as empresas varejistas de alimentos).

Os representantes de horticultores tenderam a enfatizar que produtores de hortaliças responsáveis por estabelecimentos agropecuários de pequeno porte econômico, com grande frequência, "não têm informações, ou não entendem as regras da INC nº 02 ou, até mesmo, a desconhecem". Acreditam que isso tem relação com a falta de uma ação robusta de assistência técnica e extensão rural. Já os funcionários do governo afirmaram ter convicção de que todos os horticultores estão cientes das normas de rastreabilidade, independentemente do porte econômico de seus estabelecimentos agropecuários. Mas também veem a ausência de uma forte assistência técnica e extensão rural como um empecilho no processo de conscientização da importância da INC nº 02. É interessante notar que, embora em grupos distintos (representantes de agricultores e do governo), ambos apontam a falta ou a debilidade da assistência técnica e extensão rural como hipótese para a não adesão às regras da INC nº 02 por parte dos horticultores menos capitalizados.

Outra questão é que os horticultores responsáveis por estabelecimentos agropecuários de menor porte econômico têm, no geral, baixa escolaridade e baixa capacidade gerencial. Por isso, não têm o hábito de registrar o agrotóxico utilizado, tampouco a frequência de aplicação ou a concentração nos "cadernos de campo". Muitas vezes, sequer fazem o controle do custo de produção. Quando fazem, eles se ocupam com muitas atividades agrícolas e comerciais e, por isso, provavelmente, falta tempo para incluir a nova rotina que é etiquetar os lotes dos produtos. Além disso, eles têm dificuldades de acesso às novas ferramentas ou dispositivos eletrônicos e de impressão de etiquetas. Então, fazem cálculos. Entre gastar tempo para incluir novas atividades e correr riscos de serem multados, preferem a segunda opção.

Colabora com essa opção uma crença difusa de que a INC nº 02 é mais uma "lei que não vai pegar". Isso, porque não há cobrança pelos demais agentes econômicos do canal de comercialização pelo qual conseguem escoar suas hortaliças. Em diversas entrevistas, alertou-se para a insuficiência da fiscalização da rastreabilidade em si e sobre o uso inadequado em termos de molécula e de dose de agrotóxicos utilizados na produção agrícola. Mesmo que seja insuficiente o número de fiscais, esse não é o único fator em jogo, pois é preciso observar as questões relacio-

nadas à gestão (Mello, 2020), discussão que não cabe neste texto.

Apesar das limitações com relação à fiscalização, foram realizadas algumas ações fiscalizatórias do Mapa na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), o maior entreposto de comercialização de frutas e hortaliças da América Latina. O intuito dessas ações foi mostrar publicamente que haverá punição para quem não cumprir as regras da INC nº 02. Em seguida, o Ministério Público fez uma proposta de termo de ajuste de conduta (TAC) com as empresas de atacado de hortaliças da Ceagesp que não estavam cumprindo as regras.

A (relativa) ausência de cobrança dos demais agentes econômicos das cadeias produtivas e a insuficiente fiscalização levam, muito provavelmente, os horticultores a não se interessarem em assumir os custos da complexidade do processo de rastreabilidade. Tudo indica, portanto, que os agentes econômicos só assumem mais trabalho e custos para aderir às normas da INC nº 02 se existirem mecanismos de cobrança firme – seja por motivos comerciais dentro da cadeia, seja por fiscalização intensa.

Para a questão da falta de identificação dos produtos ou dos lotes de hortaliças, mesmo que o horticultor faça o registro na origem (estabelecimento agropecuário), ele pode se perder nas etapas seguintes, quando as hortaliças são compradas pelo intermediário, pelo atacadista e pelo varejista, já que pode ocorrer a mistura de hortaliças de diversas origens nas diferentes etapas dos canais de comercialização, feita de forma intencional ou não.

Sobre as questões relacionadas com os casos de inconformidades para agrotóxicos em termos de limites aceitos nas amostras de hortaliças, surgiram duas principais hipóteses. Uma é que o horticultor eventualmente antecipa a colheita para obter o melhor preço na comercialização da hortaliça e, por isso, não respeita o período de carência da aplicação do agrotóxico. A outra é que, por causa do medo de perder a produção para alguma praga, o horticultor aplica o agrotóxico de forma preventiva, seguindo um calendário fixo, muitas vezes sem necessidade.

As duas hipóteses se relacionam com as dificuldades de os horticultores adotarem as chamadas boas práticas agrícolas (BPA). Entre adotar as BPA e diminuir as chances de correr riscos econômicos, prefere-se a segunda via. No entanto, é apontada também a falta ou a debilidade de assistência técnica como motivo para não se adotar as BPA; enquanto isso, os vendedores das revendas de insumos fazem forte e constante propaganda de seus agrotóxicos, oferecendo, com visitas periódicas, novos produtos de combate a pragas e doenças.

Uma das questões mais relatadas nas entrevistas é que há poucos agrotóxicos registrados no Mapa para as hortaliças denominadas *minor crops*[10]. Por isso, é corriqueiro que os produtores utilizem os produtos indicados e registrados para outra cultura – no cultivo do pimentão, é frequente o uso de agrotóxicos registrados para o tomateiro. Dessa forma, se no "caderno de campo" o horticultor anotar que utilizou agrotóxico não registrado para o pimentão, ele poderia gerar provas contra si.

Conclusão

O objetivo deste trabalho foi apresentar o resultado de uma pesquisa exploratória que levantou os principais desafios enfrentados pelos horticultores brasileiros para a adesão à Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 02, que institui regras de rastreabilidade, orientadas para o monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos.

Os resultados, em grande medida, estão em consonância com os achados de estudos internacionais. Portanto, as dificuldades não são exclusividades brasileiras.

Muito provavelmente, a adesão à INC nº 02 vem ocorrendo com maior facilidade entre os

[10] São as pequenas culturas que ocupam pequenas áreas e não tem suporte fitossanitário adequado.

horticultores responsáveis por estabelecimentos agropecuários de grande porte econômico que já participam dos canais de comercialização comandados pelas grandes redes de supermercado que possuem sistemas próprios de rastreabilidade. No entanto, a maioria dos horticultores brasileiros são pouco capitalizados, têm baixo aporte tecnológico e menor capacidade de gestão, tendendo a participar dos canais de comercialização com muitas etapas e cujos compradores não exigem rastreabilidade. Por isso, a maioria dos horticultores terá mais dificuldades para aderir às regras da INC nº 02.

Outras questões estão relacionadas com as características dos estabelecimentos agropecuários de pequeno porte econômico, como o nível educacional do responsável e a rara assistência técnica recebida. Mas há também problemas de misturas de lotes de hortaliças nas etapas de comercialização, uso de agrotóxicos sem necessidade ou não registrados e colheita da hortaliça sem respeitar o período de carência de aplicação.

É urgente que os horticultores brasileiros se adaptem às regras da rastreabilidade, sob pena de perderem espaço no mercado. Aumentar a adesão dos horticultores brasileiros ao sistema de rastreabilidade demanda uma política robusta de apoio aos estabelecimentos agropecuários de pequeno porte econômico. No entanto, não basta focar só os horticultores. Os demais agentes econômicos mais fragilizados das cadeias produtivas de hortaliças (empresas atacadistas e varejistas) também devem ser apoiados para serem capazes de aderir às regras da INC nº 02. Uma política nesse sentido deve ser delineada e implantada de forma robusta para, assim, garantir a elevação da capacidade de gestão e o nível tecnológico dos horticultores.

Em todos os âmbitos, com poucas exceções, a falta de fiscalização gera sentimento de impunidade e impele os agentes que não sofrem cobranças dos demais agentes econômicos da cadeia produtiva (a maioria) a não investirem em mais trabalho e recursos. Dessa forma, a fiscalização deve ser intensificada e qualificada. Outra questão a ser superada é a falta de registro de agrotóxicos para hortaliças *minor crops*.

Referências

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Conjunta – INC nº 2, de 7 de fevereiro de 2018. [Define os procedimentos para a aplicação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana, para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos, em todo o território nacional]. **Diário Oficial da União**, 8 fev. 2018. Seção1, p.148-149. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=08/02/2018&jornal=515&pagina=148&totalArquivos=180>. Acesso em: 24 maio 2023.

ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S. de; STERTZ, S.C.; CARVALHO, L.A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.215-220, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500033.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BIERSCHENK, T.; OLIVIER DE SARDAN, J.-P. The anthropology of bureaucracy and public administration. In: OXFORD Research Encyclopedia of Politics. Oxford: Oxford University, 2021. DOI: https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.2005.

CNA. Confederação Nacional da Agricultura. CNA apresenta pesquisa sobre rastreabilidade de frutas e hortaliças. **CNA - Notícias**, Brasília, 23 ago. 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/cna-apresenta-pesquisa-sobre-rastreabilidade-de-frutas-e-hortalicas>. Acesso em: 20 set. 2022.

CUNHA, F.M.F.; MAGALHÃES, M.B.H.; BONNAS, D.S. Desafios da gestão da segurança dos alimentos em unidades de alimentação e nutrição no Brasil: uma revisão. **Contextos da alimentação**, v.1, p.4-14, 2012.

DANDAGE, K.; BADIA-MELIS, R.; RUIZ-GARCÍA, L. Indian perspective in food traceability: a review. **Food Control**, v.71, p.217-227, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.07.005.

DONG, Y.; FU, Z.; STANKOVSKI, S.; WANG, S.; LI, X. Nutritional Quality and Safety Traceability System for China's Leafy Vegetable Supply Chain Based on Fault Tree Analysis and QR Code. **IEEE Access**, v.8, p.161261-161275, 2020. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019593.

FRANCOIS, G.; FABRICE, V.; DIDIER, M. Traceability of fruits and vegetables. **Phytochemistry**, v.173, art.112261, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112291.

HU, J.; ZHANG, X.; MOGA, L.M.; NECULITA, M. Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system. **Food Control**, v.30, p.341-353, 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.06.037.

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: 20 jan. 2022.

KONDO, N. Automation on fruit and vegetable grading system and food traceability. **Trends in Food Science & Technology**, v.21, p.145-152, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.09.002.

LI, L.; PAUDEL, K.P.; GUO, J. Understanding Chinese farmers' participation behavior regarding vegetable traceability systems. **Food Control**, v.130, art.108325, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108325.

LIAO, P.-A.; CHANG, H.-H.; CHANG, C.-Y. Why is the food traceability system unsuccessful in Taiwan? Empirical evidence from a national survey of fruit and vegetable farmers. **Food Policy**, v.36, p.686-693, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2011.06.010.

LIAO, Y.; KWARAMBA, C.S.; KROS, J.F. Supply chain traceability: an institutional theory perspective. **International Journal of Logistics Economics and Globalisation**, v.8, p.193-223, 2020. DOI: https://doi.org/10.1504/IJLEG.2020.109609.

MELLO, P.F. (Org.). **Lógicas de ação no serviço público**: uma análise plural do Incra. Porto Alegre: [Editora do autor], 2020.

NAVARRO, Z. (Org.). **A economia agropecuária do Brasil**: a grande transformação. São Paulo: Baraúna, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1127709/1/Economia-agropecuaria-Brasil-2020.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

NAVARRO, Z.; PEDROSO, M.T.M. **Agricultura familiar**: é preciso mudar para avançar. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. (Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Texto para discussão, 42). Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/914002/1/Texto42240112.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

PEDROSO, M.T.M. **A cadeia produtiva de mandioquinha-salsa**: implicações para a agenda tecnológica e a pesquisa agronômica. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2020. 24p. (Embrapa Hortaliças. Documento, 179).

PEDROSO, M.T.M.; MELLO, P.F.; PERILO, M. Principais pontos críticos relacionados com o cumprimento das normas de rastreabilidade pelas cadeias produtivas de hortaliças. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 59.; ENCONTRO BRASILEIRO DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO, 6., 2021, Brasília. **Anais**. Brasília: UnB, 2021.

RÁBADE, L.A.; ALFARO, J.A. Buyer–supplier relationship's influence on traceability implementation in the vegetable industry. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v.12, p.39-50, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pursup.2006.02.003.

RAZAK, G.M.; HENDRY, L.C.; STEVENSON, M. Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. **Production Planning & Control**, 2021. DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1983661.

ROY, V. Contrasting supply chain traceability and supply chain visibility: are they interchangeable? **The International Journal of Logistics Management**, v.32, p.942-972, 2021. DOI: https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2020-0214.

SINGH, U.S.; MISHRA, U.S. Vegetable supply chain: a conceptual study. **Food Science and Quality Management**, v.15, p.30-35, 2013. Disponível em: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/FSQM/article/view/5518>. Acesso em: 20 jan. 2022.

SUNSTEIN, C.R. Viewpoint: are food labels good? **Food Policy**, v.99, art.101984, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101984.

TAGARAKIS, A.C.; BENOS, L.; KATERIS, D.; TSOTSOLAS, N.; BOCHTIS, D. Bridging the gaps in traceability systems for fresh produce supply chains: overview and development of an integrated IoT-based system. **Applied Sciences**, v.11, art.7596, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/app11167596.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, v.22, p.203-220, 2014. DOI: https://doi.org/10.20396/tematicas.v22i44.10977.

YANG, X.; LI, M.; YU, H.; WANG, M.; XU, D.; SUN, C. A trusted blockchain-based traceability system for fruit and vegetable agricultural products. **IEEE Access**, v.9, p.36282-36293, 2021. DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062845.

ZYLBERSZTAJN, D. Coordenação e governança de sistemas agroindustriais. 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.268-294. Disponível em: <https://www3.eco.unicamp.br/nea/images/arquivos/o_mundo_rural_2014.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

Barreiras não tarifárias fitossanitárias

Abertura do mercado de gergelim[1]

Murilo Otávio Lubambo de Melo[2]

Resumo – O objetivo deste trabalho foi apresentar uma aproximação conceitual para avaliar barreiras não tarifárias ao comércio internacional de produtos agrícolas por meio de estudo de caso de produto brasileiro, o gergelim. Inicialmente, definem-se as possíveis barreiras de natureza não tarifária ao comércio internacional, como as de natureza técnica, as sanitárias e as fitossanitárias. Além disso, são apresentados os principais acordos que regulam barreiras que afetam produtos agrícolas. Analisa-se o caso prático de medidas de natureza fitossanitária que afetavam o fluxo do comércio internacional do gergelim brasileiro, junto com as repercussões na oferta interna do produto. São descritas brevemente metodologias sobre as possíveis formas de mensurar economicamente tais barreiras. Faz-se avaliação dos fluxos comerciais da exportação do gergelim, bem como os desvios de comércio associados a tais barreiras como *proxy* para analisar os efeitos da abertura ou fechamento temporário de mercado a produtos brasileiros. Conclui-se que diversos indicadores econômicos do impacto das barreiras fitossanitárias podem servir de referência e incentivo para que produtores agrícolas, compradores e países afetados proponham a retirada de certas medidas.

Palavras-chave: acordos internacionais, comércio internacional, produtos agrícolas.

Non-tariff phytosanitary barriers: opening of the sesame market

Abstract – The paper aims at presenting a conceptual approach to evaluate non-tariff barriers to the international trade of agricultural products by means of a case study of a Brazilian product – sesame seeds. First, the possible non-tariff barriers are defined such as those of a technical nature as well as sanitary and phytosanitary barriers. Then, the main agreements that regulate those barriers affecting agricultural products are presented. A case study of phytosanitary measures that affected the flow of international trade of Brazilian sesame seeds is presented together with the repercussions for the internal supply. The methodologies about the possible forms of economically quantifying those barriers are described. An evaluation of trade flows of the exportation of sesame seed products is made together with trade deviations associated with those barriers as a proxy to analyze the effects of temporary opening and closing of markets for Brazilian products. We conclude that several economic indicators of the impact of phytosanitary barriers can serve as reference and incentive for agricultural producers, buyers and affected countries to advocate for the removal of certain measures.

Keywords: international agreements, international trade, agricultural products.

[1] Original recebido em 25/11/2022 e aprovado em 2/2/2023.

[2] University College London. E-mail: murilo.melo@ucl.ac.uk

Introdução

O comércio internacional de produtos agrícolas sempre foi um importante vetor da matriz produtiva e exportadora brasileira. Nas últimas décadas, a melhora da produtividade, da escala e da tecnologia associada a essa produção levou o agronegócio brasileiro a um alto patamar de competitividade global. A organização atual de sistemas agroalimentares se estrutura a partir de cadeias segmentadas a montante e a jusante das cadeias de valor dos mercados mundiais. As rendas da cadeia do agronegócio têm garantido os resultados positivos na balança comercial brasileira e contribuído fortemente para o Produto Interno Bruto (PIB). O potencial de expansão desse comércio é ainda maior, o que depende não só do aumento da eficiência produtiva sob o ponto de vista da oferta, mas também da prospecção das oportunidades de demanda global.

Mas os países com os quais o Brasil se relaciona podem manter ou impor medidas de variada natureza que afetam esse comércio internacional. Enquanto as barreiras tarifárias têm natureza de tarifas *ad valorem* impostas no processo de importação ou quotas tarifárias com base na quantidade importada, as não tarifárias, por exclusão, têm natureza associada a regras e disciplinas. Destas, afetam o comércio de produtos agropecuários principalmente as barreiras de natureza técnica e as barreiras sanitárias e fitossanitárias. Para lidar com essas questões, os países que conformaram a Organização Mundial do Comércio (OMC), em 1995, concluíram vários acordos em um claro avanço com relação ao que já havia sido acordado no âmbito do Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT-1947) e nas rodadas seguintes de negociação. O Acordo sobre Agricultura abordou a questão das medidas de apoio doméstico e subsídios à exportação em agricultura, impondo limites e compromissos relacionados a essas medidas. Tais medidas constituem mecanismos para proteger o mercado doméstico contra importações e elevar as exportações de forma artificial. Quanto às barreiras técnicas, o Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (TBT) abordou questões associadas à regulação técnica sobre produtos, como rotulagem, embalagem e terminologia, as quais têm potencial de afetar produtos agropecuários.

Já o Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitária (SPS) focou medidas para proteção da saúde humana, animal ou vegetal. Tais medidas se relacionam a riscos associados, por exemplo, à entrada e disseminação de pragas ou doenças e aditivos, resíduos ou contaminantes em alimentos. Em suma, os acordos TBT e SPS definem regras para que tais medidas não sejam impostas por razões protecionistas, de forma discriminatória ou sem base em padrões internacionais.

As barreiras fitossanitárias focam basicamente a sanidade vegetal, isto é, evitam a propagação internacional de pragas vegetais que podem afetar plantas e cultivos. Nesse sentido, o acordo SPS estabelece que as medidas têm de ser transparentes e proporcionais aos riscos envolvidos. Além disso, os países devem reconhecer como equivalentes medidas de outros países. Podem, entretanto, editar medidas mais restritivas quando houver justificativa científica ou mediante avaliação de risco que leve em conta evidências científicas.

O acordo SPS define a maneira pela qual tais barreiras podem ser mantidas e impostas com base em regras e padrões internacionais. A Convenção Internacional para Proteção Vegetal (IPPC) é o tratado que constitui o principal guia internacional para medidas de saúde vegetal. Os países devem se orientar por tais parâmetros quando impuserem medidas e buscar harmonização ao padrão internacional.

Com relação às medidas fitossanitárias, os países podem adotar a proibição de importação de certos produtos vegetais antes de análises de risco de pragas. Também podem impor restrições permanentes ou temporárias para importações originadas de determinados países por razões de riscos fitossanitários. Além disso, podem solicitar autorizações ou registro prévio de produtos e importadores. Nesse sentido é que se insere a necessidade de abertura de mercado para produtos brasileiros antes restrito por razões fitossanitárias.

As principais questões discutidas neste trabalho se relacionam aos conceitos associados à quantificação das barreiras fitossanitárias e ao uso de tal mensuração para propor a retirada de medidas que afetem o comércio de produtos brasileiros. O foco está em como medidas fitossanitárias de preservação da sanidade vegetal e controle das pragas de plantas e vegetais nos territórios dos países envolvidos afetam a organização das cadeias de produção e suprimento no Brasil.

O objetivo deste estudo foi apresentar uma aproximação conceitual para avaliar barreiras não tarifárias ao comércio internacional de produtos agrícolas por meio de estudo de caso de um produto brasileiro, o gergelim. Em suma, busca-se analisar como quantificar economicamente o valor de barreiras fitossanitárias e como tal mensuração pode servir de base para estudos e pleitos para ampliar o comércio exterior de produtos agrícolas originados no território brasileiro.

Marco conceitual

Apropriacionismo, biotecnologia e mercados mundiais

O conceito de apropriacionismo se refere à capacidade de estruturas do capital agroindustrial de se apropriarem progressivamente de parcelas do valor do produto agroalimentar. Isso pode se dar por meio dos insumos a jusante – tecnologia de fertilizantes, herbicidas e fungicidas, por exemplo – ou a montante – como a transformação e o processamento industrial –, tendo como limite os aspectos orgânicos – terra, espaço, condições ambientais e climáticas, por exemplo (Goodman et al., 2008). Em paralelo, atua o substitucionismo, relacionado à progressiva substituição do produto agrícola original por outro, seja por sintetização ou métodos de fracionamento ou aditivação (Goodman et al., 2008). A internacionalização da biotecnologia e a engenharia genética atuam na convergência dos dois processos.

A servicificação como tendência nos sistemas internacionais agroalimentares significa que a agregação de valor se encontra progressivamente na quantidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e serviços de assistência técnica incorporados nos produtos agrícolas. A dimensão de concorrência mais relevante se dá no mercado tecnológico, e não no mercado de produção e venda dos produtos. Os mercados de tecnologia englobam, por exemplo, o licenciamento de patentes e de know-how – segredos industriais e de negócio – necessários ao desenvolvimento dos produtos, como linhagens e cultivares (Sicsú & Lubambo de Melo, 2008). A biotecnologia busca retirar a especificidade da produção agrícola como dependente das forças biológicas naturais e da terra, com impacto na dinâmica dos mercados mundiais (Goodman et al., 2008). Se, por um lado, a biotecnologia prejudica fluxos oriundos de países periféricos na produção primária pelas substituições por produtos sintéticos (açúcar por adoçante, por exemplo), por outro, abre mercados novos ao reconhecer o potencial de produtos e usos alternativos (como no caso do óleo de gergelim usado como inseticida).

É nesse pano de fundo que se insere o fluxo internacional de produtos – e serviços agrícolas incorporados – a partir de demandas específicas dos consumidores e expansão da oferta por países que possuem vantagem comparativa.

Barreiras comerciais não tarifárias dos parceiros do Brasil são um dos fatores que afetam a capacidade de exportação dos nossos produtos agropecuários. As barreiras de comércio não tarifárias, como barreiras sanitárias, fitossanitárias e regulações técnicas ou de rotulagem, são menos transparentes e atuam de maneira implícita para impedir que produtos brasileiros atinjam mercados externos (Da Mata & Freitas, 2006).

As exportações agropecuárias brasileiras são negativamente elásticas à distância dos mercados consumidores: quanto mais distante o país, menor será o intercâmbio comercial (Da Mata & Freitas, 2006). No entanto, uma análise desagregada por cestas de bens poderia refinar a precisão dos resultados. Desse modo, não se pode generalizar o argumento com relação a um produto específico.

Medidas fitossanitárias e quantificação de barreiras à exportação

A literatura mostra que países podem ir além dos requisitos mínimos de proteção à vida e saúde de seus consumidores para garantir maior informação e maior segurança, mas também podem usar medidas SPS para blindar produtores domésticos contra exportações legítimas (Anderson et al., 2012). Como exemplo, requisitos mais rígidos sobre o nível máximo de aflatoxina – micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus* – em cereais e grãos podem, por um lado, levar à queda de importações de alguns produtos. Mas, por outro, a implementação de medidas SPS pode levar a um maior nível informação e confiança do consumidor (Kang & Ramizo, 2017).

Se o objetivo do acordo SPS da OMC for conter o abuso de medidas de quarentena, a harmonização de padrões deve ajudar. Uma análise de custo-benefício pode ser adotada como forma de classificar resultados alternativos e de esclarecer as diferenças entre opções de políticas para atingir os mesmos objetivos. A ciência deve orientar a análise de medidas não mais restritivas do que o necessário: deve-se limitar análises enviesadas de risco baseadas em percepção pública que atribui mais riscos a catástrofes e evidências anedóticas do que a evidências científicas (Anderson et al., 2012).

A literatura econômica também já se debruçou sobre formas de quantificar tais impactos econômicos (Crivelli & Gröschl, 2012; Beghin & Bureau, 2017; Kang & Ramizo, 2017; Lima, 2019).

Beghin & Bureau (2017) apresentam as diversas metodologias para modelar e quantificar barreiras não tarifárias e as dificuldades inerentes a cada método – abordagens baseadas em preço, em inventário, em consultas a especialistas, em modelos gravitacionais (comércio perdido ou não realizado), em avaliação de riscos, em custo-benefício ou modelos de equilíbrio parcial.

Kang & Ramizo (2017) analisaram medidas SPS em produtos agrícolas e provaram que determinados países em desenvolvimento – em particular da África e América Latina – sofrem impacto expressivo em suas exportações em determinadas circunstâncias. Para isso, os autores construíram um modelo cuja variável dependente é o valor das importações para pares de países. Como variáveis independentes, estão uma variável *dummy* (sim/não) para medidas não tarifárias (SPS ou TBT) notificadas à OMC. As demais variáveis de controle para evitar endogeneidade são barreiras tarifárias, distância entre os países, fronteira comum, proximidade cultural (língua e vínculos históricos) e PIB do importador e exportador (Kang & Ramizo, 2017).

Crivelli & Gröschl (2012) concluíram que medidas SPS constituem barreiras a produtos agrícolas e alimentares de maneira consistente para todos os exportadores, principalmente aquelas medidas de avaliação de conformidade (como requisitos de certificação, testagem e inspeção). Mas, uma vez que os exportadores consigam atingir os padrões, as medidas SPS podem ter efeitos positivos, caso já haja acesso a mercados por parte do exportador e os requisitos estejam relacionados às características dos produtos (como resíduos de pesticidas ou toxinas). Os autores avaliaram não só o impacto no país que questionou a barreira sanitária na OMC, por meio dos *specific trade concerns* (STC), mas também os efeitos em todos os outros potenciais exportadores.

Uma das formas de quantificação de barreiras não tarifárias é a tarifa equivalente na abordagem de preço-diferencial ou preço-gap. Conforme descrita por Lima (2019), tal abordagem é baseada na medição da barreira a partir do impacto no preço doméstico do bem no país importador relacionado a um preço de referência, como o preço mundial. A tarifa equivalente representa a alíquota de tarifa que restringiria o comércio na mesma intensidade de medidas não tarifárias em vigor: a partir daí, é possível trabalhar com modelos de equilíbrio parcial para definir as participações de mercado resultantes (Lima, 2019).

Mais especificamente sobre o mercado de sementes de gergelim, foco do estudo de caso, as medidas fitossanitárias associadas podem ter variada natureza. Um exemplo de medida fi-

tossanitária é um regulamento que exige que as sementes de gergelim usadas para plantação devam passar por testes de laboratório para provar que não estão com pragas (UNCTAD, 2021). Outro exemplo é que, para que seja permitida a importação, os grãos descascados de gergelim devem estar acondicionados em embalagens novas, de primeiro uso, e sem materiais de solo, impurezas e resíduos vegetais (Brasil, 2017).

Como exemplo, pode-se obrigar que, no desembaraço aduaneiro, seja exigido exame de aflatoxina, a qual não deve exceder 15 microgramas por quilo; que seja apresentado certificado de fumigação; ou que seja incluído certificado de que o produto não contém salmonela (Brasil, 2021a). No caso de produtos com potencial de introdução de pragas, geralmente é exigido um certificado fitossanitário, isto é, documento que indica que um carregamento de plantas cumpre os requisitos de importação e está em conformidade com a declaração certificada. As regras para que seja emitido um certificado fitossanitário que será aceito pelo país importador são definidas a partir de modelos por uma comissão no âmbito da Convenção Internacional para Proteção Vegetal (FAO, 2006).

O estudo de caso refere-se à abertura do mercado de exportação de sementes de gergelim brasileiro para a Índia e para o México. A escolha decorreu da facilidade de obtenção dos dados e da análise contrafactual do impacto direto da abertura de mercado no crescimento da oferta do produto no Brasil.

Dados gerais do comércio de gergelim

Características do gergelim

O gergelim ou sésamo (*Sesamum indicum*) é uma planta herbácea cujas sementes têm uso alimentício de diversa natureza. A semente de gergelim possui uma série de propriedades nutricionais e é rica em proteínas, com alta concentração de óleo (50%). Assim, pode ser usada tanto como ingrediente de outros alimentos quanto em formato triturado, em pasta ou em óleo. O crescimento do veganismo é tendência que fortalece o consumo do gergelim e produtos variados dentro da lógica do substitucionismo, acima referida.

A planta mede de 50 cm a 3 m de altura, possui caule ereto e sistema radicular pivotante, com folhas da parte inferior mais largas e irregularmente dentadas e as da parte superior lanceoladas. O fruto possui forma de cápsula alongada (2 cm a 8 cm) com sementes pequenas (2 g a 4 g por mil unidades). (Arriel et al., 2007). Além disso, apresenta bom nível de resistência à seca e é de fácil cultivo. A Figura 1 mostra a distribuição da produção mundial de gergelim em 2021.

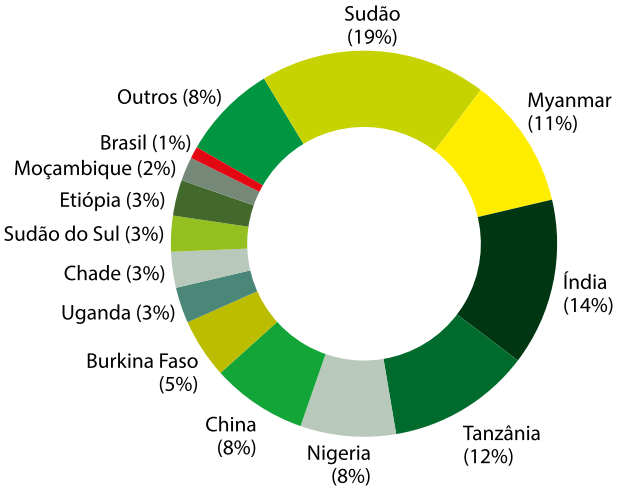


Figura 1. Produção mundial de gergelim em 2021.

Fonte: FAO (2023).

No Brasil, a produção de gergelim se concentra em Mato Grosso – nos municípios de Água Boa e Nova Xavantina e, em especial, no de Canarana. A cultura é encontrada também no Pará, no Maranhão, na Bahia, no Tocantins, em Goiás e em outros estados, em menor medida. A área plantada tem crescido principalmente pela possibilidade de exportação do produto para atender à demanda global de alimentos.

Segundo Faria & Santos (2021), a produção de gergelim cresceu 123% em um ano: de 41,3 mil toneladas na safra 2018/2019 para 95,8 mil tone-

ladas na safra 2019/2020. Nesse processo, foi fundamental o papel da assistência técnica e serviços para a expansão da produção de gergelim no País. Isso, num contexto em que o produto embarcado incorpora toda a gama de valor associado à técnica e às boas práticas de cultivo.

O depoimento de Adirson Andrade, responsável por trabalho de campo e acompanhamento de lavouras de gergelim em Goiás e no Distrito Federal, na empresa AG Agro, é bastante elucidativo. No DF, promoveu-se plantio experimental com rodada de assistência técnica para os produtores interessados. Andrade esclareceu que, no DF, a janela de plantio do gergelim é de 10 de fevereiro a 10 de março, ideal para a safrinha. Apesar de o clima na região ser diferente do de Mato Grosso, o resultado foi bastante expressivo. De fato, trata-se de plantio com alta tolerância ao stress hídrico, exigindo de 300 mm a 500 mm de chuva. No projeto no DF, 90% da área plantada foi de gergelim amargo, mas a tendência é de inversão para o gergelim doce nos próximos anos. Segundo o Material Técnico da Cultura do Gergelim (AG Agro, 2022), a variedade K3 (tipo de gergelim amargo) tem produtividade de 700 kg/ha a 1.000 kg/ha, e a variedade Anahí (tipo de gergelim doce) tem produtividade de 800 kg/ha a 1.200 kg/ha. Mas, enquanto a Anahí tem ciclo de 120 dias, a K3 tem ciclo de 90 dias e apresenta menores perdas depois da abertura da cápsula.

A Figura 2 mostra instruções para manejo de fungos, insetos e invasoras, para controle fitossanitário, conforme o Manual Técnico da AG Agro (2022).

Tais instruções têm possível repercussão nas exportações por corresponderem a requisitos fitossanitários impostos por países. Isso ocorre principalmente com relação a requisitos associadas a toxinas produzidas por fungos e a resíduos de sementes de ervas daninhas.

POSSÍVEIS DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS

Mancha angular (*Mycosphaerella sesamicola* Sivan)

- Controle: 0,3 L/ha > Fungicida
- Estrobirulina + triazol

Mancha de cercospora (*Cercospora sesami*)

- Controle: 0,3 L/ha > Fungicida
- Estrobirulina + triazol

MANEJO DE INSETOS

Lagarta (*Antigastra catalaunaris*)

- Controle: 0,3 L/ha > Metomil
- Aplicar a partir da identificação de indivíduos na área

Percevejo marrom (*Euschistus heros*)

- Controle: 0,2 L/ha > Imidacloprid
- Aplicar a partir da identificação de indivíduos na área

MANEJO DE INVASORAS

Folha estreita Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*)

- Controle: 0,6 L/ha > Verdict
- Aplicar 15 dias após a germinação das plantas

Folha larga Corda-de-viola (*Ipomoea purpurea*)

- Controle: 1 L/ha > Diuron
- Aplicar 30 dias após a germinação das plantas

Figura 2. Instruções para manejo.

Fonte: AG Agro (2022).

Exportação de gergelim brasileiro

É reconhecido que o esforço de assistência técnica na introdução de novas culturas e atividades pode estar associado a uma dinâmica que visa à apropriação local, comum na Amazônia em novas atividades (juta e pimenta, por exemplo). Entretanto, o gergelim brasileiro tem grande potencial de expansão internacional. Para ilustrar, o gergelim está sendo plantado e beneficiado no Pará, em grande escala em Paragominas, com o intuito de exportá-lo para mais de 50 países, incluindo o Oriente Médio e a Europa, com saída pelo Porto de Vila Conde.[3] A abertura do mercado de sementes de gergelim para a Índia, país mais populoso do mundo, tendo ultrapassado a China neste ano, deu ânimo aos produtores (Patroni,

[3] Mesmo que oriundo de agricultura familiar, há um potencial exportador; por exemplo, o cultivo do gergelim em Mato Grosso do Sul já registrou exportações para o Paraguai (Correio do Estado, 2010).

2020). O anúncio foi feito em janeiro de 2020 pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2020). A aprovação de requisitos fitossanitários retirou uma barreira para que produtores de gergelim possam vender àquele país.

De acordo com informações obtidas com o adido agrícola na Índia até 2021, Dalci Bagolin, trata-se de um caso de sucesso, pois o mercado foi aberto e rapidamente ocorreram negócios. A Índia ainda não tinha requisitos fitossanitários estabelecidos para o gergelim do Brasil, e não era, portanto, possível a exportação:

> [...] em 2019 no interior de Mato Grosso [...] encontrei com um produtor rural antigo conhecido, o Marcos da Rosa, que já foi presidente da Aprosoja Brasil [agora na FAMATO] [....] Ele me disse que estavam iniciando a plantar gergelim como segunda safra em Canarana e que precisavam abrir mercado. Encontrei com ele na semana seguinte em Brasília e o orientei como solicitar a abertura de mercado junto ao MAPA [Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento], o que foi feito pela CNA [Confederação Nacional de Agricultura]. Trabalhamos então com a Embrapa para organizar as informações técnicas necessárias para solicitar a Índia uma Análise de Risco de Pragas [ARP]. O pedido de ARP à Índia foi realizado em setembro de 2019. Normalmente uma ARP demora um ou mais anos para ser concluída, mas neste caso, em dezembro a Índia havia concluído o processo, e numa negociação prévia à visita da Ministra Tereza Cristina à Índia acompanhando o Presidente em janeiro de 2020, foi possível abrir o mercado. A Índia fez uma emenda à norma Plant Quarentine 2003, incluindo os requisitos fitossanitários para o produto, que neste caso é apenas o Certificado Fitossanitário atestando que o produto está livre de pragas, sem a necessidade de tratamento ou nenhuma outra Declaração Adicional (informação verbal).[4]

A abertura de mercado foi facilitada, pois a Índia é um grande exportador de gergelim e produtos derivados; na entressafra, porém, o país precisa importar. Segundo Bagolin (informação verbal)[5], cerca de 75% do plantio de gergelim na Índia é na safra de verão (*Kharif*), de junho a novembro, e o fim do ano é o período de maior oferta, logo após a colheita – o meio do ano é o período de menor oferta, próximo do plantio. No Brasil, o gergelim é cultivado depois da soja, com colheita e abril a maio. Além disso, a tarifa de importação na Índia para esse produto é de 30%, mas existe linha tarifária que permite a importação com tarifa zero para processamento e reexportação. A Figura 3 mostra a norma que abriu o mercado para a Índia.

Noticiou-se também, em maio de 2021, que o México aprovou os requisitos fitossanitários para importar o gergelim brasileiro (Brasil, 2021b). Isso habilitou as exportações do Brasil para aquele país, com início em 2021 e avançando de modo mais pronunciado em 2022. Apesar de o mercado mexicano ser menor do que o indiano, por conta da menor demanda, como destacado por Da Mata & Freitas (2006), a proximidade geográfica é um dos determinantes do fluxo de exportação de produtos agropecuários, e isso se refletiu no grande fluxo.

Sementes de gergelim usam o código da Nomenclatura Comum do Mercosul – NCM 12074090. Desse modo, extraíram-se do site Comex Stat (Brasil, 2023) os valores correspondentes em toneladas e em valor FOB (free on board). A Figura 4 e a Tabela 1 mostram os principais destinos do gergelim brasileiro em 2019, 2020, 2021 e 2022.

Em termos de valores, as exportações para a Índia somaram cerca de US$ 17,3 milhões em 2020, US$ 4,3 milhões em 2021 e US$ 13,7 milhões em 2022. Não é possível identificar se a queda em 2021 ocorreu por questões ligadas à oferta no Brasil ou à demanda na Índia. Pode ter impactado o resultado o grande embarque isolado para a Guatemala de mais de 20 mil toneladas, naquele

[4] Depoimentos fornecidos ao autor pelo adido agrícola na Índia até 2021, Dalci Bagolin, em 13 de novembro de 2021, 22 de novembro de 2022 e 2 de janeiro de 2023.

[5] Depoimentos fornecidos ao autor pelo adido agrícola na Índia até 2021, Dalci Bagolin, em 13 de novembro de 2021, 22 de novembro de 2022 e 2 de janeiro de 2023.

MINISTRY OF AGRICULTURE & FARMERS WELFARE

(Department of Agriculture, Cooperation & Farmers Welfare)

NOTIFICATION

New Delhi, the 24th January, 2020

S.O. 352(E).—In exercise of the powers conferred by sub-section (1) of section 3 of the Destructive Insects and Pests Act, 1914 (2 of 1914), the Central Government hereby makes the following Order further to amend the Plant Quarantine (Regulation of Import into India) Order, 2003, namely:-

1. Short title and Commencement.- (1) This Order may be called the Plant Quarantine (Regulation of Import into India) (First Amendment) Order, 2020.

(2) It shall come into force on the date of its publication in the Official Gazette.

2. Amendment of Schedule VI.- In the Schedule VI to the Plant Quarantine (Regulation of Import into India) Order, 2003-

Against serial number 604, relating to *Sesamum* spp., in column (2) against the entry regarding 'Sesamum seeds (grains) for consumption', in column(3) in column (4) after item (vii) and the new entries relating thereto, the following entries in columns (2),(3),(4), (5) and (6) shall respectively be inserted, namely:

(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(viii) *Sesamum indicum* (Sesamum)(Non-GMO)	Grains (seeds) for consumption	Brazil	Nil	Free from quarantine weed seeds and soil contamination

[F.No.8-17/2019-PP.II]

ATISH CHANDRA, Jt. Secy.

Figura 3. Norma do governo indiano que abriu o mercado para o gergelim brasileiro.

Fonte: India (2020).

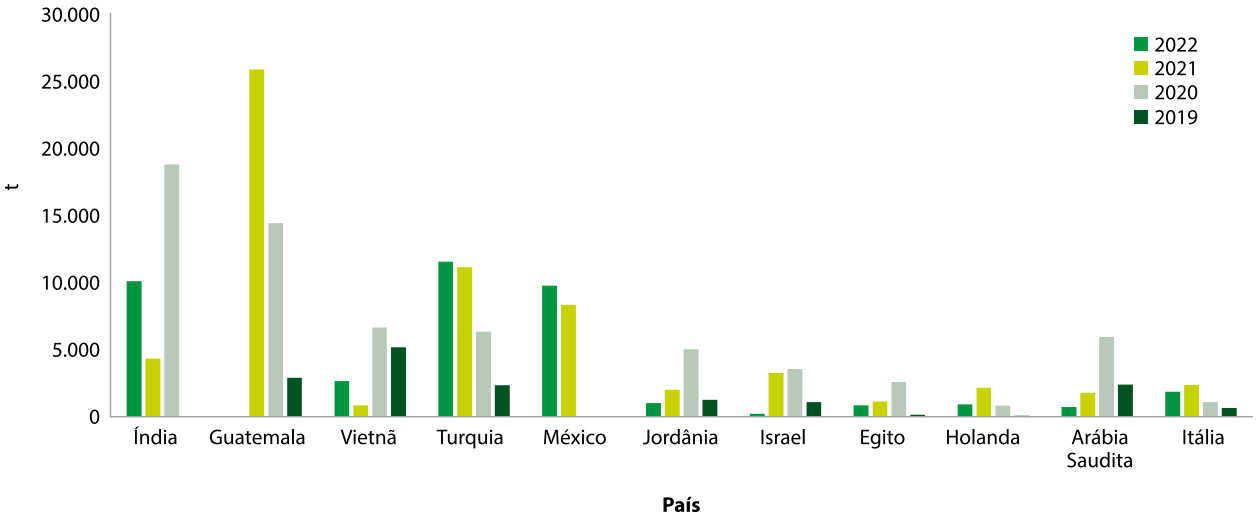


Figura 4. Brasil – exportação de gergelim (t) conforme o destino em 2019, 2020, 2021 e 2022.

Fonte: Brasil (2023).

ano, em sacas diretamente no porão do navio. Tratou-se de opção logística: da Guatemala, os grãos são manufaturados e distribuídos globalmente (Canal Rural, 2021). No caso do México, o valor chegou a US$ 12,6 milhões em 2021 e a US$ 14,1 milhões em 2022.

Tabela 1. Destino das exportações do Brasil (%).

País	2022 (%)	2021 (%)	2020 (%)	2019 (%)
Turquia	27,3	17,1	8,8	11,8
Índia	23,9	6,7	26,2	0,0
México	23,1	12,8	0,0	0,0
Vietnã	6,3	1,3	9,2	25,9
Itália	4,4	3,6	1,5	3,3
Holanda	2,2	3,3	1,1	0,4
Jordânia	2,4	3,1	7,0	6,3
Egito	1,9	1,7	3,6	0,7
Arábia Saudita	1,7	2,7	8,3	11,9
Israel	0,5	5,0	4,9	5,4
Guatemala	0,0	39,8	20,1	14,6
Total (tonelada)	**42.386,19**	**65.102,72**	**72.000,04**	**19.959,55**

Fonte: Brasil (2023).

Análise dos dados da pesquisa

- Em 2020, com a abertura de mercado, a Índia passou a ser o principal destino das exportações brasileiras, que passaram de zero para 26% do total exportado; depois da queda em 2021, elas se mantiveram em torno de 24% do total em 2022.
- Em 2021 e 2022, com a abertura de mercado, o México – junto com a Turquia, cujo mercado já estava aberto – passou a figurar entre os principais destinos das exportações brasileiras, passando de zero para 23% do total exportado em 2022.
- Em comparação com 2019 e 2020, não parece ter havido grande recuo da quantidade exportada aos outros países em 2021 e 2022 (Figura 4).
- De fato, houve aumento expressivo da produção no Brasil, como atestam os relatórios da Embrapa. Nesse caso, o efeito econômico direto da retirada da barreira fitossanitária foi grandemente associado à nova oferta, originada da expansão da produção brasileira no período.
- A expansão da produção pode ter efeitos indiretos em cadeia na demanda de insumos (fertilizantes, pesticidas, máquinas) e serviços (monitoramento digital, P&D). Nesse tocante, o conceito de apropriacionismo, anteriormente discutido, é bastante relevante.
- O crescimento da produção pode também contribuir para a dinâmica de emprego no subsetor, da mesma forma que aponta Lima (2019) com relação à aveia.

Além disso, os produtores podem levar em conta os critérios de preço da exportação. É natural que os produtores busquem os mercados onde possam obter melhores preços. A Figura 5 mostra a evolução dos preços FOB da exportação brasileira para os principais destinos.

Observa-se que houve queda geral dos preços de 2019 para 2020, com alguma recuperação em 2021 e retorno em 2022. Não se pode atribuir ao preço efeitos muito robustos no direcionamento das exportações, pois, em geral, os preços aos países tendem a acompanhar o preço médio. Constata-se, no entanto, preço um pouco acima da média no caso dos embarques para o México (Figura 5).

A análise *ex post* da abertura de mercado por meio da retirada de uma restrição fitossanitária foi evidente: o comércio que foi ganho corresponde ao total de exportações para a Índia e para o México. Para a Índia, a oferta de gergelim supre a demanda específica da entressafra, tendo em conta que o país já é grande produtor de sementes de gergelim, como mostra a Figura 1. No caso do México, a proximidade do mercado desempenhou papel relevante, bem como o preço (Figura 5), dado que o patamar de preço esteve mais alto do que a média.

Destaca-se que a Índia atendeu de maneira ágil ao pleito do governo brasileiro, já que o país tinha interesses econômicos na importação do produto. Enfatiza-se também que a autorização foi para gergelim não geneticamente modificado. As cultivares da Embrapa foram obtidas pelo melhoramento genético convencional. Assim, como não

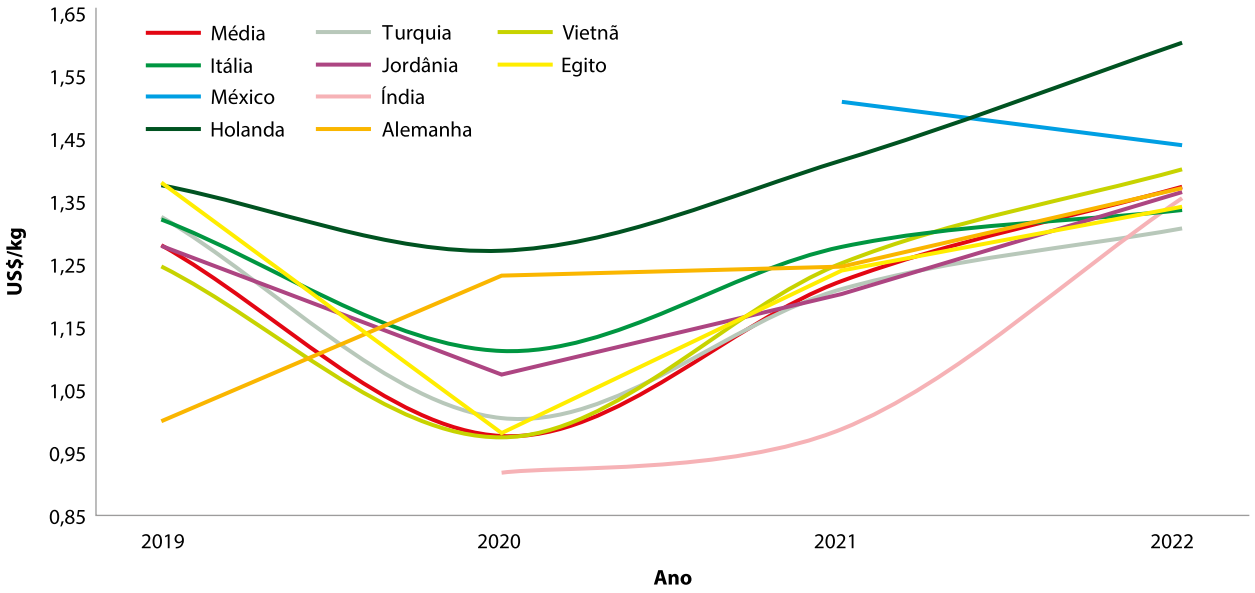


Figura 5. Brasil – exportação de gergelim (US$/kg) par aos principais destinos.

existe tecnologia para fazer modificação genética, tal restrição teve pouco efeito: bastou que o certificado sanitário fizesse referência à condição de não OGM para ser permitida a importação. É possível que, em breve, a biotecnologia tenha protagonismo maior nessa seara, o que traz à reflexão aspectos anteriormente discutidos. Também não foi exigida fumigação, o que tornaria o processo mais custoso. Mas, se a Índia tivesse mantido restrições sem justificativa, caberia análise de conformidade com as regras multilaterais e os padrões estabelecidos.

A quantificação real da retirada das barreiras fitossanitárias nos mercados indiano e mexicano dependerá de uma análise do preço doméstico antes e depois da entrada do gergelim brasileiro, em comparação com um preço global. Isso permitiria adotar a metodologia proposta por Lima (2019). No caso da Índia, deve-se levar em conta também que o gergelim brasileiro estava suprindo a demanda da entressafra daquele país. Caso tais dados estejam disponíveis, há bastante potencial para quantificar as barreiras. Da mesma forma, pode-se fazer uma estimação no caso do México a partir da quantificação da barreira. Uma análise *ex ante* de abertura do mercado de gergelim para outros destinos nos quais o Brasil tenha interesse pode levar em conta os resultados obtidos por esse artigo e as metodologias propostas por Crivelli & Gröschl (2012) e Kang & Ramizo (2017).

Conclusão

O gergelim no Brasil tem se tornado, de fato, uma opção lucrativa de safrinha (segunda safra), ainda que concorra com outras culturas, como o milho. A escala da produção, o tipo de cultivar e o destino do produto, se mercado interno ou externo, definem o padrão de rentabilidade. A receita bruta do gergelim varia de R$ 3.000 a R$ 4.500 por hectare, enquanto o custo vai de R$ 1.000 a R$ 1.500 por hectare, de acordo com estimativas da AG Agro. Vale ressaltar que a cadeia tecnológica cumpre papel fundamental. As cultivares de gergelim da Embrapa BRS Seda, BRS Anahí e BRS Morena geraram impacto econômico de cerca de R$ 38 milhões em 2021 e de R$ 53 milhões em 2020 para os produtores brasileiros, com taxa interna de retorno de 13,8% (Embrapa, 2022).

Esse contexto está ligado à progressiva produtividade por hectare e à melhora da adaptação climática das variedades. Há limitações associadas ao aperfeiçoamento do sistema de suporte à produção, à definição de melhor época de semeadura, às constantes exigências de qualidade

do mercado internacional e aos rígidos requisitos fitossanitários. Conclui-se que as barreiras fitossanitárias impactam o potencial de exportação de produtos brasileiros. Casos de sucesso, como o do gergelim, mostram que, com articulação e capacidade de formular pleitos, é possível abrir mercados e eliminar tais entraves, com impactos na rentabilidade do produtor brasileiro.

Mas, quando tais esforços são infrutíferos e um país continua a impor dificuldades para a importação, é necessário avaliar se tais barreiras estão de acordo com as normas do Acordo SPS da OMC. Isso requer uma avaliação para saber se as restrições estão em consonância com os padrões da Convenção Internacional para Proteção Vegetal (IPPC) e se há justificativas científicas para tais barreiras.

No caso das sementes de gergelim, o efeito econômico direto da retirada de barreiras fitossanitárias foi primordialmente associado à nova oferta, originada da expansão da produção brasileira no período. A expansão da produção pode ter efeitos indiretos em cadeia na demanda de insumos e serviços no Brasil. Para estimar o efeito econômico exato do acesso ao mercado, tanto no país importador quanto no exportador, pode-se recorrer a várias metodologias. Os dados coletados podem servir de subsídios para análises mais robustas sobre esse e outros casos de sucesso.

Variados indicadores econômicos do impacto das barreiras fitossanitárias podem servir de subsídio e incentivo para que produtores agrícolas, compradores e países afetados busquem a retirada de medidas que estejam em desacordo com as regras ou evidências vigentes.

Referências

AG AGRO. **Manual técnico da cultura do gergelim**. [Valparaiso de Goiás], 2022.

ANDERSON, K.; MCRAE, C.; WILSON, D. (Ed.). **The Economics of Quarantine and the SPS Agreement**. Adelaide: University of Adelaide Press, 2012. DOI: https://doi.org/10.1017/9781922064325.

ARRIEL, N.H.C.; FIRMINO, P. de T.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, J.J.; ARAÚJO, A.E. de; SILVA, A.C.; FERREIRA, G.B. **A cultura do gergelim**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. (Coleção Plantar, 50). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11911/2/00080980.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BEGHIN, J.C.; BUREAU, J.-C. Quantitative policy analysis of sanitary, phytosanitary and technical barriers to trade. In: BEGHIN, J.C. (Ed.). **Nontariff Measures and International Trade**. New Jersey: World Scientific, 2017. p.39-62. (World Scientific Studies in International Economics, 56). DOI: https://doi.org/10.1142/9789813144415_0003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil vai exportar gergelim para Índia**. 28 jan. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2020/01/brasil-vai-exportar-gergelim-para-india>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em 11 ago. 2023.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. [**Ofício ao MPA de 21 de maio de 2021 sobre exportação de gergelim para o Líbano**]. Brasília, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/exportacao-dipov/qualidade-vegetal/arquivo_libano/oficio_221728_325721gergelim_Libano_site.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Nota à Imprensa nº 67**: Exportações brasileiras de leite, produtos lácteos e gergelim ao México - Nota conjunta dos Ministérios das Relações Exteriores e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2 jun. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/exportacoes-brasileiras-de-leite-produtos-lacteos-e-gergelim-ao-mexico-nota-conjunta-dos-ministerios-das-relacoes-exteriores-e-da-agricultura-pecuaria-e-abastecimento>. Acesso em: 26 jun. 2023.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 38, de 13 de novembro de 2017. [Estabelece os requisitos fitossanitários para a importação de grãos descascados de gergelim produzidos na Nigéria]. **Diário Oficial da União**, 16 nov. 2017. Seção1, p.5.

CANAL RURAL. **Falta de contêineres leva a embarque inédito de gergelim em Paranaguá**. 6 nov. 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/falta-conteiner-brasil-portos>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CORREIO DO ESTADO. **Produtores do MS exportam gergelim para o Paraguai**. 28 mar. 2010. Disponível em: <https://correiodoestado.com.br/economia/produtores-de-ms-exportam-gergelim-para-o-paraguai/2984>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CRIVELLI, P.; GRÖSCHL, J. **The Impact of Sanitary and Phytosanitary Measures on Market Entry and Trade Flows**. Munich: IFO Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich, 2012. (IFO Working Paper, 136). Disponível em: <https://www.ifo.de/DocDL/IfoWorkingPaper-136.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

DA MATA, D.; FREITAS, R.E. Exportações agropecuárias e características dos países importadores. In: DE NEGRI, J.A.; ARAÚJO, B.C. (Org.). **As empresas brasileiras e o comércio internacional**. Brasília: IPEA, 2006. p.371-396. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3257/1/As%20empresas%20brasileiras%20e%20o%20comércio%20internacional.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relatório de avaliação dos impactos das soluções tecnológicas geradas pela Embrapa**. 2022. Disponível em: <https://bs.sede.embrapa.br/2021/relatorios/algodao_gergelim.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**: statistical database. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 11 ago. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Secretariat of the International Plant Protection Convention. **International Standards for Phytosanitary Measures**: ISPM nº 12: Guidelines for Phytosanitary Certificates (2001). Rome, 2006. Disponível em: <https://www.ippc.int/largefiles/adopted_ISPMs_previousversions/en/ISPM_12_2001_En_2006-05-03.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

FARIA, G.; SANTOS, E. **Cultivo do gergelim no Brasil cresce 230% em um ano**. 10 ago. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64027841/cultivo-do-gergelim-no-brasil-cresce-230-em-um-ano>. Acesso em: 26 jun. 2023.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias**: agricultura e indústria no sistema internacional. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. DOI: https://doi.org/10.7476/9788599662298.

INDIA. Ministry of Agriculture & Farmers Welfare. **Notification S.O. 352(E) of 20 January 2020, amending Plant Quarantine (Regulation of Import into India) Order, 2003**. 2020. Disponível em: <https://pqms.cgg.gov.in/pqms-angular/homeGuidelines/Import>. Acesso em: 11 ago. 2023.

KANG, J.W.; RAMIZO, D. Impact of Sanitary and Phytosanitary Measures and Technical Barriers on International Trade. **Journal of World Trade**, v.51, p.539-573, 2017. DOI: https://doi.org/10.54648/trad2017022.

LIMA, U.M. **Barreiras fitossanitárias sobre as importações no Brasil**: o caso da aveia. Rio de Janeiro: IPEA, 2019. (IPEA. Texto para discussão, 2456). Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9073/1/TD_2456.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

PATRONI, L. **Abertura da Índia para o gergelim do Brasil anima produtores de Mato Grosso**. 28 jan. 2020. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/canalruralmatogrosso/2020/01/28/abertura-da-india-para-o-gergelim-do-brasil-anima-produtores-de-mato-grosso>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SICSÚ, A.; LUBAMBO DE MELO, M. Inovação e defesa da concorrência: análise de caso da tecnologia para soja transgênica. **Revista de Direito da Concorrência**, v.17, p.1-7, 2008. Disponível em: <https://revista.cade.gov.br/index.php/revistadedireitodaconcorrencia/article/view/842/455>. Acesso em: 26 jun. 2023.

UNCTAD. United Nations Conference on Trade and Development. **Guidelines for the Collection of Data on Official Non-Tariff Measures**: 2021 Version. Geneva: United Nations, 2021. UNCTAD/DITC/TAB/2020/5. Disponível em: <https://unctad.org/system/files/official-document/ditctab2020d5_en_0.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023.

Contabilidade ambiental como aliada na descarbonização da cadeia da avicultura em Goiás[1]

Valquíria Duarte Vieira Rodrigues[2]
Alcido Elenor Wander[3]

Resumo – O objetivo deste artigo foi identificar como a contabilidade de gestão ambiental contribui com a descarbonização do frango de corte. A metodologia adotada foi o estudo de caso realizado em uma agroindústria de alimentos, de relevante importância econômica, em Goiás. Analisaram-se apenas ações de gestão de resíduos sólidos, estação de tratamento de efluentes químicos, fontes energéticas e emissões, e reflorestamento. A gestão ambiental já era uma preocupação da agroindústria, mas não havia um estudo com conhecimentos coordenados e sistematizados à luz da contabilidade ambiental, ou seja, de caráter científico. A contabilidade ambiental é uma opção viável, desde que haja monitoramento e assessoria de profissionais qualificados, tanto para a implementação do modelo quanto para o processo de análise das informações contabilmente apuradas. Assim, em se tratando da política de redução da poluição e tratamento dos efluentes gerados, a indústria de alimentos pode diminuir a quantidade de lodo biológico, como consequência da redução de materiais e resíduos gerados e remover 85% da matéria orgânica e 95% de óleos graxos dos resíduos gerados passíveis de reciclagem. Além disso, pode promover a redução de materiais e energia por unidade de produto ou serviço e favorecer a competitividade, ao mesmo tempo que pode reduzir as ameaças sobre o meio ambiente. Portanto, a contabilidade de gestão ambiental é uma ferramenta imprescindível para o desenvolvimento da pegada de carbono, uma vez que ela apresenta elementos para subsidiar a elaboração do inventário e o mapeamento das práticas de gestão ambiental.

Palavras-chave: cadeia da carne de frango, ecocontrole, sustentabilidade.

Environmental accounting combined with the decarbonization of the poultry chain in Goiás

Abstract – The objective of this article was to identify how environmental management accounting contributes to the decarbonization of broilers. The methodology adopted was the case study conducted in a food agroindustry of relevant economic importance, in the state of Goiás, Brazil. Analyses were performed only for actions of solid waste management, treatment plant of chemical effluents, energy sources and emissions, and reforestation. Environmental management was already a concern for the agroindustry. However, there was no study with coordinated and systematized knowledge in the light of environmental accounting, that is, of a scientific nature. Environmental accounting is a viable option, if there is monitoring and advice from qualified professionals, both for the implementation of the

[1] Original recebido em 3/2/2023 e aprovado em 3/3/2023.

[2] Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: prof.valquiriaduarte@gmail.com

[3] Embrapa Arroz e Feijão/Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: alcido.wander@embrapa.br

model and for the process of analyzing the accounting information. Therefore, regarding the policy for pollution reduction and treatment of generated effluents, it manages to reduce the amount of biological sludge as a consequence of the reduction of materials and generated waste, and to remove 85% of the organic matter and 95% of oils and fatty acids from generated waste that can be recycled. Besides, it can promote the reduction of materials and energy per unit of product or service and favor competitiveness, while reducing threats to the environment. Therefore, the environmental management accounting is an essential tool for the development of the carbon footprint, as it shows elements to support the preparation of an inventory and mapping of environmental management practices.

Keywords: chicken meat chain, eco-control, sustainability.

Introdução

A participação do Brasil no mercado mundial de alimentos nos últimos dez anos saltou de US$ 20,6 bilhões para US$ 100 bilhões, com destaques para carne, soja, milho, algodão e produtos florestais (Bauermann et al., 2022; ABPA, 2023). Segundo a Embrapa (Embrapa Suínos e Aves, 2019), os dados indicam que a contribuição do País para o abastecimento mundial deverá crescer ainda mais nos próximos anos. Com base nesse panorama, é preciso refletir sobre a importância de um crescimento econômico global sustentável, que tem exigido das organizações alinhamento por meio da adoção de práticas de gestão ambiental que busquem equacionar o aumento da produção com a finitude dos recursos naturais.

A atividade avícola é um dos principais setores agroindustriais do País, e, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o Paraná lidera o ranking desde 2005, com 26,7% do total nacional. Os outros destaques são São Paulo (13,6%), Rio Grande do Sul (11,1%), Santa Catarina (9,2%) e Minas Gerais (8,1%). Entre os municípios, Santa Maria de Jetibá, ES, exibe o maior efetivo de galináceos desde 2016. (ABPA, 2023).

A indústria de frango no Brasil é considerada uma das principais em todo o mundo, juntamente com a da China e a dos Estados Unidos. O País foi líder em inovações na indústria, especialmente na região Sul. Segundo Bereta & Rodrigues (2022), a indústria avícola se tornou moderna no Brasil na década de 1970, graças à política agrícola de créditos subsidiados, à instalação de frigoríficos, à integração e à articulação internacional, tudo com o objetivo de melhorar os processos e expandir os mercados consumidores.

Desse modo, em 2021 a avicultura nacional embarcou 4,6 milhões de toneladas, garantindo ao Brasil o título de maior exportador global, sendo a Ásia e o Oriente Médio os principais destinos (ABPA, 2021). Os frangos são o segundo maior rebanho nacional, atrás apenas dos bovinos (ABPA, 2023). Diante dessa realidade, é preciso dinamizar formas de produzir em um ambiente regulatório no qual são criados instrumentos para precificar a relação entre eficiência do uso dos recursos naturais e a matriz energética limpa e para mitigar as emissões de gases. Assim, a criação de créditos de descarbonização, ativos financeiros negociáveis, pode impulsionar a bioeconomia (biofertilizantes, bioinsumos, biogás) por meio de condições favoráveis já presentes no País.

Da necessidade de desenvolver métodos e ferramentas que ajudem as organizações a gerirem de formar eficiente os recursos naturais, surgiu a contabilidade ambiental (CA) com a missão de atender à necessidade de mensurar os efeitos da atividade empresarial sobre o meio ambiente. A CA é capaz de contribuir com os processos de elaboração do inventário, do mapeamento, da avaliação, do monitoramento e da evidenciação das práticas de gestão ambiental (Gunarathne & Lee, 2021).

Segundo Gunarathne & Lee (2021), a CA é mais eficiente que a contabilidade tradicional quando o objetivo é tratar das questões ambientais e, por isso, suas demonstrações contábeis podem evidenciar de forma objetiva as práticas de gestão ambiental desenvolvidas. Assim, o objetivo aqui é identificar como a contabilidade de ges-

tão ambiental contribui com a descarbonização do frango de corte, e a pesquisa é feita a partir de um estudo de caso em uma agroindústria de produção e processamento de produtos derivados da avicultura em Goiás.

Metodologia

Enquadramento metodológico

Realizou-se aqui uma pesquisa aplicada – buscando analisar a teoria e fazer a aplicação prática na resolução de problemas –, baseada nos princípios da contabilidade ambiental (CA) e da gestão ambiental empresarial. Quanto à abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa, já que se fez uma análise de dados por meio de observações e registros obtidos de fonte direta (Marconi & Lakatos, 2003). O estudo de caso refere-se ao monitoramento e análise de determinado objeto ou grupo humano sob todos os seus aspectos, mas se restringe ao que estuda. Gil (2010, p.37) afirma que o estudo de caso "consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento".

Esse tipo de estudo reúne o maior número de informações detalhadas, valendo-se de diferentes técnicas: equilíbrio intelectual e capacidade de observação (olho clínico), além de parcimônia (moderação) quanto à generalização dos resultados de pesquisa que visam apreender uma determinada situação e descrever a complexidade de um fato (Marconi & Lakatos, 2003).

De acordo com Yin (2010), o estudo de caso compreende o estudo empírico para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real de vida quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto no qual ele se insere não são claramente definidas. A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso é a tentativa de esclarecer em uma decisão, ou em um conjunto de decisões, o motivo pelo qual elas foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados.

Embora o estudo de caso não permita a generalização dos resultados, ele fornece subsídios para comparações com realidades similares. Portanto, o estudo de caso foi feito por meio da observação e acompanhamento das atividades executadas para colocar em prática a gestão ambiental dentro da agroindústria, destacando a importância da gestão ambiental. Por fim, foi feita uma breve descrição das vantagens obtidas a partir da gestão ambiental, avanços e limitações.

Quanto aos procedimentos técnicos para a obtenção dos dados, foram definidas duas estratégias: 1) a pesquisa bibliográfica, que envolveu a revisão da literatura científica para o delineamento dos fundamentos teóricos do estudo; e 2) o estudo de caso, que envolveu a pesquisa documental e a vivência da agroindústria do setor de alimentos em Goiás.

Caracterização da agroindústria objeto do estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido em uma agroindústria de alimentos, de relevante importância econômica em Goiás. A agroindústria objeto do estudo de caso será denominada como agroindústria. Ela iniciou suas atividades como uma sociedade limitada em 1991, tornando-se uma S/A de capital fechado em 2012. Sua principal atividade é a fabricação e comercialização de produtos e derivados de carne de aves, que abastecem o mercado nacional (oito estados e o Distrito Federal) e 60 países.

A atuação da agroindústria é distribuída em 34 municípios, concentrada na porção central do estado (Figura 1). Segundo o RAS – Relatório Anual de Sustentabilidade (São Salvador Alimentos S.A., 2021), as unidades são: dois abatedouros; um incubatório; duas fábricas de rações; dois matrizeiros de recria; uma unidade de produção de ovos férteis; quatro unidades arrendadas e parceiras para recria e produção de ovos férteis; e 208 unidades de frango/aves de corte no sistema de integração (fazendas integradas), compostas, na maioria, por agricultores familiares que possuem aviários em

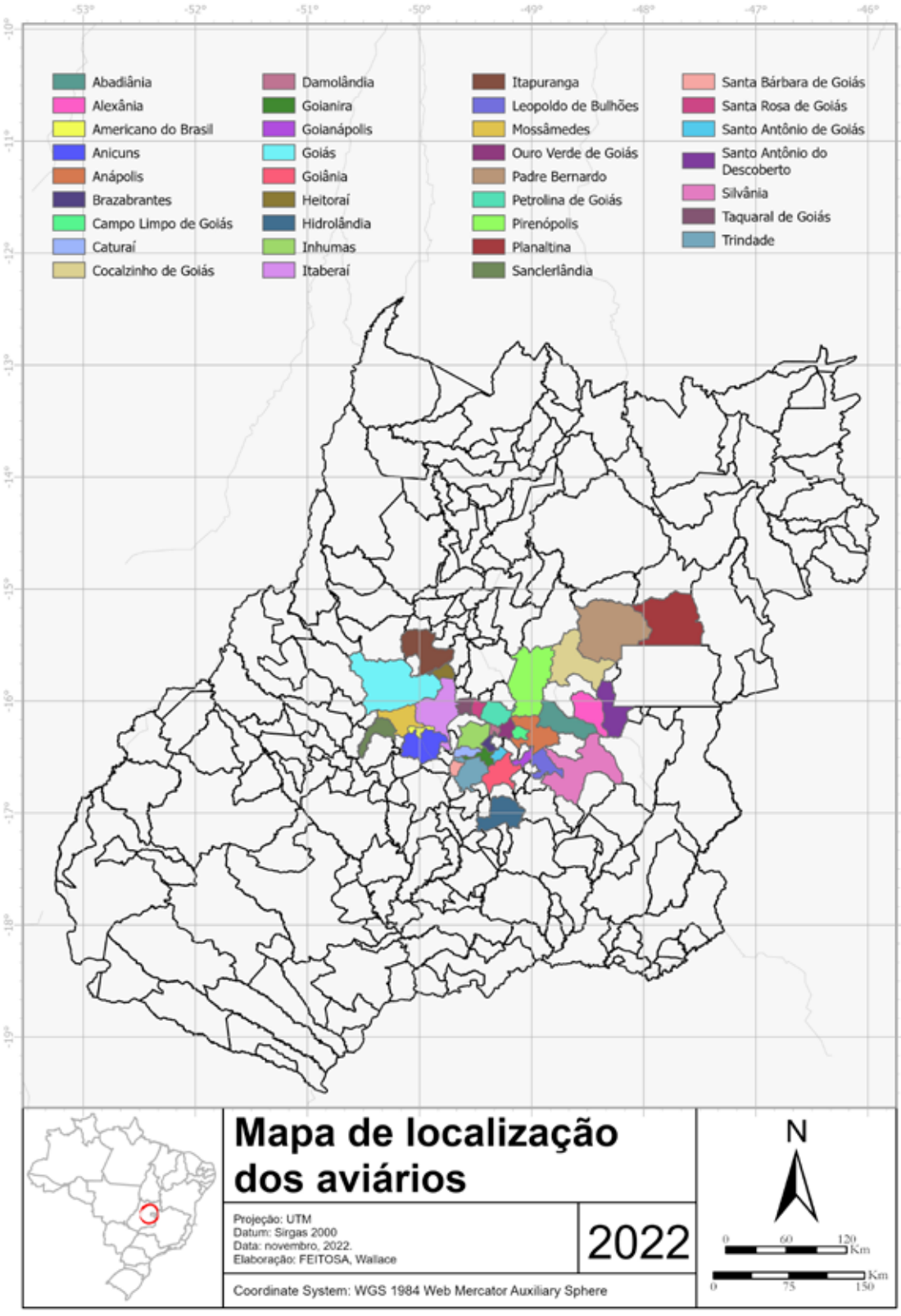


Figura 1. Mapa de atuação da agroindústria em Goiás.

suas propriedades, totalizando 805 aviários e duas estações de tratamento de efluente (ETE).

A agroindústria tem atuação também em outros estados, possuindo centros de distribuição em Belém, PA, Brasília, DF, Uberlândia, MG e no Paraná. Em 2021, ela atendeu a mais de 24 mil clientes nos mercados interno e externo e, com habilitação para vender para mais de 170 países, em 2021 exportou para 69 destinos – África, América Ásia e Europa.

A agroindústria adota como estratégia de negócios a verticalização, e o modelo de negócio vertical, atuando em todas as fases da cadeia produtiva da avicultura, desde a produção de matrizes até o abate e processamento. O fluxograma compreende o armazém de grãos, fábrica de rações, matrizeiros, incubatório, integração ou criatórios, processamento, fábrica de farinhas e óleos, industrialização e distribuição. O objetivo desse formato é reduzir custos e o uso dos recursos naturais, aumentar a eficiência operacional e proteger a agroindústria de riscos (como os de eventuais adversidades no fornecimento de matérias-primas), conferindo assim sinergia entre as etapas de produção.

Coleta de dados

Gil (2008) define três tipos de observação dentro das técnicas de coleta de dados na pesquisa social: observação simples (direta), observação participante e observação sistemática. Este estudo optou pela observação sistemática, que consistiu na observação dos eventos e fatos cotidianos da agroindústria, por meio da participação ativa na rotina. A coleta das informações é seguida pela análise e interpretação dos dados, atribuindo sistematização ao processo.

Como ponto de partida, foi necessário identificar as práticas de gestão ambiental desenvolvida pela agroindústria via pesquisa documental e checagem in loco. Dessa maneira, foi possível conhecer as práticas, ano de implantação, estrutura física, fluxo dos processos, objetivos e forma de monitoramento. De acordo com Asiri et al. (2020), os dados da contabilidade da gestão ambiental são valiosos por fornecer dados de custo necessário para avaliar o impacto financeiro, mas também para se obter informação física do fluxo dos processos e materiais.

A pesquisa baseou-se nas técnicas de contabilidade financeira e gerencial, partindo da análise das ocorrências dos fatos administrativos que permitiram mapear as ações e conhecer a realidade financeira das práticas pesquisadas – investimentos, custos, gastos, despesas e receitas. O cumprimento dessa etapa foi apoiado em documentos internos da rotina de escrituração contábil da agroindústria. O recorte temporal em relação às práticas de gestão ambiental contempla as ações implementadas até 2022; em relação à movimentação contábil, refere-se apenas a 2021, por ser o ano mais atual que já está consolidado.

Depois, fez-se o levantamento das informações relativas às práticas de gestão ambiental: gestão de resíduos sólidos, estação de tratamento de efluente química, fontes energética e emissões e reflorestamento.

Dessa forma, identificou-se que a agroindústria adota o sistema de contabilidade por atividades, ou seja, a metodologia do custo baseado em atividades, que consiste em dividir a empresa em atividades com o objetivo de discernir todas as movimentações, permitindo assim a identificação dos custos de cada prática de gestão ambiental e a mensuração do seu desempenho.

Análise dos dados

A técnica adotada aqui foi a análise de conteúdo, na modalidade de análise temática, atendendo às diferentes fontes de coleta de dados empregadas no estudo, como a revisão dos documentos da agroindústria e o registro das observações realizadas. Segundo Bardin (2009), a análise de conteúdo das comunicações recebidas na coleta de dados é composta por três fases e possibilita a definição de parâmetros ou códigos, por meio de procedimentos sistemáticos, chegando a inferir conhecimentos desses dados.

A primeira fase é a pré-análise, que consiste na organização do material que foi gerado na coleta dos dados. A segunda é a descrição analítica, que consiste na compilação dos materiais que constituíram o *corpus* da pesquisa. E a terceira é a interpretação referencial, que é a fase da análise propriamente dita (Bardin, 2009).

Resultados e discussão

Depois da observação das atividades operacionais in loco – no centro de custo do departamento cuja função é alocar os custos – e da análise dos documentos contábeis, foi possível mapear as práticas de gestão ambiental, e a análise mais precisa foi realizada apenas nas ações de gestão de resíduos sólidos, estação de tratamento de efluente química, fontes energética e emissões e reflorestamento.

Caracterização da gestão ambiental da agroindústria

De acordo com o RAS, apresentado pela agroindústria em abril de 2022, o modelo de política ambiental desenvolvido visa à proteção e preservação da qualidade do ambiente e da relação com seus colaboradores e com a comunidade. Essas diretrizes são definidas com base na missão declarada de

> [...] garantir um alimento saudável, seguro e acessível a toda população, mantendo crescente a credibilidade do produto ofertado, visando à participação e à rentabilidade no mercado global, com respeito à vida, ao meio ambiente e aos direitos do consumidor e da sociedade (São Salvador Alimentos S.A., 2022, p.17).

Dessa forma, a agroindústria busca ser uma das maiores no setor de alimentação no Brasil, com reconhecimento e valorização de sua marca pela inovação e qualidade dos produtos e serviços. Os seus valores são: ética, transparência, confiabilidade, compromisso com o cliente, responsabilidade socioambiental, valorização das pessoas, qualidade, eficiência, disciplina e espírito de equipe (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

A gestão ambiental implementada segue três abordagens: 1) controle da poluição; 2) prevenção da poluição; e 3) abordagem estratégica, o que corrobora os estudos de Donaire (1999), Dias (2011) e Barbieri (2016). Nesse contexto, a agroindústria trata os problemas ambientais visando lucratividade, participações em mercados, domínio de tecnologias e melhoria de sua reputação para se diferenciar em sua área de negócio (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

Em 2012, a agroindústria buscou se reestruturar com o objetivo de implantar o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Para tanto, assegurou em sua estrutura uma representação por meio da Gerência de Sustentabilidade e Meio Ambiente. Atualmente, há o Comitê de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (CGAS), cuja responsabilidade é implementar o SGA, cuidar para que sejam atingidos os seus objetivos e metas, sejam esses objetivos definidos para o atendimento de demanda regulamentar, sejam para o aumento da eficiência do uso de matérias-primas. O CGAS é composto por um diretor, uma gestora e três operacionais.

Isso está em acordo com Barbieri (2016), para quem um sistema de gestão ambiental requer formulação de política, definição de objetivos, coordenação de atividades e avaliação dos resultados. Requer o envolvimento do alto grau da direção da agroindústria, para tratar das questões ambientais de modo integrado com as demais atividades empresariais, pois esse envolvimento facilita a incorporação de todas as áreas e permite a disseminação das preocupações ambientais entre os colaboradores, fornecedores, prestadores de serviços, clientes e vizinhança.

O CGAS trabalha com indicadores quantitativos e indicadores de desempenho para medir e monitorar os resultados do SGA: estratégicos; lucratividade; efetividade; qualidade; capacidade; produtividade (materiais usados, discriminados por peso e volume; consumo de energia); competitividade e custo. Os indicadores são métricas que quantificam o desempenho organizacional, ou seja, possibilitam a comparação dos resultados obtidos (atuais) com os almejados e estipulados.

Para cada prática de gestão ambiental, há indicadores específicos, descritos a seguir.

Gestão de resíduos sólidos

Aliadas à implantação da tecnologia, as ações de gerenciamento de resíduos sólidos são desenvolvidas em quatro grupos nos diversos setores da agroindústria: a gestão do resíduo sólido de todas as unidades (papelão, aparas de embalagens, galões, uniformes e equipamentos de proteção individual – EPIs); o lodo sólido da estação de tratamento de efluentes (ETE); a composteira (resíduos de aves); e a compostagem (material orgânico de toda a cadeia).

A gestão do resíduo sólido contempla um conjunto de ações, entre elas a logística reversa, tanto de produtos próprios quanto de terceiros utilizados nos processos produtivos, o que evidencia o compromisso em dar a destinação correta aos resíduos. Para a execução dessa prática, foi montado um esquema de apoio que dá sustentação ao processo pela implementação de uma central de coleta de resíduos recicláveis. Também foi necessário divulgar a coleta seletiva aos colaboradores, estimulando todos os setores a segregar os recicláveis na fonte, para auxiliar o trabalho da central.

Em 2003, foi adquirido um galpão para a instalação do almoxarifado de material de uso e consumo e para sediar o pátio da central de coleta de sucatas de máquinas, de equipamentos e sobras de materiais de construção (ferros, portas e janelas, entre outros). Por fim, instalou-se a central de reciclagem. Para desenvolver essa atividade, atuam cinco colaboradores de forma direta e uma equipe de suporte responsável por mapear os pontos e realizar a coleta de materiais recicláveis (Figura 2).

São etapas do gerenciamento de resíduos: coleta, manuseio, embalagem, armazenamento temporário, tratamentos e destinação final. É feita também a reciclagem e a reutilização dos materiais, quando possível, bem como a comercialização dos resíduos.

Em 2021, o total de 14,1 mil toneladas de resíduos perigosos ganharam a seguinte destinação: incineração de 122,1 quilos de resíduos perigosos, como EPIs, lixo comum contaminado, etiquetas, dedos de depenadeiras contaminados, resíduos de medicamentos (vacinas e agulhas) e de serviços de saúde; descontaminação de 1.704 lâmpadas; e rerrefino de 14.140 litros de óleo usado (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

Em relação aos resíduos não perigosos, em 2021 eles totalizaram o montante de 79,4 mil toneladas, com receita ambiental de R$ 103 milhões: 37,7 mil toneladas vieram da reutilização na fabricação de ração; 13,8 mil da reciclagem para a fabricação de ração pet; 2,8 mil da reciclagem para a fabricação de biocombustíveis; 1,2 mil da reciclagem de sucatas; 22, 9 mil da compostagem orgânica; 189 toneladas da recuperação, incluindo recuperação de energia; e 628 toneladas destinadas ao aterro (classe 12) (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

Composteira e compostagem

A composteira é um sistema de tratamento das aves descartadas no processo produtivo, consideradas comprometidas segundo normas sanitárias. As aves descartadas vão compor o adubo orgânico, que é regulamentado pela Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009 (Brasil, 2009). O sistema de compostagem consiste em recolher, acondicionar e transportar os resíduos orgânicos que foram gerados em todas as atividades desenvolvidas pela cadeia, seja de obtenção da matéria-prima, seja de produção, transformando-os em adubo orgânico.

Dos resíduos da ETE, há o lodo, e da caldeira, cinzas, cascas de ovos e matéria orgânica dos ovos que não evoluíram, resíduos do armazém, compostos pelas sujeiras dos grãos, resíduos dos matrizeiros de produção e de recria, cama de aves e matéria orgânica das composteiras (restos de aves). Nessa etapa, não são consideradas a cama de aves dos integrados.

Todos esses resíduos são agrupados e somados ao esterco do confinamento da empresa

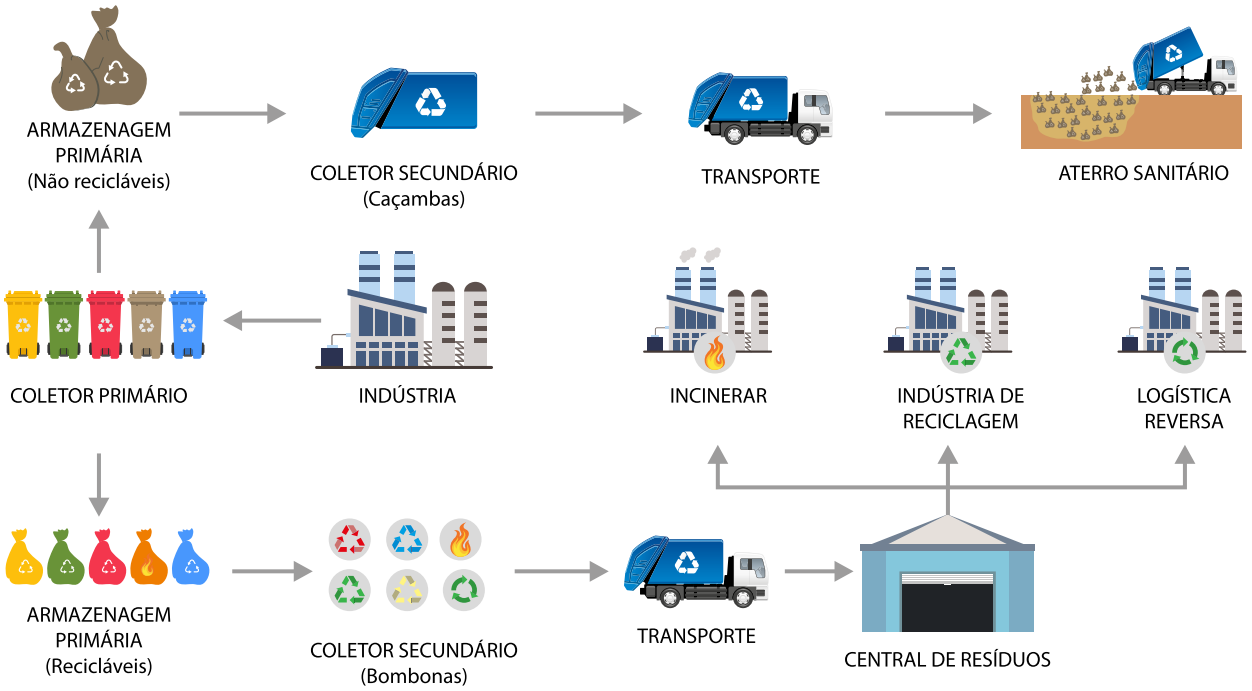


Figura 2. Fluxograma do gerenciamento de resíduos.

parceira e, a partir de então, dá-se início à produção da compostagem. Constatou-se que o adubo orgânico produzido nesse processo é utilizado em lavouras da região.

Os normativos legais aplicados a essa atividade são a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010), Política Nacional dos Resíduos Sólidos; o Decreto Federal nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022a), que regulamenta a Lei nº 12.305, de 2010 (Brasil, 2010); a Lei Estadual de Goiás nº 14.248, de 29 de julho de 2002 (Goiás, 2002), Política Estadual de Resíduos Sólidos; e a Lei Estadual de Goiás nº 20.725, de 15 de janeiro de 2020 (Goiás, 2020), que institui a Política Estadual de Crédito para Cooperativas e Associações especializadas em reciclagem de materiais obtidos no lixo ou em programas de coleta seletiva.

Estação de tratamento de efluentes (ETE)

Em 2012, foi implementada na agroindústria a segunda estação de tratamento de efluentes (ETE). Havia uma ETE na modalidade de lagoas de estabilização, mas, como estratégia, adotou-se outro sistema cujo tratamento passou a ser por processos físico-químicos e biológicos, mantendo-se a primeira em funcionamento conjunto.

A ETE química permitiu a redução das emissões atmosféricas, sendo ela certificada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2012, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. A certificação tem validade até 2023, mas assegurou-se que não são comercializados os créditos de carbono nem a escritura em seu sistema contábil. Segundo Dias (2011) e Barbieri (2016), a Produção Mais Limpa é uma estratégia ambiental aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente.

A Certificação MDL permite negociar no mercado mundial a tonelada de CO_2 não emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento. No Brasil, por causa das regras sobre valores mobiliários, a compra e a venda de créditos são feitas por leilões promovidos pela bolsa de valores BM&FBOVESPA a pedido de entidades públicas e privadas. Apesar da oportunidade de

comercialização desse ativo, identificou-se que a agroindústria reconhece em suas demonstrações contábeis o crédito como ativo intangível ambiental, até por não ter interesse na sua comercialização, e sim na manutenção do crédito como ganho ambiental na sua atividade.

Outro fato relevante ocorreu em relação ao lodo de esgoto que é retirado no processo produtivo, secado e, até 2017, destinado para abastecimento da caldeira. A partir de 2018, ele passou a ser destinado para a fabricação de adubo orgânico, decisão que contribui para uma destinação eficiente desse resíduo – isso proporciona redução dos gases emitidos, mas, em contrapartida, aumenta o consumo de madeira para abastecer a caldeira. Diante desse cenário, foi preciso buscar novas tecnologias para reduzir também o uso de madeira (cavaco).

A nova ETE possibilitou também a extração de óleo (ácido graxo), que, de 2012 a 2017, era comercializado só para fábricas de sabão e produtos de limpeza; em 2018, passou a ser comercializado para a fabricação de biodiesel, por causa da alta qualidade do produto.

O tratamento físico-químico e biológico remove 85% da matéria orgânica e 95% de óleos e graxos. A extração de óleo graxo foi de três mil toneladas em 2022, com receita ambiental de R$ 13 milhões. Nota-se que quando os resíduos são devidamente tratados, isso gera receitas e reduz o lançamento no meio ambiente. Para Donaire (1999), Dias (2011) e Barbieri (2016), esse processo é denominado de reciclagem interna, cujos alvos são o tratamento o e aproveitamento dos resíduos na fonte produtora.

Para manter os parâmetros exigidos, são realizadas análises mensais por laboratório terceirizado para medir a qualidade do efluente que entra e da água que sai da ETE. O processo de tratamento é monitorado de hora em hora, bem como a qualidade e o volume dos bioprodutos.

A dinâmica da ETE consiste em tratar os resíduos da indústria. Recolhidos por uma tubulação, eles passam por uma calha Parshall e desbocam num sistema de gradeamento, cuja função é fazer a separação dos resíduos sólidos e líquidos. Então, os resíduos líquidos são destinados a um tanque de equalização e, quando saem do tanque, recebem adição química e são destinados ao flotador primário e, em seguida, ao flotador secundário, onde ocorre a separação do lodo cru, que é encaminhado para um tanque de aquecimento, onde se obtém os dois subprodutos, o óleo graxo e o lodo. Do *tridecnater,* o óleo graxo é destinado para o tanque de óleo interno e, posteriormente, aos tanques de expedição, momento em que está pronto para a comercialização.

Depois da separação do óleo graxo, obtém-se também o lodo, que é encaminhado para o secador. Do secador, o lodo era destinado, até 2017, ao abastecimento da caldeira para contribuir na produção de vapor. No entanto, em busca de destinação ambientalmente correta, ou seja, que causasse menos impacto ao meio ambiente, a partir de 2018 o lodo destina-se ao processo de produção de compostagem, ou seja, adubo orgânico.

Como já apontado, a agroindústria possui dois sistemas de ETE. O primeiro foi escrito acima, e o segundo consiste no tratamento da água para ser devolvida ao rio, como determina a legislação. Neste último sistema, a água recebe a adição de produtos químicos e é destinada às lagoas de tratamento, onde recebe a adição de produtos biológicos (anaeróbica). Depois do período de tratamento nas lagoas, finalmente a água é devolvida ao rio (Figura 3).

Nas duas ETEs, as etapas se distinguem depois dos flotadores primário e secundário. Nesse estudo, foi analisada apenas a ETE química, por se tratar de uma ação de gestão ambiental estratégica, já que a agroindústria poderia continuar em operação sem a sua implantação.

Dessa forma, nota-se que essa ação possui as três abordagens de gestão apontadas por Donaire (1999), Dias (2011) e Barbieri (2016), sendo a primeira a de controle da poluição, por ter característica de uma preocupação básica de cumprimento de legislação e respostas à demanda da comunidade em minimizar os impactos de vizinhança, também por uma ação reativa com

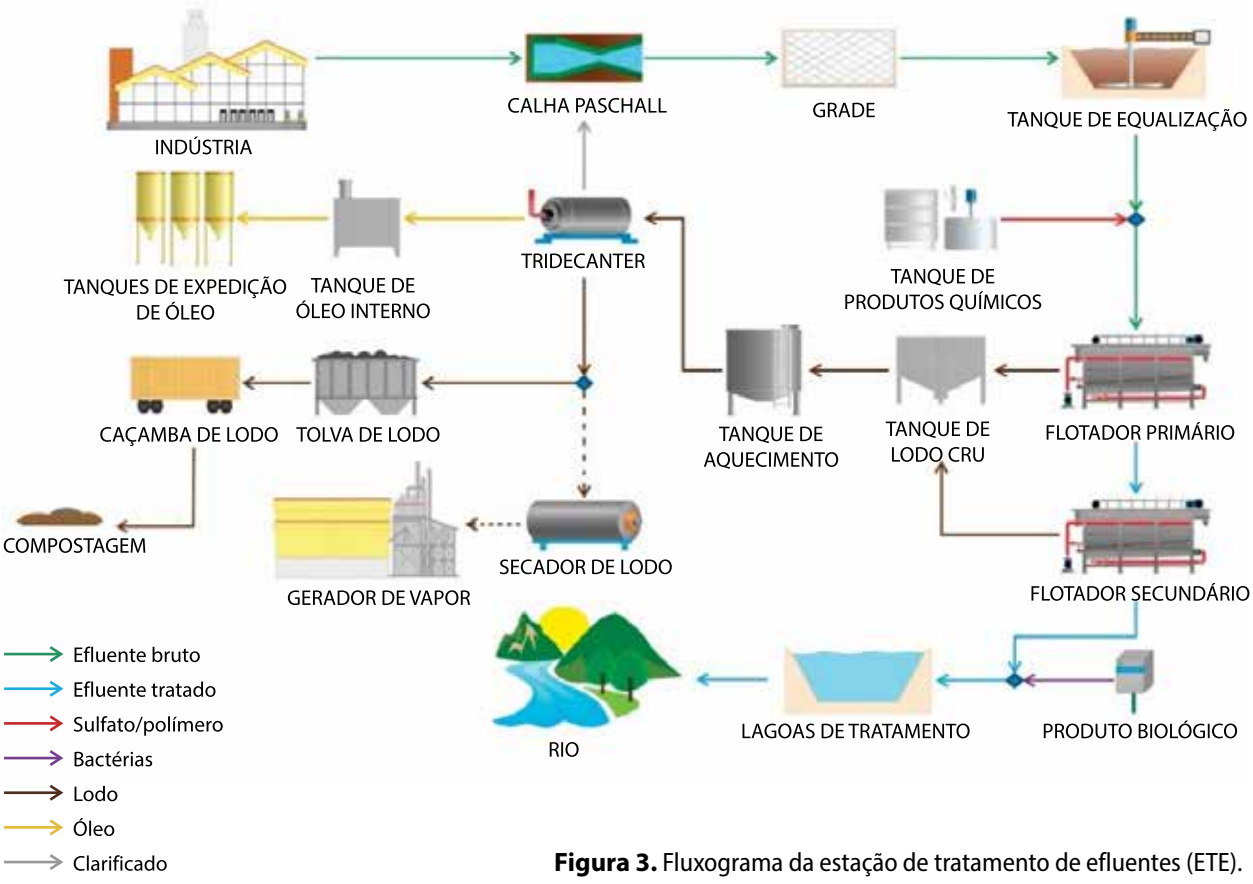


Figura 3. Fluxograma da estação de tratamento de efluentes (ETE).

uso de tecnologias de controle final de processo e por garantir as normas de saúde e segurança no trabalho.

A segunda abordagem é a de prevenção da poluição, já que a ETE química proporciona o uso eficiente dos insumos, sendo um procedimento corretivo e preventivo de conservação e substituição dos insumos pelo uso de tecnologias limpas e por proporcionar a redução dos custos e o aumento da lucratividade pela comercialização dos óleos e do lodo.

A terceira abordagem é a estratégica, pois a ação promove o aumento da competitividade ao contemplar as atividades ambientais. Os normativos legais aplicado a essas atividades são a Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama, 2011), e a Resolução nº 503, de 14 de dezembro de 2021 (Conama, 2021).

Energia e emissões

Fontes energéticas limpas

A agroindústria investe em diversos projetos para a redução do consumo de energia elétrica, como o sistema que diminui o consumo dos aparelhos de ar-condicionado; a substituição do maquinário; a instalação de lâmpadas LED; e sensores de movimento que mantêm as lâmpadas ligadas apenas quando há pessoas no local.

Nessa linha, quatro unidades da agroindústria contam com o projeto de energia solar ainda em forma de projeto-piloto. O projeto foi instalado em 2017, com capacidade de geração de 78.000,0 kWh/mês, suficientes para suprir 100% da demanda da unidade do almoxarifado, o que representa 1% do total da demanda.

As unidades de matriz de recria e as de postura e incubatório também possuem os siste-

mas de energia solar, instalados no mesmo ano que o do almoxarifado, e são utilizados para o aquecimento da água consumida no banho dos colaboradores que trabalham nas unidades. No incubatório, por exemplo, são 130 colaboradores, que consomem diariamente 6 mil litros de água.

Os painéis solares são contabilizados como bens pertencentes ao grupo de contas "ativo imobilizado" no sistema de contabilidade tradicional, perfazendo o valor de R$ 337.711,31. Esses investimentos permitiram considerável economia de energia elétrica. O custo médio da energia solar é de R$ 0,19/kWh, valor abaixo do cobrado pelo serviço de fornecimento de energia elétrica do estado, que é de R$ 0,671/kWh, ou seja, uma economia mensal de R$ 0,481/kWh em 2022.

Os normativos dessa atividade são a Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018 (Conama, 2018), e a Lei Federal nº 14.300, de 2022 (Brasil, 2022b), sistemas de compensação de energia elétrica e programa de energia renovável.

Emissões diretas

O inventário é o primeiro passo para a promoção da redução das emissões de GEE. Os estudos tiveram como marco o ano-base de 2020, quando se empregou a ferramenta do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGVces), que, em 2021, foi utilizada e aprimorada. A Tabela 1 mostra as fontes utilizadas para o relato dos fatores de emissão e os índices de potencial de aquecimento global (global warming potential – GWP).

Identificou-se que a agroindústria usa grandes volumes de vapor e resfriamento, e essas emissões, como as emissões dos sistemas de geradores de energia elétrica movidos por combustível, também estão contabilizadas no escopo 1. As emissões indiretas (escopo 2) foram de 6.518,346 tCO_2e, com base na aquisição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Reflorestamento

O reflorestamento, cujo objetivo é a recuperação de áreas degradadas, traz, consequentemente, a melhoria da qualidade da água. Para o reflorestamento, são utilizadas espécies nativas, e o sistema de plantio varia de acordo com a topografia e a situação de degradação do solo. Essa ação independe do que é recomendado pela legislação (Código Florestal) como área de reserva legal ou como permanente.

O normativo legal aplicado a essa atividade é a Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 (Brasil, 2012a), Código Florestal, e a Lei Estadual de Goiás nº 18.104, de 18 de julho de 2013 (Goiás, 2013). De forma semelhante, a agroindústria mantém cercas vivas, barreiras sanitárias (ações replicadas às fazendas/unidades integradas) e jardins ecológicos, por meio do cultivo de eucaliptos e mudas nativas ao redor dos matrizeiros, do incubatório e dos aviários. Essa ação traz conforto térmico para as aves e serve de barreira sanitária para as unidades de abate, das fazendas de matriz, de cria e recria, do incubatório e dos aviários de frango de corte. A área total é de 710 ha, e a produtividade sustentável estimada foi de 248.500 m^3 em

Tabela 1. Emissões diretas (escopo 1) de GEE em 2020 e 2021.

GEE	Quantidade (t)		Toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2e)	
	2020	2021	2020	2021
CO_2	2.359,976	2.115,921	2.359,976	2.115,921
CH_4	579,958	933,356	14.498,950	26.133,968
N_2O	9,118	7,009	2.717,164	1.857,385
HFC	0,028	0,056	58,237	7,703
Total de emissões diretas	**-**	**-**	**19.634,327**	**30.114,977**

Fonte: Relatório Anual de Sustentabilidade – RAS (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

2022 – produção estimada de 350 m^3 de lenha por hectare de área plantada.

As barreiras sanitárias (cultivo de eucalipto) são reconhecidas pela contabilidade tradicional como integrantes do grupo de contas "ativo biológico" por causa de sua característica predominante. Dessa forma, neste estudo elas não foram consideradas um ativo ambiental. Já os jardins e os pátios arborizados, formados por gramas, arbustos e árvores nativas, mantidos em todas as suas unidades, correspondem à área de 466.437,16 m^2, cujas despesas são reconhecidas pela contabilidade tradicional como "outras despesas".

Em 2021, a agroindústria adquiriu uma fazenda de 32 hectares, e ela foi cercada com o intuito de favorecer a recuperação natural da vegetação, num total de 28 hectares. Outras duas iniciativas foram os projetos: Fomento Florestal, Plantar e Recuperação de Nascentes (São Salvador Alimentos S.A., 2022).

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi identificar como a contabilidade de gestão ambiental contribui para a descarbonização do frango de corte. A metodologia adotada foi o estudo de caso de uma agroindústria de produção e processamento de produtos derivados da avicultura, localizada em Goiás. Certificou-se que a agroindústria desenvolve uma gestão ambiental capaz de mitigar os impactos ambientais, reduzindo, por exemplo, as emissões de gases de efeito estufa.

Constatou-se que a redução se manteve em 27% de 2014 a 2022. A estação de tratamento de efluentes química foi certificada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2012, por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). A certificação tem validade até 2023, pela redução da emissão de gases de efeito estufa – principalmente metano (CH_4) e dióxido de Carbono (CO_2) – de 55,58 toneladas.

A agroindústria está em um patamar de vantagem estratégica (competitiva) quanto às práticas de reciclagem e proteção ambiental, o que decorre do aumento das taxas de reciclagem de seus produtos, em cumprimento ao que é instituído pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. Isso está de acordo com os objetivos da ecoeficiência apontados por Thomas & Callan (2010), Dias (2011) e Barbieri (2016), que tornam as empresas mais competitivas, inovadoras e ambientalmente responsáveis, incrementando de forma qualitativa a economia e reduzindo os impactos ambientais e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida dos produtos ou serviços.

Quanto aos projetos de energia solar, mesmo em fase de implantação, eles permitiram que a agroindústria obtivesse uma economia de R$ 285.080,00, referentes a 438.628,24 kWh. Ou seja, ganho ambiental aliado à redução dos custos com energia elétrica.

Quanto à política de redução da poluição e tratamento dos efluentes gerados, a agroindústria conseguiu diminuir a quantidade de lodo biológico, com a redução de materiais e resíduos gerados, e, além disso, remover 85% da matéria orgânica e 95% de óleos e graxos dos resíduos gerados passíveis de reciclagem. Isso vai ao encontro dos objetivos da ecoeficiência apontados em Thomas & Callan (2010), Dias (2011) e Barbieri (2016), pois promove a redução de materiais e energia por unidade de produto ou serviço e favorece a competitividade, ao mesmo tempo que diminui as ameaças sobre o meio ambiente

Além disso, na estação de tratamento os efluentes são filtrados para posterior recuperação da água, que é devolvida ao mesmo rio onde ocorre a captação para o uso no processo produtivo – parte dessa água é reutilizada na manutenção dos jardins.

A agroindústria possui o selo ISO 9001, norma que certifica o sistema de gestão da qualidade. Possuiu também as certificações: ISO 14001 (ABNT, 2015) e OSHAS 18001, em plantas de produtos intermediários (fábrica de ração e incubatório); OSHAS 18001, norma que ajuda na organização do controle dos riscos e a melhorar o desempenho no âmbito do sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho (Rodrigues, 2020); e Hazard Analysis

and Critical Control Points (HACCP), reconhecimento pela sua responsabilidade de garantir alimentos seguros para os consumidores sob o ponto de vista sanitário. Além disso, a agroindústria não possui processos relacionados a multas, indenizações ou quaisquer penalidades desde 1991.

Em relação às contribuições deste estudo para a formulação de políticas públicas, vale lembrar que o Brasil está alinhado com a agenda internacional quanto ao uso sustentável dos recursos naturais, de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Sustainable Development Goals) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Nesse contexto, foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e lançado o 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) (Brasil, 2012b).

As ações do Plano ABC para a produção agropecuária com baixa emissão de carbono incluem: recuperação de pastagens degradadas; adoção de sistemas integrados (ILP e ILPF) e sistemas agroflorestais (SAFs); adoção do sistema plantio direto (SPD); difusão da fixação biológica de nitrogênio (FBN); expansão da área de florestas plantadas; e tratamento de dejetos animais. Este trabalho contribui para aferir os resultados e repensar novas práticas de gestão em termos de adoção de tecnologias sustentáveis e em relação à mitigação das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq) na atmosfera, bem como para verificar se essas ações têm sido eficientes em conciliar produção agropecuária com sustentabilidade.

Conclui-se que a contabilidade de gestão ambiental é uma ferramenta imprescindível no processo de descarbonização do frango de corte, já que ela possui elementos para subsidiar a elaboração do inventário, o mapeamento, a avaliação, o monitoramento e a evidenciação das práticas de gestão ambiental. Pode, portanto, contribuir para a avaliação das ações do Plano ABC, bem como com seus resultados.

A limitação deste estudo decorre do fato de ele analisar apenas as práticas de gestão de resíduos sólidos, a estação de tratamento de efluente química, as fontes energética e as emissões e o reflorestamento.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**: Sistemas de gestão ambiental: requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015. 41p.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2021**. 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2021.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2023.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2023**. 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 30 maio 2023.

ASIRI, N.; KHAN, T.; KEND, M. Environmental management accounting in the Middle East and North Africa region: significance of resource slack and coercive isomorphism. **Journal of Cleaner Production**, v.267, art.121870, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121870.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial**: conceitos, modelos e instrumentos. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BAUERMANN, B.F.C.; ALVAREZ, E.; MATKIEVICZ, G.P.; OLEQUES, J. das C.; OLIVEIRA, J.V.A. de. Competitividade das exportações brasileiras da carne de frango frente às exportações americanas. **Revista de Desenvolvimento Econômico - RDE**, ano24, p.74-89, 2022.

BERETA, V.; RODRIGUES, A.M.; REBELATO, M.G. Referencial metodológico para a avaliação do desempenho ambiental de empresas da indústria avícola. **Revista Produção Online**, v.22, p.2316-2348, 2022. DOI: https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i1.4556.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2022a. Disponível em: <https://bit.ly/3Aq2iAF>. Acesso em: 4 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3X90LbL>. Acesso em: 4 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 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; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro

de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. 2012a. Disponível em: <https://bit.ly/3XedIB2>. Acesso em: 4 out. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. 2022b. Disponível em: <https://bit.ly/3XarrsM>. Acesso em: 5 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA nº 25, de 23 de julho de 2009**. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view>. Acesso em: 1 fev. 2023.

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. 173p.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 2011. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/pt/publicacoes/245-resolucao/185-conama-n-430-de-2011?layout=publicacoes>. Acesso em: 4 out. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3V11OJ2>. Acesso em: 4 out. 2022.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 503, de 14 de dezembro de 2021**. Define critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes provenientes de indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, frigoríficos e graxarias. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3hMHflg>. Acesso em: 4 out. 2022.

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade e sustentabilidade. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Estatísticas - Brasil - Frangos de corte**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 29 jan. 2023.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.

GOIÁS. **Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. 2002. Disponível em: <https://cutt.ly/jM4vWA1>. Acesso em: 23 nov. 2022.

GOIÁS. **Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. 2013. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/90203/pdf>. Acesso em: 4 out. 2022.

GOIÁS. Lei nº 20.725, de 15 de janeiro de 2020. **Institui a Política Estadual de Crédito para Cooperativas e Associações especializadas em reciclagem de materiais obtidos no lixo ou em programas de coleta seletiva**. 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/AM4GZVd>. Acesso em: 23 nov. 2022.

GUNARATHNE, N.; LEE, K.H. Corporate cleaner production strategy development and environmental management accounting: a contingency theory perspective. **Journal of Cleaner Production**, v.308, art.127402, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127402.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RODRIGUES, V.D.V. **Contabilidade ambiental de uma agroindústria em Goiás**: análise do patrimônio e da rentabilidade. 2020. 115p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SÃO SALVADOR ALIMENTOS S.A. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2020**. Itaberaí, 2021. 111p.

SÃO SALVADOR ALIMENTOS S.A. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2021**. Itaberaí, 2022. 109p.

THOMAS, J.M.; CALLAN, S.J. **Economia Ambiental**: fundamentos, políticas e aplicações. Tradução: Antônio Claudio Lot e Marta Reyes Gil Passos. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Pós-titulação em assentamentos no Rio Grande do Sul[1]

Paulo Freire Mello[2]

Resumo – Com base em questionários estruturados e entrevistas com informantes-chave, avaliaram-se as estratégias de vida dos assentados de três assentamentos no Rio Grande do Sul, depois de grande parte das famílias terem recebido a liberação das cláusulas resolutivas do título de domínio. Os assentamentos apresentam diferenças ambientais importantes, o que redunda em diferentes preços de terra. A titulação tende a ampliar a segurança dominial e a inserção dos assentados nos mercados. Parte das famílias enveredou para uma estratégia produtiva, com acesso a crédito e, outra parte, para venda e arrendamento, em que a manutenção da moradia é algo também variável. Em geral, terras mecanizáveis tendem a ser arrendadas ou vendidas, repetindo a tendência geral de concentração da produção no País.

Palavras-chave: arrendamento de terras, reforma agrária, titulação.

Post-titling in settlements in Rio Grande do Sul

Abstract – Based on structured questionnaires and interviews with key informants, the life strategies of the settlers of three settlements, in Rio Grande do Sul state, Brazil, were evaluated, after most families had received the release of the resolutive clauses of the domain title. The settlements show important environmental differences, which results in different land prices. The titling tends to increase the domain security and the insertion of settlers in the market. Part of the families embarked on a productive strategy, with access to credit and, another part, on a strategy for sale and rent, in which the maintenance of the house is also somewhat variable. In general, mechanizable land tend to be leased or sold, repeating the general trend of production concentration in the country.

Keywords: land lease, agrarian reform, titling.

Introdução

Há imensa demanda por títulos de domínio na reforma agrária brasileira, mas o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) a atende de forma muito precária. Nos casos em que já ocorreu todo o processo, da titulação à liberação de cláusulas resolutivas, surge a oportunidade de avaliar seus reflexos nas estratégias de vida das famílias. Depois de o título ser quitado, o assentado pode solicitar que o Incra emita certidão de liberação de cláusulas resolutivas, que, ao ser registrada em cartório, permite ao assentado vender ou hipotecar a terra.

Trata-se de uma mudança importante na situação jurídica da propriedade, que será analisada, aqui, com base na comparação de três situações no Rio Grande do Sul: assentamento Canta Galo, no Município de Santa Bárbara do Sul;

[1] Original recebido em 4/2/2023 e aprovado em 3/3/2023.

[2] Incra-RS. E-mail: pfreiremello@yahoo.com.br

assentamento Bela Vista, em Jari; e assentamento Apolo, em Santana do Livramento.

A importância da segurança dominial, especialmente com relação à formalização dos direitos de propriedade das terras, não é uma novidade na literatura internacional (Binswanger-Mkhize et al., 2009). O argumento central dos defensores dos direitos de propriedade é que eles garantiriam o melhor uso dos recursos e o máximo incentivo à inovação. Ao contrário, o uso comunal promoveria comportamento oportunístico, menos inovação e possível degradação ambiental, a chamada tragédia dos comuns (Hardin, 1968).

Mas o processo não é inexorável, há razões históricas para a sobrevivência eventual de instituições tidas como ineficientes, como indica Dunn (2000), analisando uma situação no México. As razões para essa manutenção podem ser diversas. Quanto à reforma agrária latino-americana, De Janvry & Saudolet (2011) chegaram a afirmar que, em diversos locais, as famílias não foram tituladas, para que o controle clientelista das populações envolvidas fosse mantido.

Em parte da reforma agrária do México e Peru, os beneficiários receberam direitos comunais em regime restrito, o que Díaz (1997) atribuiu a uma estratégia das elites locais para manter alta a renda da terra. Segundo a mesma autora, os direitos de propriedade, conquistados posteriormente, ampliaram a produtividade das áreas reformadas nesses países. Numa perspectiva oposta, ainda no México, onde a reforma agrária foi intesna, Dunn (2000) avaliou o período de privatização das terras comunais, iniciado em 1992, cujo objetivo era ampliar a capacidade de investimento dos agricultores, já que o título funcionaria como garantia aos bancos. O autor não constatou diferença de produtividade entre os assentados e os pequenos proprietários e concluiu que a titulação poderia significar mais risco do que benefício, de modo que a mudança do estatuto legal deveria vir acompanhada de outros incentivos.

Na África Subsaariana, estima-se que somente 10% das terras sejam tituladas, o que decorre das dificuldades de operacionalização estatal (numa situação talvez pior do que a do Brasil), do custo financeiro e, também – o que, nesse caso, difere da nossa situação – dos custos sociais de eventual abandono das leis comunitárias e das obrigações que ele enseja. Isso envolve não só o uso da terra mas, também, outros aspectos da vida social, como a reciprocidade em geral, inclusive, considerando que se trata, muitas vezes, de situações de assimetria com os líderes locais (Gochberg, 2021).

Não parece razoável considerar no Brasil esta última variável, a não ser em situações específicas, a julgar pela consolidação de uma sociabilidade capitalista no campo brasileiro (Pedroso & Navarro, 2020). Aqui, parte-se de dois momentos: um primeiro em que o assentado, ainda não proprietário, ao mesmo tempo que está protegido de processo de falência, fica também limitado no acesso aos créditos, sendo impedido de avançar na produção. A proteção dos pequenos produtores das forças de mercado teria sua razão de ser num primeiro momento, embora autolimitante. No segundo momento, a titulação permitiria maior acesso a créditos, ampliando as possibilidades de produção e, ao mesmo tempo, o risco de falência (Alves et al., 2015).

Como consequência, há que se considerar, além do acesso ao crédito e da possibilidade de venda da terra, o incremento da segurança dominial, inclusive porque isso tem o poder de mudar a correlação de forças nas áreas reformadas. As relações de poder internas podem parecer menos palpáveis, mas diversas pesquisas revelaram sua centralidade (Martins, 2003). A fragilidade da situação dominial dos assentados fica patente quando eles se envolvem em situações classificadas como "irregulares" nos assentamentos, cuja punição máxima é a expulsão. O fato é que, historicamente, as organizações políticas que gravitam em torno da reforma agrária tiveram influência decisiva nessas situações, um quase monopólio de um recurso que chamamos de simbólico: ser "bem-visto" pelo Incra (Mello, 2016b). Dessa forma, o título poderia representar não só a independência do Incra, mas também do jugo local.

A titulação dos assentamentos brasileiros ficou praticamente parada de 2001 até 2017, quando se tornou prioridade, pelo menos, em nível de discurso. Assim, a partir dequele ano, quando se retomou o processo, até o fim de 2022 (seis anos), foram emitidos aproximadamente 75 mil títulos (Incra, 2023), num universo aproximado de 750 mil famílias em assentamentos federais. Nesse ritmo, seria necessário algo como 60 anos para concluir a tarefa. As razões para tanta morosidade, considerando-se que, afinal, o título é tão somente um "papel" (quer dizer, não demanda custos altos), são discutidas em Mello (2020, 2022). Ali, abordam-se as lógicas de ação mais prevalentes na burocracia do INCRA e seus reflexos na baixa entrega de bens e serviços à sociedade, sendo a titulação um exemplo revelador.

Um esclarecimento se faz necessário para evitar mal-entendidos. Quase sempre, o Incra, por razões publicitárias, divulga os resultados da titulação inserindo (geralmente sem aviso) nos números de títulos emitidos o montante dos contratos de concessão de uso (CCU) (Pinheiro, 2022). Mas a obtenção desses contratos é muito mais simples. Basicamente, um assentamento criado tem uma lista de nomes que estão cadastrados no sistema do Incra, e alguns cliques geram o CCU, que deve ser assinado pelo assentado e pelo superintendente. E, mesmo assim, a instituição historicamente emitiu muito menos CCU do que a demanda.

Em 2021, foi criado o programa Titula Brasil, que, basicamente, procura estabelecer convênios do Incra com prefeituras. Estas fariam os preparativos para a titulação e as atividades de campo e escritório, ficando para o Incra a coordenação do processo e a emissão dos títulos. O fato é que o órgão federal, muito recentemente, perdeu muitos servidores por conta de aposentadoria e ce-

dências, embora isso não explique a baixa entrega das últimas décadas. Numa avaliação inicial, percebem-se nessas parcerias os mesmos problemas já enfrentados dentro do Incra, que se relacionam à má gestão: falta de planejamento, definição de fluxos, procedimentos e mecanismos de cobrança, por exemplo.

Malgrado as dificuldades, onde as cláusulas resolutivas foram liberadas, pode-se realizar uma primeira análise das possibilidades e entraves que se apresentam aos assentados.

Metodologia

A Tabela 1 mostra informações referentes aos três assentamentos estudados. A escolha desses assentamentos levou em consideração que: 1) as cláusulas resolutivas foram liberadas para a totalidade dos assentados do Canta Galo e para parte razoável do Bela Vista e do Apolo. Considerando que foram liberados algo como 600 lotes até o fim de 2022, a amostra tem relevância numérica; 2) os três são antigos e compostos de pessoas oriundas da mesma região e com idade, em geral, avançada; 3) eles estão bem distribuídos no estado: Santa Bárbara do Sul (no norte), Jari (centro), 160 km a sudoeste de Santa Bárbara; e Santana do Livramento (sul), 260 km a sudoeste de Jari (Figura 1).

Quanto às precipitações, há diferenças de um assentamento para outro. Os meses de verão, dezembro, janeiro e fevereiro, são os mais críticos, pois é quando a evapotranspiração é mais alta. Isso é um importante diferencial para a produção de soja no Rio Grande do Sul (Melo et al., 2004). As isoietas (linhas de precipitação de uma média histórica de 30 anos) desses meses (CPRM, 2011) mostram que no assentamento Bela Vista a preci-

Tabela 1. Assentamentos pesquisados.

Assentamento	Ano de criação	Número de famílias	Número de famílias avaliadas	Lote médio (ha)	Município
Canta Galo	1997	36	36	16	Santa Bárbara do Sul
Bela Vista	1987	31	27	23	Jari
Apolo	1996	31	31	28	Santana do Livramento

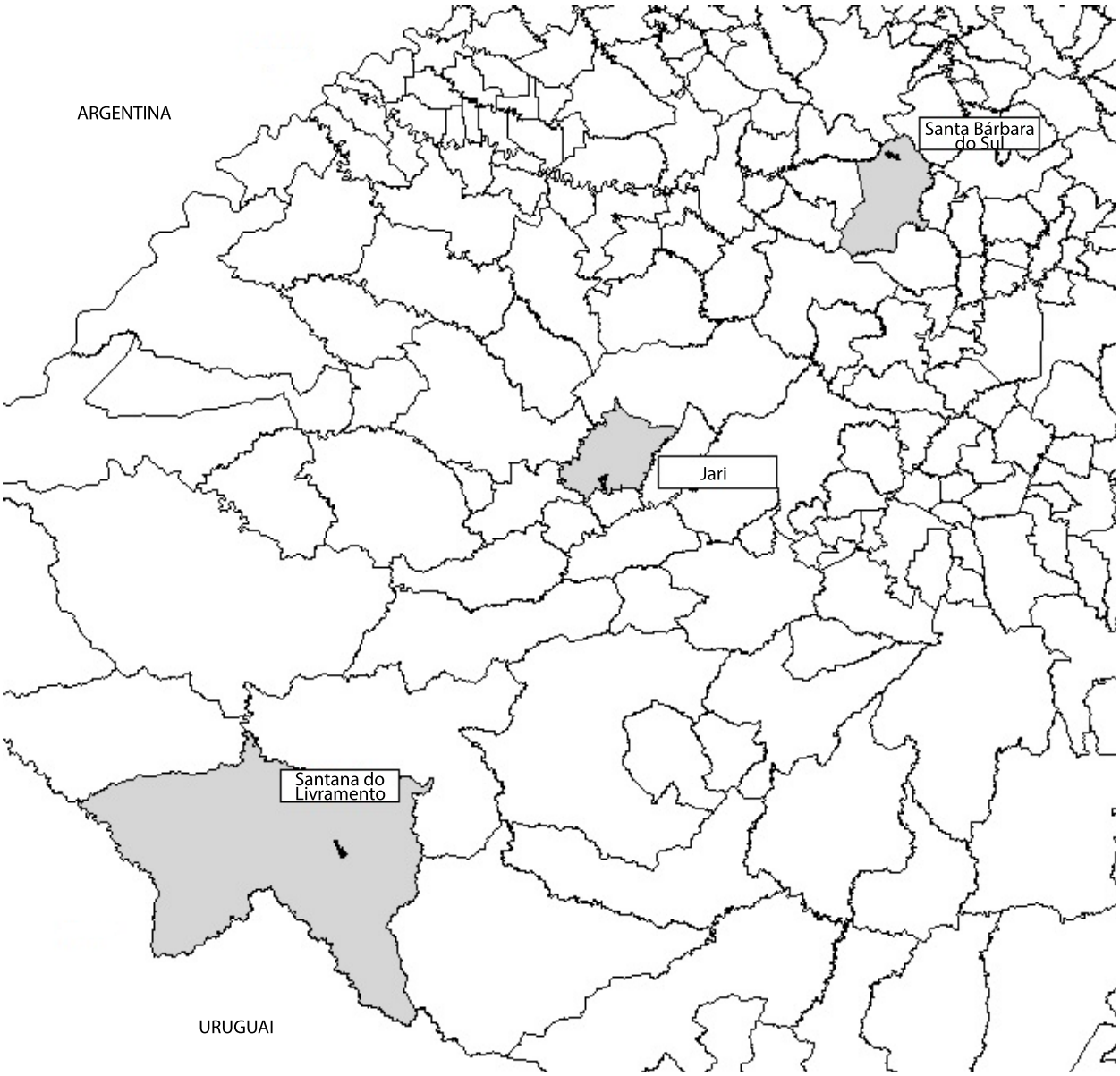


Figura 1. Localização dos assentamentos estudados.

pitação é, pelo menos, 25 mm menor do que a no Canta Galo, o que é significativo. No assentamento Apolo, a precipitação é menor do que a no Bela Vista em até 20 mm.

Além disso, há diferenças no tamanho dos lotes entre os assentamentos (maior no Apolo e menor no Canta Galo) e, fundamentalmente, no tipo de terreno – solo e relevo, descritos adiante –, com sérias implicações para as estratégias das famílias. Evidentemente, há outras diferenças, como o dinamismo econômico dos municípios envolvidos, que não foram avaliadas. Para ilustrar, o PIB per capita anual de Santana do Livramento em 2019 foi de cerca de R$ 34 mil; em Jari, foi de R$ 57 mil; e em Santa Bárbara do Sul, R$ 95 mil (IBGE, 2022).

No segundo semestre de 2022, foram feitas entrevistas com questionário semiestruturado com todas as 36 famílias do Canta Galo e 27 do Bela Vista, além de agentes públicos municipais e federais. No caso do Apolo, as informações de todas as 31 famílias foram obtidas de forma indireta, com lideranças locais e agentes públicos. Foram investigadas as estratégias de vida dos produtores – especialmente com relação aos quesitos venda, moradia, acesso a crédito, e arrendamento e linha produtiva – já realizadas ou planejadas. Os dados foram então tabulados e quantificados para embasarem a discussão. Além disso, foram consultados os processos de cada família no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) do Incra e observadas imagens de satélite das três áreas para a avaliação do plantio efetivo.

Obviamente, não se trata de uma amostra dos assentamentos gaúchos, tampouco brasileiros, mas, ainda assim, representam três casos emblemáticos em regiões diferentes, conformando um estudo preliminar.

Resultados

A Tabela 2 mostra resultados que serão, a seguir, comentados, por assentamento.

Assentamento Canta Galo

O assentamento Canta Galo, em Santa Bárbara do Sul, foi criado em 1997 mediante ação política do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Quase todas as 36 famílias são oriundas do Município de Trindade do Sul, muito próximo do berço dessa organização política. Segundo relatos, apesar da oposição do MST à titulação, as famílias alimentaram esse sonho por décadas. As famílias foram tituladas no fim de 2019, quitaram as obrigações em 2020 (a um valor simbólico) e foram liberadas em 2021 e 2022.

O assentamento não passou por problemas sérios de conflitos, relativamente comuns nessas áreas. Possivelmente por isso, quase todas as famílias tituladas são originárias, sem quase nenhuma evasão.

Santa Bárbara do Sul está a 511 metros de altitude (clima mais ameno). No assentamento, o terreno é suave ondulado, como solo Latossolo Distrófico típico, ou seja, todo mecanizável, de modo que tem servido para a produção de soja em geral. Sem diferenciação interna do ponto de vista ambiental, o terreno é homogêneo e quase todo usado para o plantio de lavouras. É, possivelmente, uma das áreas agricultáveis mais caras do Brasil, com o hectare girando em torno de mil sacos de soja, cotados "na pedra", ou R$ 168 mil por hectare a preço de 21 de setembro de 2022. Isso quer dizer que cada família praticamente ganhou um patrimônio de aproximadamente R$ 2,7 milhões de reais – a área média dos lotes é de 16 hectares.

A situação é, evidentemente, tentadora para a venda, pois a família se defronta com a possibilidade de enriquecer de imediato. No assentamento, foram identificados 14 vendas e seis arrendamentos. O restante das famílias (16) produz, reside na área e toma crédito.

Entre as que pretendem arrendar ou vender, ou já o fizeram, os motivos são recorrentes: velhice, doença, volta ao seio familiar em outras regiões e oportunidade de emprego. O valor re-

Tabela 2. Principais estratégias dos assentamentos, por número de famílias.

Assentamento	Número de famílias avaliadas	Produção própria	Venda	Arrendamento	Moradia	Venda + arrendamento	% venda + arrendamento
Canta Galo	36	16	14	6	16	20	55,5
Bela Vista	27	11	10	7	18	17	63
Apolo	31	10	5	18	23	23	74
Total	**94**						**64**

cebido é de 20 sacos de soja por hectare, algo como três salários mínimos por hectare por safra. Algumas famílias trabalham em grandes propriedades vizinhas cujos donos, por vezes, são os mesmos que plantam nas áreas arrendadas.

Há múltiplas estratégias produtivas, sendo mais prevalente a produção de grãos (geralmente, soja; possivelmente, milho; e, pelo menos, um caso de feijão), mas com importância para leite, silagem, morango e agroindústrias diversas.

Assentamento Bela Vista

O Bela Vista, em Jari (213 metros de altitude), é oriundo de uma doação ao Incra, em 1987, o que gerou o assentamento de 31 famílias, que também vieram do "acampamento Anoni", onde ocorreu a primeira ocupação de terra do MST.

Estudo de 1997, para fins de titulação, estimou a renda média do assentamento em 0,4 salário mínimo por lote por mês (Incra, 1997), sendo 23 hectares por família. Há títulos de 2001 (maioria), 2007 e 2017. Foram liberadas cláusulas de nove lotes nos últimos anos e há mais dois somente quitados. No total, de 27 entrevistados, há 18 lotes onde os assentados ainda residem.

Os três tipos de solo do assentamento são o Latossolo e o Neossolo, ambos com relevo ondulado (coxilhas) e usados para a soja, principalmente, por serem mecanizáveis, e um outro tipo de Neossolo com relevo forte ondulado (montanhoso) e com afloramento rochoso, ou seja, não mecanizável, onde se cultivam fumo e pastagens ou se mantém a floresta.

As terras não mecanizáveis, por conta de um relevo altamente declivoso e das pedras, está valendo no máximo R$ 15 mil o hectare. Já as terras mecanizáveis – condição que se obtém só depois de uma operação de retirada das pedras, com máquina – valem cerca de R$ 50 mil o hectare, segundo informações locais.

Como consequência dessa diferença de solos, observam-se estratégias produtivas discrepantes. Onde é possível mecanizar, há cultivos de soja, milho e trigo. Nesse caso, foram constatadas 14 situações – sete vendas (mais uma previsão de venda) e sete arrendamentos –, de um total de 17 lotes total ou parcialmente mecanizáveis onde ocorreram entrevistas.

Ali, o arrendamento da soja era remunerado a 13 sacos por hectare, a R$ 172,00 o saco (constatado no fim de novembro de 2022), ou seja, dois salários mínimos por hectare. Assim, as famílias recebiam uma renda razoável, a depender de quantos hectares conseguiam arrendar. Ao mesmo tempo, muitas famílias conseguiam trabalho avulso, fora do lote, a R$ 70,00 por dia.

Onde não é possível mecanizar (nem com o uso de boi, tamanha a declividade do terreno), havia culturas de subsistência e fumo, mas com alta penosidade do trabalho. Em dez situações, foram constatadas duas vendas e nenhum arrendamento (Tabela 3).

Em geral, não se constatou a busca por crédito bancário, já que parte dos assentados já não reside lá e não se engaja na produção; quando isso ocorre (caso do fumo), busca-se crédito direto na indústria. O fumo é uma das culturas mais rentáveis nos assentamentos (Mello, 2016b), mas, ali, a área disponível por lote para tal cultivo é pequena, o que a torna autolimitante.

Tabela 3. Valor estimado da terra e do arrendamento por assentamento (sacos de soja).

Assentamento	Valor/hectare	Arrendamento/ hectare	% Venda + arredamento
Canta Galo (mecanizável)	1.000	20	55,5
Bela Vista (mecanizável)	300	13	88
Bela Vista (não mecanizável)	200	-	20
Apolo (mecanizável)	200	10	74

Assentamento Apolo

Criado em 1996 e localizado no município com o maior número de assentamentos do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento (208 metros de altitude), o assentamento Apolo está dividido em 31 lotes. A origem das famílias é semelhante à das famílias dos outros dois assentamentos, no norte do estado, acampamento de Cruz Alta. São três os tipos de solo do local, todos arenosos e pouco férteis. O Planossolo é propício ao arroz, mas tem sido utilizado também para a soja. O Argissolo Alítico tem afloramento rochoso e severas limitações químicas, e o Argissolo Vermelho é um pouco mais fértil. O fato de serem arenosos intensifica o efeito da estiagem no verão. Mas, como o relevo é suave ondulado, quase todo o assentamento se presta à mecanização e, consequentemente, ao arrendamento – de fato, a área é quase toda plantada.

O Assentamento tem um histórico de conflitos internos (Mello, 2006). Inicialmente a área era disputada quanto ao controle do arrendamento e da água de irrigação do arroz, mas, a partir de meados da década passada, o arrendamento para a soja se tornou mais importante (de 10 a 11 sacos por hectare ou uso o ano inteiro).

Há 27 titulados, 20 dos quais estão liberados. Do total de 31 famílias, pelo menos cinco venderam (é a informação mais sensível, passível de encobrimento), 18 arrendam, 23 moram no local e algo como dez investem na produção (há sobreposições com arrendamento).

Discussão

O valor das terras

O Incra, desde 2017, oferece enorme desconto no pagamento da terra. Um cálculo feito pela equipe de agrônomos do órgão do Rio Grande do Sul estimou que, em 192 assentamentos, o que se está pagando é algo como 1,7% do valor das terras, gerando assim um repasse de mais de R$ 3 bilhões a pouco mais de nove mil famílias[3]. No Canta Galo, o percentual foi ainda menor, já que o hectare custou aos assentados R$ 438 reais, ou seja, praticamente terra gratuita.

A discrepância se deve ao método de avaliação adotado pelo Incra em 2017. A partir daí, passou-se a avaliar as terras dos assentamentos com base na atualização dos valores pagos pelo Incra nas desapropriações pelos índices que medem a inflação. Mas, como nas últimas décadas o preço das terras subiu muito mais do que a inflação, por conta do *boom* das commodities (Flexor & Leite, 2017), a opção metodológica não parece ter sido a mais ajustada à realidade.

O raciocínio seguinte mostra o tamanho da discrepância: atualizados pelo IGP-DI, R$ 100 em janeiro de 2002 representam R$ 537,80 em março de 2022 (FGV, 2022). Já segundo a consultoria Informa Economics – FNP (2022), em janeiro de 2002 o hectare de terra de grãos em alta produtividade na região de Cruz Alta, entre os assentamentos Canta Galo e Bela Vista (inclusive, Santa Bárbara do Sul foi distrito de Cruz Alta), valia R$ 5.400 e, em março de 2022, R$ 95.000 (classificação modificada a partir de 2016). Nesse momento, o preço da saca de soja estava em seu ápice, quase R$ 200. Assim, enquanto a inflação foi de 538% no período, a terra valorou quase 1.760%.

O Incra adota também outro método de avaliação de terras – em princípio, mais preciso, mas não usado para a titulação – em que os valores, no caso de Cruz Alta, em junho de 2020, foram 20% mais altos do que os da FNP (Incra, 2020). Conforme relato de avaliador do Incra, os preços de terra tem uma variação espacial muito sensível no Rio Grande do Sul, com Santa Bárbara do Sul na região mais valorizada (1.000 sacos por hectare); Cruz Alta, apesar de próxima, registra valores mais baixos (cerca de 750 sacos por hectare), por conta da menor precipitação e dos solos menos argilosos; em Jari, por causa das características ainda menos favoráveis, o valores são ainda menores.

[3] INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Superintendência Regional do Rio Grande do Sul. **Titulação em Projetos de Reforma Agrária (PA) no Estado do Rio Grande do Sul**. 2019. Apresentação. Não publicado.

Com base na média das áreas de soja de média produtividade de Santa Maria e Cacequi, com dados de 2019, quando a saca de soja valia R$ 75 (Incra, 2020), a área mecanizável do assentamento Bela Vista estaria em torno de 300 sacos de soja por hectare, e as terras não mecanizáveis (classificadas como terras de agricultura e pecuária), em cerca de 200 sacos de soja por hectare. Ou seja, as terras do Bela Vista valem bem menos do que as do Canta Galo.

As terras mecanizáveis de Santana do Livramento, na avaliação do Incra (2020) – terra de soja de média produtividade – valeriam no máximo R$ 15 mil por hectare, ou seja, 200 sacos de soja. Quer dizer, ali as terras valem menos ainda.

A Tabela 3 mostra um resumo do valor estimado do hectare de cada assentamento e o valor do arrendamento.

Mas não se pode afirmar que o valor da terra tem influência decisiva na opção pela venda, arrendamento ou produção própria, já que são somente dez casos de terra não mecanizável. O que se depreende é que, independentemente do valor, a terra mecanizável é mais cobiçada por terceiros, o que redunda nas estratégias citadas.

O pós-titulação nos assentamentos

Os assentamentos brasileiros não vivem, evidentemente, uma realidade paralela. A agropecuária brasileira exibe certas tendências gerais, que podem ser resumidas em concentração da produção e renda, ampliação da profissionalização e da complexificação dos processos produtivos, exclusão, pobreza, desigualdade e êxodo (Alves et al., 2019; Pedroso & Navarro, 2020). Quer dizer, ao lado de uma pequena elite superprodutiva, há uma grande maioria de produtores que, por razões diversas, não conseguem produzir a contento e acabam (não só por motivação econômica) enviando os jovens – mulheres, em especial – para as cidades.

É o que ocorre nos assentamentos (Mello, 2016b). Por essa razão – entre outras, como o alto custo da aquisição de terras –, a reforma agrária perdeu sentido e, de fato, acabou no Brasil (Mello, 2016a; Baiardi et al., 2021). Não se desconhece estudo que avaliou o peso da posse da terra nos rendimentos agrícolas (Hoffmann & Jesus, 2020).

Nesse quadro, procurou-se analisar aqui uma situação que, quase que inexoravelmente, perpassará os assentamentos brasileiros: o pós-titulação, considerando o que ela enseja, o fim da proteção (e, ao mesmo tempo, das amarras) do Incra. Sugere-se que os efeitos estruturais da agropecuária brasileira se consolidam nesse momento.

Os três assentamentos estudados ilustram a encruzilhada com que os agricultores se defrontam: vender, arrendar ou investir na produção (é possível, obviamente, uma combinação). Juntas, confirmam a tendência de concentração da produção, por vezes redundando em êxodo.

Arrendamento e venda de terras

Em 2004, num evento do Incra, uma pesquisadora identificada com um discurso sindical respondeu a uma ideia presente em Martins (2003), dizendo que "os assentados não são rentistas". Ela foi aplaudida efusivamente. Não é o caso aqui de buscar raízes sociológicas da expressão "rentismo" e se ela é pertinente para os assentados ou para os brasileiros em geral. Todavia, o arrendamento de terras tem crescido no mundo, pois permite seu maior uso produtivo e evita os altos custos da sua compra (Adenuga et al., 2021).

No Brasil, embora sejam poucos os estudos, os resultados mostram uma não prevalência do arrendamento e sua concentração em alguns estados (Almeida & Buainain, 2016). A hipótese aqui é que, pelo menos em assentamentos, trata-se de um fenômeno mais prevalente, não captado pelo IBGE, a julgar pela sua marginalidade legal (talvez, fora dos assentamentos, por receio do fisco, exista certa subdeclaração). Nos assentamentos do Rio Grande do Sul, isso é um fato econômico relevante. Ou seja, a venda ou o arrendamento não se explica de uma perspectiva moral (para acusar ou denegar), mas, sim, sociológica e econômica.

O arrendamento (por vezes, como eufemismo, prefere-se o termo parceria) nessas áreas é

tanto mais prevalente onde há possibilidade de cultivos rentáveis em jogo. Trata-se de um arrendamento capitalista, diferente do observado até a década de 1950 no Nordeste. No caso do Rio Grande do Sul, ocorre, especialmente, com a soja (Mello, 2016b) e o arroz (Mello, 2019). Assim, comparações de produção e renda entre assentados e não assentados que desconsiderem essa situação parecem distantes da realidade. De qualquer modo, restaria saber se há mais arrendamentos em assentamentos do que fora deles, e por que isso ocorreria, o que foge às possibilidades deste texto.

A opção por trazer os números de arrendamento juntamente com os de venda não pretende desconsiderar que se trata de situações, obviamente, diferentes, nem se pode fazer maiores inferências a respeito de cada uma delas. Uma venda, por exemplo, pode ter diferentes motivações, inclusive a compra de mais terra em outros locais. Já uma situação de arrendamento pode ser temporária, por contingências familiares. Mas os relatos dessas situações e de tantas outras em assentamentos permitem pressupor a tendência de que se trata de situações consolidadas no sentido de um desengajamento da produção em ambas. De qualquer modo, é um assunto para se aprofundar etnograficamente em pesquisas futuras.

No assentamento Canta Galo, instalado numa região dinâmica economicamente, com razoável infraestrutura, solos e clima relativamente adequados, condição rara nos assentamentos do estado, observa-se uma repetição desse quadro. Nesse caso, parcela considerável dos agricultores repassou o lote a terceiros – arrendamento ou venda –, mais de 55% deles.

No assentamento Bela Vista, mesmo mais desfavorecido em termos de terreno, a situação não é diferente. Observa-se que a área mecanizável foi quase toda arrendada ou vendida, cerca de 63% dos prospectados. Vale dizer que em três casos, de um total de nove, a falta da liberação das cláusulas resolutivas não impediu a venda (por contratos "de gaveta"). O argumento da não titulação como alegação de que ela ampliaria a venda não parece se confirmar na realidade, mas talvez atrase o processo. Possivelmente, fragiliza o assentado, que, ao vender sem o "papel", o faz a preços menores.

Quanto à área não mecanizável desse assentamento, ao que parece, as terras são tão ruins que não despertam interesse dos compradores (basicamente, produtores de soja). Nessas áreas, prevalece uma situação de relativa pobreza. A não comercialização da terra não se explica pela não titulação ou, quando ela existe, pela não liberação das cláusulas. Ela é, em parte, consequência da falta de valor das terras.

No assentamento Apolo, as terras são mecanizáveis, e o arrendamento é prevalente – 74% das famílias, considerando também as vendas. No total, registra-se 64% de venda mais arrendamento para os três assentamentos. Tendo em vista que a liberação de cláusulas é recente e que em dois dos assentamentos elas ainda não foram concluídas, o número pode crescer.

Como já comentado, há um contexto geral que explica esses números, que não é, inclusive, privilégio brasileiro. De qualquer modo, há que se considerar algumas particularidades. Não há sérios problemas de infraestrutura, existe a Emater e uma estrutura cooperativista nos municípios pesquisados. Da mesma forma, não há empecilhos definitivos do ponto de vista ambiental.

Mas isso não tem sido o suficiente para alavancar a produção própria. Entre as variáveis que explicam a opção pela venda, para os três assentamentos, cita-se a idade avançada dos agricultores, pois há muitas situações em que a sucessão não ocorre – alguns assentados alegaram a idade avançada e a falta de sucessores como obstáculos para continuar na produção. Quanto às características ambientais, especialmente o terreno, foi visto acima que áreas ruins, ao mesmo tempo que dificultam a produção própria, dificultam o arrendamento e a venda.

Investimento na produção própria

Quanto ao investimento na produção própria, um elemento tido como decisivo é o acesso ao crédito. A ideia de que o título facilita nesse

aspecto deve, entretanto, ser relativizada. De fato, é importante para alguns bancos a certidão de matrícula do imóvel, que garante sua localização e dominialidade, mas não tanto uma possível hipoteca, até porque há limitantes legais.

No Canta Galo, para os que continuaram na produção, há investimentos consideráveis por meio de crédito bancário. No Bela Vista, na área não mecanizável, que, em geral, ficou em posse dos assentados, há pouca busca pelo crédito bancário – as fumageiras fornecem crédito aos produtores de fumo. Mas, as áreas plantadas são pequenas. No Apolo, esta pesquisa identificou um grupo familiar que vem adquirindo e arrendando lotes até o limite legal (quatro módulos fiscais por pessoa) e investindo na produção com o uso de crédito bancário. Ali, há alguns poucos casos isolados de produção própria individual.

Investimento especulativo

A recusa em vender pode se inserir, também, numa estratégia de investimento especulativo, já que a terra vem, há décadas, se valorizando em ritmo maior do que o da inflação, ou mesmo como forma de acesso ao crédito rural, que é mais barato. Ao mesmo tempo, é possível pensar em motivações, digamos, não econômicas, tomando de empréstimo o arcabouço conceitual de Bourdieu (2007): para fins de acúmulo de outras modalidades de capital ou para a inserção dos agentes envolvidos em outros campos para além do campo econômico, como o campo de poder e o político, entre outros. O assunto merece aprofundamento.

Comentários finais

Os direitos formais de propriedade podem ser irrelevantes em situações em que há um arranjo social antigo que resguarda laços fortes e regramentos específicos mantenedores de paz, algo já explorado pela antropologia tantas vezes por todo o mundo, geralmente em sociedades pré-modernas. Não é o caso dos assentamentos brasileiros. Estes funcionam quase sempre como arenas onde grupos estratégicos disputam recursos (crédito, água, terra e, mesmo, recursos simbólicos), o que, não raro, redunda em sérios conflitos, incluindo invasão de propriedade e agressões. Além disso, as situações ocorrem num espaço de mediação hierarquizado e permeado de clientelismo (Mello, 2016b). Obviamente, a violência está disseminada no País e também ocorre em ambientes urbanos, com padrões semelhantes de insegurança dominial e relações de poder.

Nesse sentido, a titulação, embora possa facilitar a venda dos lotes e permitir maior acesso ao crédito e à inovação, tem, pelo menos, por hipótese, um efeito de incremento da segurança dominial, inclusive porque o rompimento com o Incra esvazia o poder dos mediadores, que não é desprezível nesses ambientes.

Uma das críticas mais prevalentes à titulação a acusa de promover a reconcentração de terras, quer dizer, os assentados, havendo a possibilidade, venderiam suas terras a grandes proprietários. Com base nessa premissa, foi desenvolvida uma limitação na Lei nº 8.629 (Brasil, 1993) que, no parágrafo primeiro do artigo 22, orienta:

> Após transcorrido o prazo de inegociabilidade de dez anos, o imóvel objeto de título translativo de domínio somente poderá ser alienado se a nova área titulada não vier a integrar imóvel rural com área superior a quatro módulos fiscais (Brasil, 1993, art.22, §1º).

Foi possível constatar uma venda significativa a campo, ocorrida e na iminência de ocorrer. A despeito da lei, a julgar pelos assentamentos estudados, a previsão catastrófica (sob certa ótica) se confirma parcialmente. Parece, contudo, que a fiscalização com poder de fazer valer esse ditame legal será de difícil consecução. E seria mesmo necessário? A que custo manteríamos "a ferro e fogo" a ilusão de cinco milhões de propriedades no Brasil?

A diferenciação social nos assentamentos, como de resto no campo brasileiro, vai seguindo seu curso. Salvo disrupções de médio prazo (Wilkinson, 2022), isso significa crescente exclusão do processo produtivo. Resta saber se a política pública conseguirá amenizar a intensidade dessa

exclusão, tendo em vista a necessária humanização do processo.

Na transição de sociedades pastoris às atuais, antes que o primeiro humano cercasse um pedaço de terra, o armazenamento e a agricultura, entre outros fatores, foram cruciais na crescente desigualdade de poder entre os humanos (Sterelny, 2021). Como outro exemplo de concentração de recursos, pode-se considerar o caso de diversas tribos indígenas brasileiras em que o cacique detinha o posse das mulheres, único recurso valioso (aos homens) naquelas situações (Lévi-Strauss, 1996).

Sem desconsiderar a relevância das tecnologias sociais que visam mitigar excessos, no caso dos direitos de propriedade convêm não contar com um retorno ao Pleistoceno.

Referências

ADENUGA, A.H.; JACK, C.; MCCARRY, R. The case for long-term land leasing: a review of the empirical literature. **Land**, v.10, art.238, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/land10030238.

ALMEIDA, P.J. de; BUAINAIN, A.M. Land leasing and sharecropping in Brazil: determinants, modus operandi and future perspectives. **Land Use Policy**, v.52, p.206-220, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.028.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; GARAGORRY, F.L.; MELLO, P.F. O sonho de produzir: assentados da reforma agrária da Bahia e do Rio Grande do Sul. **Revista de Política Agrícola**, ano24, p.114-133, 2015.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; MELLO, P.F.; MARRA, R. Imperfeições do mercado e pobreza rural. **Revista de Política Agrícola**, ano28, p.77-84, 2019.

BAIARDI, A.; MELLO, P.F.; PEDROSO, M.T.M. Reflexões sobre as causas do declínio da reforma agrária no Brasil. **Colóquio: Revista do Desenvolvimento Regional**, v.18, p.189-215, 2021. DOI: https://doi.org/10.26767/2218.

BINSWANGER-MKHIZE, H.P.; BOURGUIGNON, C.; BRINK, R. van den (Ed.). **Agricultural land redistribution**: toward greater consensus. Washington: World Bank, 2009. DOI: https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7627-0.

BOURDIEU, P. **A distinção**: crítica social do julgamento. São Paulo: Edusp; Porto Alegre: Zouk, 2007. 556p.

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: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm>. Acesso em: 5 jul. 2021.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. **Levantamento da geodiversidade**: projeto atlas pluviométrico do Brasil: isoietas dos totais trimestrais: meses de dezembro, janeiro e fevereiro 1977 a 2006. 2011. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22216.12>. Acesso em: 29 set. 2022.

DE JANVRY, A.; SADOULET, E. The three puzzles of land reform. **Revue d'Economie du Développement**, v.19, p.107-114, 2011. DOI: https://doi.org/10.3917/edd.251.0107.

DÍAZ, A. **Land reform and individual property rights**. San Vicente del Raspeig: University of Alicante, 1997. (Working Paper). Disponível em: <http://www.ivie.es/downloads/docs/wpasad/wpasad-1997-01.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

DUNN, M.H. Privatization, land refom, and property rights: the Mexican experience. **Constitutional Political Economy**, v.11, p.215-230, 2000. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1009093922472.

FGV. **Fundação Getúlio Vargas**. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br>. Acesso em: 27 set. 2022.

FLEXOR, G.; LEITE, S. Mercado de terra, *commodities boom e land grabbing* no Brasil. In: MALUF, R.S.; FLEXOR, G. (Org.). **Questões agrárias, agrícolas e rurais**: conjunturas e políticas públicas. Rio de Janeiro: E-Papers, 2017. p.20-38.

GOCHBERG, W. The social costs of titling land: evidence from Uganda. **World Development,** v.142, art.105376, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105376.

HARDIN, G. The tragedy of the Commons: the population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality. **Science**, v.162, p.1243-1248, 1968. DOI: https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243.

HOFFMANN, R.; JESUS, J.G. de. Desigualdade na agricultura brasileira: renda e posse da terra. In: NAVARRO, Z. (Org.). **A economia agropecuária do Brasil**: a grande transformação. São Paulo: Baraúna, 2020. p.123-175.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB per capita**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>. Acesso em: 22 set. 2022.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Balanço da Gestão**: 2019 a 2022. Brasília, 2023.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Estudo de viabilidade técnica de parcelas rurais**: PA Fazenda Bela Vista. Processo administrativo nº 54220.002749/1997-96. Porto Alegre, 1997. p.30-39.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relatório de Análise de Mercado de Terras no Estado do Rio Grande do Sul – RAMT/RS**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/relatorio-de-analise-de-mercados-de-terras/ramt_sr11_2020.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

INFORMA ECONOMICS – FNP. **Análise do mercado de terras**: relatórios bimensais: 2002 a 2021. São Paulo, 2022. Disponível em: <http://www.informaeconfnp.com/empresa>. Acesso em: 15 set. 2022.

LÉVI-STRAUSS, C. **Tristes trópicos**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

MARTINS, J. de S. **O sujeito oculto**: ordem e transgressão na reforma agrária. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

MELLO, P.F. (Org.). **Lógicas de ação no serviço público**: uma análise plural do INCRA. Porto Alegre, 2020.

MELLO, P.F. As impossibilidades da reforma agrária brasileira. **Revista de Política Agrícola**, ano25, p.108-121, 2016a.

MELLO, P.F. **Evasão e rotatividade em assentamentos rurais no Rio Grande do Sul**. 2006. 227p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MELLO, P.F. Logics of action in the Brazilian bureaucracy: the case of the INCRA. **Revista do Serviço Público (RSP)**, v.73, p.385-402, 2022. DOI: https://doi.org/10.21874/rsp.v73.i3.6476.

MELLO, P.F. Organic rice in the settlements of Rio Grande do Sul: a broken artifact. **Revista de Política Agrícola**, ano28, p.103-121, 2019.

MELLO, P.F. **Pobreza e desigualdade na reforma agrária**: o caso dos assentamentos rurais no Brasil. Porto Alegre: Novas Edições Acadêmicas, 2016b. 345p.

MELO, R.W. de; FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1167-1175, 2004.

PEDROSO, M.T.M.; NAVARRO, Z.S. de. O Brasil rural: do passado agrário ao sistema agroalimentar global (1968-2018). **Colóquio: Revista do Desenvolvimento Regional**, v.17, p.1-15, 2020. DOI: https://doi.org/10.26767/coloquio.v17i1.1575.

PINHEIRO, V. Postagem engana ao comparar entrega de títulos de terra a assentados nos governos do PT e Bolsonaro. **Estadão**, 20 set. 2022. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/estadao-verifica/assentados-mst-pt-bolsonaro>. Acesso em: 20 set. 2022.

STERELNY, K. **How equality slipped away**. 2021. Disponível em: <https://aeon.co/essays/for-97-of-human-history-equality-was-the-norm-what-happened>. Acesso em: 10 jun. 2021.

WILKINSON, J. **O sistema agroalimentar global e brasileiro face à nova fronteira tecnológica e às novas dinâmicas geopolíticas e de demanda**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022. 49p. (Textos para discussão, 85).

Modelagens atuariais para o seguro agrícola
Revisão sistemática[1]

Suelen Cristina Gasparetto[2]
Beatriz Salandin Dal Pozzo[3]
Vitor Augusto Ozaki[4]

Resumo – Este estudo reúne as metodologias mais utilizadas em pesquisas sobre modelagens das variáveis do cálculo de precificação do seguro agrícola brasileiro, com o intuito de analisar as vantagens e desvantagens do emprego desses modelos. A pesquisa é uma revisão bibliográfica sistemática sobre o tema. Observou-se que a maioria dos trabalhos adota modelos paramétricos, o que se atribui ao fato de serem bem definidos matemática e computacionalmente. Para as variáveis produtividade e preço, o uso da distribuição normal se destaca. Por sua vez, a distribuição conjunta é, em sua grande parte, modelada pela teoria de cópulas.

Palavras-chave: modelos empíricos, modelos não paramétricos, modelos paramétricos, modelos semiparamétricos.

Actuarial models for the agricultural insurance: systematic review

Abstract – This study gathers the most used methodologies in research on the modeling of variables for the estimation of the pricing of Brazilian agricultural insurance, to analyze the advantages and disadvantages of using these models. The research is a systematic literature review on the subject. It was observed that most of the works made use of parametric models, which is attributed to the fact that they are well defined mathematically and computationally. For the productivity and price variables, the use of the normal distribution is outstanding. In turn, the joint distribution is for the most part modeled by the copula theory.

Keywords: empirical models, nonparametric models, parametric models, semiparametric models.

Introdução

O setor agrícola é essencial para a economia de muitos países, em especial para a do Brasil. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2020), trata-se de um dos setores que mais contribui para o aumento do PIB nacional. Em 2019, a produção agropecuária respondeu por 21% da soma de todas as riquezas produzidas, bem como por 43,2% das exportações brasileiras, chegando a arrecadar US$ 96,7 bilhões.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (Acompanhamento..., 2022), os atuais protagonistas do setor agrícola no Brasil, para a safra 2021/2022 são: a soja, com uma projeção de 125,47 milhões de toneladas, queda de

[1] Original recebido em 27/2/2023 e aprovado em 10/5/2023.

[2] Esalq/USP. E-mail: suelengasparetto@usp.br

[3] Esalq/USP. E-mail: beatriz.pozzo@usp.br

[4] Professor do Departamento de Ciências Exatas e do Departamento de Economia, Administração e Sociologia – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP). E-mail: vitorozaki@usp.br

9,2% em relação à safra passada; o milho, com produção projetada de aproximadamente 112 milhões de toneladas, alta de 29% em relação à safra anterior; e o algodão, com produção projetada de 2,71 milhões de toneladas, acréscimo de 15% em relação à safra anterior.

Como o cultivo de diversas culturas oscila entre uma safra e outra, diante dessas mudanças na oferta de produtos agrícolas os produtores desenvolveram mecanismos de defesa e de mitigação de risco, como a diversificação espacial, de culturas, intersetorial e o uso de seguros (Ozaki, 2005b).

O seguro agrícola é uma modalidade de serviço que protege o produtor rural de perdas decorrentes de catástrofes climáticas e adversidades (CNA, 2019). Além da segurança financeira para as propriedades, o seguro serve como instrumento de independência em relação ao Estado, no sentido de proteger o produtor de infortúnios, sem que ele precise esperar por processos, aprovações e filas (Humber Corretora de Seguros, 2020).

De acordo com o superintendente de produtos agro da Tokio Marine Seguradora, no caso de um infortúnio o produtor rural sem seguro pode recuperar suas perdas monetárias de sua safra em até três anos depois da colheita, enquanto o que possui seguro recebe o pagamento em até 30 dias, ou seja, uma rapidez que beneficia toda a cadeia produtora (Canal Agro, 2020).

Nos últimos três anos, o Brasil avançou muito no que diz respeito às modalidades de seguros voltados para o ambiente rural, o que mostra aos produtores que existe uma mudança de comportamento do governo em relação a anos anteriores, quando o produtor fazia a contratação e depois não tinha subvenção governamental (CNA, 2021). A subvenção governamental é uma assistência do governo, em geral na forma de dinheiro, mas não só restrita a ele, concedida a uma instituição, normalmente em troca do cumprimento passado ou futuro de certas condições relacionadas às atividades operacionais dessa instituição (CVM, 2010).

O Programa de Subvenção Rural (PSR) foi criado em dezembro de 2003 pela Lei 10.823 (Brasil, 2003) e autoriza a concessão da subvenção econômica, em percentual, ou valor do prêmio do seguro, ao produtor rural adimplente com a União. Essa Lei estabeleceu também que o seguro rural deveria ser contratado nas sociedades seguradoras autorizadas pela Superintendência de Seguros Privados (Susep).

O Congresso aprovou, inicialmente, um orçamento de R$ 990 milhões para o PSR em 2022, valor menor do que o exigido pela equipe da Agricultura, que era de R$ 1,3 bilhão. Em julho do mesmo ano, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) solicitou um aporte extra de recursos, no valor de R$ 200 milhões, o qual foi aprovado pela Junta de Execução Orçamentária (JEO), mas continua pendente no Congresso. Além disso, 2022 foi o primeiro ano em que os recursos para o benefício foram considerados despesas obrigatórias, o que implica que o governo tem de honrar com tal compromisso (Oliveira Júnior, 2021).

O seguro agrícola é uma modalidade do seguro rural, e existem diversas modalidades de seguro agrícola comercializadas no Brasil: seguro de custeio, de produção (produtividade e preço), de faturamento ou receita e de índices climáticos (paramétrico). A base de cobertura de sinistros dos produtos é semelhante para cada modalidade de seguro, mas pode haver variação dessas coberturas de acordo com a seguradora (Duarte, 2018).

Em linhas gerais, o limite máximo de indenização do seguro agrícola é calculado pelo produto da produtividade estimada, ou seja, quantos frutos/grãos podem ser colhidos por unidade de planta (kg/planta); número de plantas seguradas por quadra/talhão/gleba ou área plantada (ha); e valor estimado da venda da produção (R$/kg) (Susep, 2007).

Mas existem barreiras que afetam o mercado de seguros, como os problemas relacionados ao risco moral, que, de acordo com Quiggin et al. (1993), trata-se do fato de que o segurado pode tomar decisões que a seguradora é incapaz de monitorar, levando ao aumento no risco da produção. Outro ponto a ser atribuído a esse contratempo é a seleção adversa, um fenômeno de

informação assimétrica no qual a seguradora não consegue distinguir os diferentes grupos de risco e, por essa razão, acaba "selecionando" de maneira incorreta determinados bens e serviços de mercado (Duarte, 2018). Além disso, vale ressaltar a possibilidade de ocorrer um risco sistêmico, ou risco generalizado, que, conforme Ozaki (2007), pode ser definido como o fenômeno climático que pode causar perdas em diferentes localizações (furacões e tornados, por exemplo), bem como a falta de séries de dados de produtividade relativamente longas, em toda a sua escala – regional, microrregional ou para fazendas.

Esses entraves dificultam o cálculo, de maneira precisa, das taxas de prêmio e limitam o número de metodologias atuariais de precificação dos riscos do seguro agrícola, as quais, por sua vez, resultam em taxas imprecisas e mal calculadas (Duarte, 2018). Segundo Ozaki (2005b), o escasso número de metodologias atuariais adequadas para a precificação dos contratos de seguro agrícola é um atraso para o desenvolvimento desse mercado no Brasil.

Diferentes modelagens das variáveis produtividade e preço são propostas, sendo o produto delas conhecido como receita ou faturamento, e este influencia diretamente a precificação do seguro. Como a área de plantação é definida na contratação do seguro, ela se mantém fixa até o fim do processo, diferentemente das demais variáveis, que podem oscilar de acordo com o mercado ou com as condições climáticas, por exemplo, para qualquer modalidade de seguro agrícola comercializado no Brasil.

Diante desses possíveis imprevistos, alguns estudos analisaram a modelagem da precificação, observando-se uma assimetria dos dados, bem como uma falta de independência entre eles (Adami & Ozaki, 2012; Duarte, 2018; Mota, 2019).

Segundo Brisolara & Ozaki (2022), o principal problema no cálculo do produto entre preço e produtividade está na determinação do grau de correlação entre eles, pois dificilmente essas variáveis possuem comportamentos independentes.

Para o cálculo da precificação, os estudos adotam diversas abordagens. Lançam mão de distribuições paramétricas, com o intuito de capturar a simetria e a assimetria dos dados, das quais pode-se citar as distribuições normal, beta, skew-normal, skew e t-student. Mas como os dados podem não apresentar normalidade, são encontradas análises que fazem uso de modelos semiparamétricos, com a aplicação de modelos lineares generalizados (MLG), ou métodos não paramétricos, como a teoria de cópulas e kernel (Brisolara, 2013; Jesus, 2016; Duarte, 2018).

Este estudo é uma revisão sistemática das metodologias adotadas na precificação do seguro agrícola, considerando as quatro modalidades (custeio, faturamento, produção e de índices climáticos) comercializadas no Brasil. O objetivo foi reunir as mais diversas modelagens, apontar as metodologias mais utilizadas e o motivo do uso de cada uma delas. Por conseguinte, espera-se aprimorar os cálculos de precificação dos seguros e ajudar as seguradoras na escolha da melhor metodologia.

Aspectos metodológicos

A abordagem desta pesquisa foi predominantemente qualitativa, com enfoque na compreensão e diversificação de modelagens das variáveis envolvidas na precificação do seguro agrícola. Esse método é caracterizado pela objetivação do fenômeno e pelo caráter interativo entre os objetivos investigados pelos pesquisadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos. Possui natureza aplicada, já que sua finalidade é agregar conhecimentos para futura aplicação prática, visando ao desenvolvimento e ao aprimoramento das metodologias atuais de precificação do seguro agrícola (Gerhard & Silveira, 2009).

Este estudo é uma revisão bibliográfica, essencialmente uma coleção organizada de referências ou citações de trabalhos anteriores. Segundo Feltrim (2007), essa metodologia serve basicamente a três funções importantes: promover a fase exploratório-descritiva, ou seja, proporcionar a investigação dos conteúdos necessários para

entender o estudo em foco; facilitar a familiaridade com as pesquisas relevantes da área; e estabelecer um elo entre o presente estudo e a pesquisa que está se desenvolvendo no campo de atuação destacado (modelagem de variáveis de seguro agrícola).

Além disso, Figueiredo (1990) assinala que o autor de um artigo de revisão precisa assimilar os dados e usar esse material de forma coerente, de modo a aprofundar sua compreensão e seu entendimento sobre o assunto, pois as revisões são materiais de suma importância e amplamente utilizadas na transferência de informações entre cientistas e seus pares.

Gil (2002) menciona que a principal vantagem da revisão é o fato de ela permitir ao investigador a cobertura de fenômenos de forma muito mais ampla do que ele mesmo poderia pesquisar diretamente. No entanto, é necessário que sejam verificadas e analisadas de forma crítica as fontes secundárias, pois a falta destas pode comprometer a qualidade da pesquisa, bem como a coleta ou o processamento de dados equivocados.

As principais características dessa metodologia são: dar ao leitor as informações necessárias para o entendimento do assunto em foco; expor pesquisas, análises e inferências já publicadas, que podem servir de base tanto para a investigação do autor quanto para futuras investigações; e comparar informações de fontes diferentes e compactar essas pesquisas (Figueiredo, 1990; Feltrim, 2007).

Em suma, a pesquisa bibliográfica sistêmica tem como características a coleta e a síntese sistemática de trabalhos passados, sendo fundamental ao embasamento de novos estudos e à identificação de áreas que necessitam ser mais bem desenvolvidas. Esse tipo de estudo é uma boa ferramenta metodológica para o fornecimento de respostas, avaliação e validação de determinada teoria (Snyder, 2019).

Assim, o procedimento metodológico adotado aqui foi a revisão bibliográfica sistemática, a qual analisou pesquisas da literatura nacional e internacional, relacionadas aos estudos de seguro agrícola, cujo objetivo era examinar ou comparar modelagens das variáveis envolvidas na precificação desse tipo de seguro, com enfoque à produtividade e aos preços de culturas.

A busca foi feita pela ferramenta Google Scholar (2023), que contempla trabalhos publicados nos portais Wiley Online Library, Taylor and Francis Online, Elservier, JSTOR e SciELO Brasil, entre outros. Foi utilizada uma estratégia de pesquisa com palavras-chave, como modeling AND agricultural AND insurance; modeling AND agricultural AND insurance AND Bra*il; agricultural AND insurance; agricultural AND insurance AND Bra*il; e crop AND insurance. As datas de publicação dos artigos variam de 1987 a 2022, para não só contextualizar de forma abrangente a trajetória do seguro agrícola, mas também analisar a diversidade de metodologias de modelagens.

No total, foram pesquisados 127 artigos que exploraram o tema "métodos atuariais aplicados à determinação de precificação do seguro agrícola", tanto no Brasil quanto no mundo. Os critérios de inclusão foram: i) artigos diretamente relacionados ao tema em questão; ii) trabalhos amplamente citados em outros estudos de seguro agrícola; e iii) estudos que tivessem como objetivo entender e diferenciar as metodologias de modelagens das variáveis envolvidas na precificação do seguro agrícola. Já os critérios de exclusão foram: i) artigos que não focassem o tópico em discussão; e ii) estudos que não possuíam os requisitos mínimos exigidos para publicações científicas.

Revisão de literatura

Contexto histórico do seguro agrícola no Brasil

Um dos registros mais antigos do seguro agrícola brasileiro é de 1939. Sob o governo de Getúlio Vargas, foi regulamentado o seguro contra o granizo para a lavoura algodoeira, bem como a criação do Instituto de Resseguros do Brasil (IRB). Em 1940, foi a vez da criação desse tipo de seguro para as lavouras de arroz no Rio Grande do Sul. Em 1948, em razão dos bons resultados dessa inicia-

tiva, foi criada a carteira agrícola contra granizo para os produtores de uva do Estado de São Paulo (Ozaki, 2008; Ramos, 2009).

Em 1954, ocorreram as primeiras tentativas de expandir o seguro agrícola para todo o Brasil. O principal exemplo foi a criação da Companhia Nacional de Seguro Agrícola (CNSA), uma sociedade de economia mista cujo objetivo era desenvolver operações de seguros rurais. A Companhia oferecia basicamente duas modalidades de seguro agrícola: o de colheitas mínimas, aplicado ao algodão herbáceo, ao trigo e ao arroz; e o seguro de danos às plantações, que cobria as culturas de café e da videira.

Em 1965, foi criado o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), com o objetivo de financiar boa parte dos custos de produção e de comercialização agrícola, bem como promover o acréscimo de bens de capital para agricultura, acelerar a expansão de tecnologias e fortalecer economicamente os pequenos e médios produtores agrícolas (Búrigo, 2010).

No ano seguinte, 1966, a CNSA interrompeu suas atividades. O insucesso da companhia decorreu de diversos fatores, entre eles a excessiva centralização da administração na cidade do Rio de Janeiro, que, mesmo com filiais em boa parte do Centro-Sul, monopolizava as maiores decisões. Outro ponto crucial para o encerramento das atividades foi a extrema dificuldade de a CNSA equilibrar suas contas, pois vários anos exibiram resultados deficitários (Ozaki, 2005b).

Também em 1966, foi constituído o Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (FESR), com o intuito de viabilizar a consolidação do seguro agrícola privado no Brasil, administrado pelo IRB. O objetivo dessa medida foi estimular o crescimento do mercado de seguro rural, por meio da mitigação dos prejuízos das seguradoras em casos de sinistros de grandes proporções, como os grandes danos decorrentes de secas e granizos.

As seguradoras que faziam parte do seguro rural eram obrigadas a pagar 50% de seu lucro anual ao FESR, para que, caso uma catástrofe ocorresse, o fundo tivesse condições de suportar parcialmente o pagamento das seguradoras e do IRB. Além disso, se houvesse a necessidade de uma cobertura de deficiência operacional, o FESR poderia recorrer ao Tesouro Nacional (Buainain & Vieira, 2011).

Em 1967, foi criada a Ipesp Seguros Gerais S.A. A seguradora assumiu todas as carteiras de seguro agrícola da Secretaria da Agricultura e o Serviço Autônomo de Seguros Ipesp, instituto que segurava o patrimônio de imóveis do governo estadual (Ozaki, 2005b).

Em 1969, a Ipesp Seguros Gerais S.A. passou a operar com o nome de Companhia de Seguros do Estado de São Paulo (Cosep). Segundo Buainain & Vieira (2011), a Companhia foi um dos poucos exemplos de sucesso na área de seguro agrícola. O segredo do êxito foi manter uma carteira agrícola pequena, como seguros de poucas culturas e alguns sinistros de certos municípios de São Paulo e do Paraná.

Em 1973, o governo brasileiro voltou a fazer iniciativas de proteção ao setor rural, criando o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), com apoio do SNCR. Seu objetivo era desobrigar o produtor rural de pagar por operações de crédito e de custeio rural em casos de prejuízos decorrentes de fenômenos climáticos adversos que atingissem seus bens, rebanhos e plantações (Ozaki, 2005b; Buainain & Vieira, 2011).

O Proagro, cujo desempenho foi deficitário nos primeiros anos, foi constante alvo de denúncias de fraudes, além de ser considerado financeiramente inviável. Entre 1989 e 1990, o programa deixou de honrar as indenizações abonadas pelos produtores vinculados, e seus passivos acumularam mais de R$ 700 milhões, fato que levou as instituições financeiras privadas a abandonarem a parceria (Rossetti, 2001; Ramos, 2009).

A partir de 1991, o Proagro passou por uma reformulação operacional, o que possibilitou melhoria em seus resultados nos anos posteriores. Uma das tentativas de recuperação do programa foi o pagamento de metade dos débitos com os produtores rurais (Rossetti, 2001). Ozaki (2008) frisa que, apesar de não apresentar bons resultados

no início, desde sua criação até meados de 2003, o Proagro foi (no âmbito do governo federal) a única forma de proteção ao financiamento disponível para os produtores rurais contra prejuízos causados por eventos climáticos adversos.

Em dezembro de 2003, foi criado o Comitê Gestor Interministerial do Seguro Rural, ligado ao Mapa. Seu objetivo era avaliar e encaminhar as propostas relativas ao percentual sobre o prêmio ou o valor máximo da subvenção econômica, bem como definir as culturas, as espécies de animais, as regiões que podem receber o benefício, as condições técnicas a serem cumpridas pelos beneficiários e a proposta do Plano Trienal do seguro Rural ou seus ajustes (Ramos, 2009).

Em 2004, foi implementado o Seguro de Agricultura Familiar (Seaf), ou o popularmente conhecido Proagro Mais, que alterou as disposições vigentes do Proagro, de modo a incluir os agricultores vinculados com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (Braga & Fialho, 2021). De acordo com Paredes (2016), esse programa é operado nas mesmas diligências do Proagro, assegurando ao agricultor familiar a exoneração de obrigações financeiras relativas à operação de crédito rural de custeio e de parcelas de crédito de investimento.

Em 2005, o setor agrícola passou por vários episódios no cenário de seguros. Depois de 30 anos de funcionamento, a Cosep encerrou suas atividades por causa do aumento expressivo de sinistralidade, isto é, o valor pago em indenizações pela seguradora, dividido pelo valor total arrecadado com vendas de seguros, aumentou, provocando enormes prejuízos e a inviabilização dessas operações (Buainain & Vieira, 2011).

Apesar de ter sido criado em 2003, pela Lei 10.823, o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) só veio a ser instituído em 2005, por meio do Decreto 5.514/2005, que determinou os percentuais e os limites de subvenção. Era objetivo do programa promover a expansão do acesso ao seguro rural e garantir o papel do seguro como instrumento para estabilidade da renda agropecuária, além de induzir o uso de tecnologias adequadas no ambiente agropecuário (Ramos, 2009; Buainain & Vieira, 2011; Adami et al., 2022).

Em 2006, o Decreto 5.514/2005 foi revogado pelo Decreto 5.782/2006, que fixou novos limites e patamares de subvenção. Além disso, o PSR passou da abrangência de sete culturas para todas elas, na modalidade agrícola. Atualmente, o programa contempla, além do seguro agrícola, os seguros pecuário, aquícola, de florestas, de penhor rural, de benfeitorias e produtos agropecuários, de vida e o de cédula do produtor rural (Buainain & Vieira, 2011; Adami et al., 2022).

De acordo com Adami et al. (2022), para o triênio de 2019/2021 os percentuais foram ajustados, variando com o nível e o tipo de cobertura do seguro. Os valores máximos de subvenção ao prêmio de seguro rural, por beneficiário (pessoa física ou jurídica), foram estabelecidos nas seguintes modalidades: agrícola, R$ 72.000,00; e pecuário, florestal e aquícola, R$ 24.000,00 (para cada uma). Apesar dos limites fixados, o produtor pode receber a subvenção para mais de uma modalidade desde que o somatório do benefício não ultrapasse o valor máximo de R$ 144.000,00 por ano civil (Brasil, 2020).

Modalidades de seguro agrícola no Brasil

Seguro de custeio agrícola

Segundo Ozaki (2005a), em julho de 1970 foi implementado o seguro de custeio agrícola, que cobre perdas decorrentes de eventos climáticos, pragas e doenças. Ele indeniza o valor investido em sementes, defensivos, fertilizantes e outros recursos empregados no plantio, caso a produção seja afetada por alguma condição adversa de clima. As taxas de prêmios eram definidas pela Susep de acordo com a cultura e o nível tecnológico utilizado nas lavouras.

O limite máximo de indenização (LMI) é calculado com base no valor do desembolso para o custeio da área segurada. A indenização é paga quando a produtividade obtida com a cultura é in-

ferior à produtividade garantida na apólice (CNA, 2019).

Seguro agrícola de faturamento ou receita

O seguro de faturamento ou receita foi lançado em 2010 como um projeto-piloto e arrecadou R$ 126 mil em prêmios. Diferentemente do seguro de custeio agrícola ou produtividade, o seguro de faturamento cobre, ao mesmo tempo, as perdas na produção agrícola, decorrentes de eventos climáticos extremos, e a queda dos preços. Nesse seguro, a soja é a cultura de maior peso nas contratações (Adami et al., 2022).

O LMI é calculado com base no faturamento a ser obtido com a produção, considerando a produtividade esperada e o preço do produto de mercado futuro. O pagamento é feito quando a produtividade obtida ou os preços de mercado da cultura, em vigência na apólice na época de colheita, reduzem o faturamento obtido a um nível inferior ao garantido na apólice (CNA, 2019).

Seguro de produção (produtividade e preço)

Essa modalidade é semelhante ao seguro de faturamento, mas é voltada para a compensação da produtividade com relação à variação de seu preço. De acordo com Brisolara (2013), a principal diferença entre o seguro de produção e o seguro de faturamento é que o primeiro tem como gatilho (valor predeterminado em apólice que estabelece quando se deve pagar a indenização) a produtividade média da área segurada, enquanto o segundo, o faturamento total.

O LMI dessa modalidade é calculado com base na produtividade garantida para a área a ser segurada multiplicada por um preço estabelecido no momento da contratação para cada unidade a ser produzida. Esse preço utilizado na contratação será o mesmo usado no caso de eventual indenização (CNA, 2019).

Seguro de índices climáticos (paramétricos)

Trata-se de uma modalidade de seguro que se baseia na oscilação de uma variável climática predeterminada – a precipitação pluvial, por exemplo, geralmente a mais utilizada. Considera-se o fato de que para cada cultura segurada existe uma faixa ideal dessa variável. Assim, se a medida do índice estiver fora do intervalo determinado, a produção agrícola sofre perdas e, então, o produtor é indenizado.

De acordo com Guimarães & Igari (2019), por se voltar ao controle regional ou microrregional dos riscos relacionados com fenômenos climáticos, o custo operacional desse tipo de seguro é significativamente menor do que o dos demais modelos fundamentados na análise individual dos produtores. Segundo Miquelluti et al. (2022), o seguro paramétrico no Brasil, atualmente, é promovido apenas por uma seguradora, a Swiss Re, que oferece produtos de seguro de índice climático personalizado desde 2018.

O LMI é calculado com base no valor esperado pelo cliente a ser obtido com a produção. A indenização é determinada por meio da verificação dos índices coletados e os índices segurados pelo cliente, ocorrendo de forma simplificada depois da apuração dos índices (CNA, 2019).

Precificação do seguro agrícola

A precificação adequada do seguro agrícola é fundamental para o desenvolvimento desse instrumento de mitigação de risco, já que esse processo é responsável por encontrar as taxas de prêmios pagas pelo produtor. Em outras palavras, uma má precificação pode gerar taxas mal ajustadas e, assim, elevar o risco de seleção adversa, no qual há maior adesão de produtores de alto risco. Tal fato aumenta a incerteza da seguradora e reduz a demanda pelo produto, principalmente por parte dos produtores de baixo risco (Duarte, 2018).

Portanto, usar uma modelagem apropriada pode resultar em taxas de prêmios mais justas e

eficientes, que, por sua vez, proporcionam redução nos problemas de seleção adversa e possibilitam a massificação do seguro agrícola.

Abordagem univariada

Na abordagem univariada, a taxa de prêmio do seguro agrícola é dada pela expectativa de perda ou perda esperada de produtividade da cultura segurada,

$$E(perda) = E(max\{(y_g - Y)\ ; 0\}) = \\ = P(Y < y_g)(\lambda y_e - E(Y \mid Y < y_e)) \quad (1)$$

em que Y é produtividade observada após a colheita, Y_g é a produtividade garantida no contrato de seguro, Y_e é a produtividade média esperada. Vale ressaltar que a produtividade garantida é definida como $Y_g = \lambda Y_e$, sendo λ o nível de cobertura escolhido pelo produtor ($0 < \lambda < 1$).

Assim, a taxa de prêmio atuarialmente justa de um contrato de seguro, que modela a variável produtividade, atributo principal dos seguros de custeio e de produção, pode ser descrita como

$$\pi = F_Y(\lambda y_e)[\lambda y_e - E(Y \mid Y < y_e)] / \lambda y_e \quad (2)$$

em que $F_Y(\lambda y_e)$ é a distribuição acumulada da variável Y, denominada "probabilidade de perda do produtor" (Duarte, 2018).

As equações acima deixam claro o quão importante é estimar corretamente a variável produtividade, da forma mais verossímil possível, para o cálculo de uma taxa de prêmio atuarialmente justa. Para a variável produtividade, foram encontradas modelagens paramétricas, como normal, gamma, beta e skew-normal; abordagens não paramétricas, como kernel e cópulas; abordagens semiparamétricas, como o método de kernel com distribuições normal e beta; e não paramétricas, utilizando kernel não paramétrico padrão, generalized autoregressive conditional heteroscedastic (GARCH) e cópulas, entre outros.

Abordagem bivariada

Já na abordagem bivariada, a taxa de prêmio pode ser expressa por

$$E[perda] = E(max\{(x_g y_g - XY);0\}) = \\ = P(X < x;\ Y < y \mid XY < x_g y_g) \times \\ \times (x_g y_g - E(XY \mid XY < x_g y_g)) \quad (3)$$

em que X é o preço, e Y é a produtividade observada da cultura segurada, após a colheita. Vale ressaltar que a expressão $U = XY$ é o faturamento dessa colheita. O preço garantido é definido como $Y_g = \lambda Y_e$, em que $0 < \lambda < 1$ é o nível de cobertura escolhido pelo produtor, e Y_e é o preço esperado, normalmente calculado pela média dos últimos 15 dias do preço negociado na Chicago Mercantile Exchange Group (CME), uma das principais bolsa de valores de commodities do mundo (CMEGROUP, 2022).

Logo, a taxa ótima do prêmio do seguro, cujas variáveis modeladas são produtividade e preço, sendo elas componentes do seguro de faturamento, pode ser escrita como (Brisolara, 2013; Duarte, 2018)

$$\pi = P(X < x;\ Y < y \mid XY < x_g y_g)[x_g y_g - \\ - E(XY \mid XY < x_g y_g)] / x_g y_g \quad (4)$$

De modo análogo, como foi descrito para a abordagem univariada, a importância da modelagem correta dos dados é inquestionável. Nesse caso, as variáveis estimadas são: preço, produtividade e seu produto. Os estudos que analisaram tal taxa, equação 3, propuseram diferentes abordagens. Alguns focaram primeiramente as variáveis produtividade e preço de forma separada, e as metodologias descritas anteriormente (univariadas) são aplicadas para a produtividade.

Em contrapartida, para avaliar a variável preço foram encontradas modelagens paramétricas, como normal, log-normal e burr; abordagens não paramétricas, como kernel e cópulas; e abordagens com séries temporais, como autoregressive conditional heteroscedastic (ARCH), generalized autoregressive conditional heteroscedastic (GARCH) e autoregressive model (AR).

Outros estudos mostram que para modelar a distribuição conjunta, ou seja, o produto das duas variáveis (preço e produtividade), existe uma adversidade, pois, em muitos casos, essas variá-

veis não são independentes uma da outra, o que impede que a distribuição conjunta seja o produto das duas distribuições modeladas.

Tejeda & Goodwin (2008) e Duarte (2018) contornaram o problema de variáveis não independentes entre si por meio de modelagens semiparamétricas: cópula elíptica, cópula arquimediana (família Frank) e cópulas arquimedianas (Ali-Mikhail-Haq (AMH), Clayton, Frank e Gumbel).

Revisão sistemática das metodologias de precificação de seguro agrícola

A Figura 1 mostra a quantidade de trabalhos conforme a metodologia adotada para modelar a variável produtividade, dentro do cenário de precificação de seguro.

A Figura 2 descreve a quantidade de trabalhos conforme a modalidade empregada para modelar a variável preço, dentro do cenário de precificação de seguro. Diferentemente do que acontece com a variável produtividade, nesse caso foram encontrados poucos trabalhos.

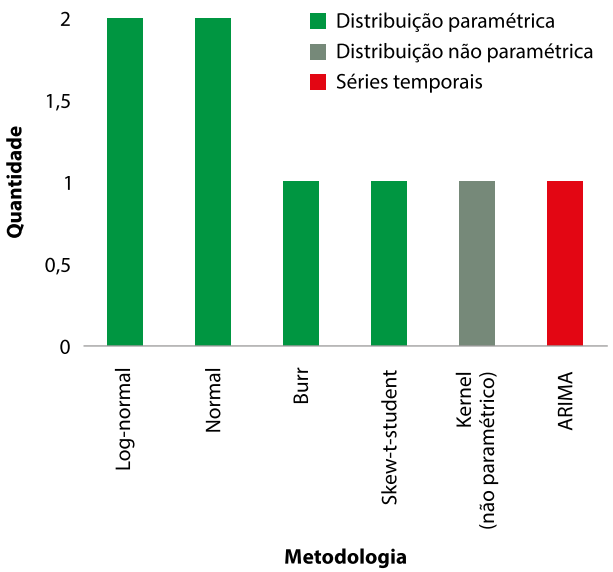


Figura 2. Quantidade e modalidades de trabalhos conforme a metodologia de modelagem da variável preço.

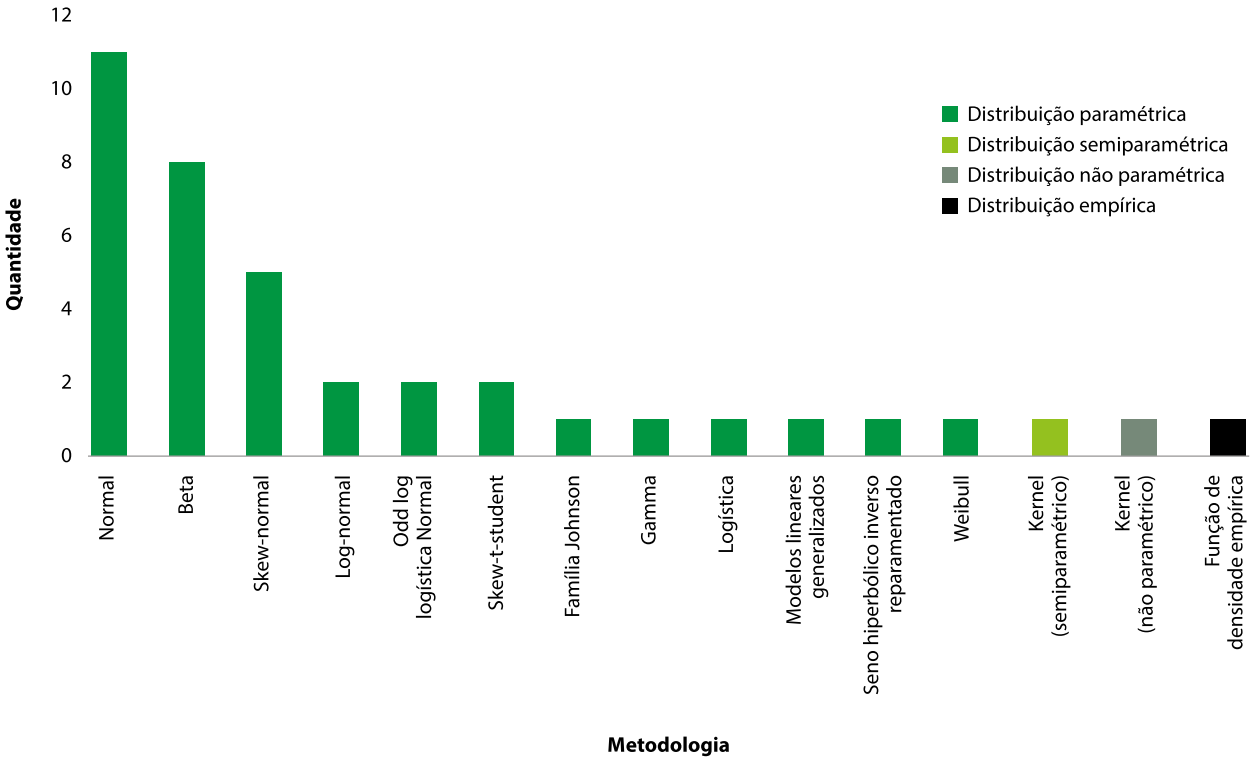


Figura 1. Quantidade e modalidades de trabalhos conforme a metodologia de modelagem da variável produtividade.

Para a distribuição conjunta, ou seja, para a análise da distribuição do resultado entre o produto das variáveis preço e produtividade, com o enfoque de modelagem de precificação do seguro agrícola, foram encontrados três trabalhos amplamente citados: Miqueleto (2011), que usou a metodologia de cópulas, bem como Duarte (2018), e Brisolara (2013), que executou a modelagem normal bivariada.

A Tabela 1 mostra a descrição de todos os estudos analisados neste trabalho – suas contribuições, vantagens e desvantagens do uso de cada método e a variável modelada.

Tabela 1. Resumo das contribuições dos trabalhos que abordaram a modelagem de variáveis envolvidas no cálculo de precificação do seguro agrícola.

Fonte	Metodologia	Contribuição	Variável modelada
Gallagher (1987)	Modelagem paramétrica: gamma	O estudo encontrou evidências de que a distribuição de produtividade de soja analisada é assimétrica negativamente. O estudo apontou que um dos fatores contribuintes para esse fato é o declínio dos retornos marginais positivos e negativos dos insumos climáticos	Produtividade da soja
Ramírez (1997)	Modelagem paramétrica: seno hiperbólico inverso reparametrizado	A transformação do seno hiperbólico inverso reparametrizado exibiu suas vantagens quando aplicada à análise de simulação dos dados, ou seja, modelou de forma satisfatória variáveis dependentes aleatórias que são suspeitas de ser não normais, heterocedásticas e mutuamente correlacionadas, caso das variáveis produtividade de milho, soja e trigo simultaneamente. Os resultados desse estudo foram altamente consistentes com os atributos dos dados reais	Produtividades do milho, da soja e do trigo
Goodwin & Ker (1998)	Modelagem paramétrica: normal Modelagem não paramétrica: kernel	Os resultados demonstram que a eliminação das restrições paramétricas e a flexibilização dos procedimentos de classificação levam a taxas de seguro que muitas vezes são significativamente diferentes daquelas atualmente em uso. Tais taxas podem oferecer maior precisão na mensuração do risco de perda e, assim, melhorar o desempenho atuarial	Produtividades da cevada e do trigo
Just & Weninger (1999)	Modelagem paramétrica: normal	Os resultados sugerem que a distribuição normal não é uma distribuição empírica irracional para estudar programas de seguro agrícola e produção (embora outras também possam ser razoáveis). Da mesma forma, a falha em rejeitar a normalidade implica uma atenção à abordagem empírica de modelar a incerteza na agricultura. Tal resultado pode ser importante para estender os conceitos de modelagem empírica, que são facilmente aplicáveis e, portanto, mais prováveis de ser confiáveis do que métodos mais sofisticados	Produtividades do trigo, milho, sorgo, da soja e da alfafa
Ker & Coble (2003)	Modelagens paramétricas: normal e beta Modelagens semiparamétricas: estimador semiparamétrico usando a função de kernel com distribuições normal e beta Modelagem não paramétrica: kernel não paramétrico padrão	O estimador semiparamétrico usando função de Kernel com distribuição normal foi mais eficiente que o estimador semiparamétrico usando função de kernel com distribuição beta, os modelos paramétricos normal e beta e o estimador kernel não paramétrico padrão, para a produtividade do milho em 87 condados de Illinois, de 1956 a 2000	Produtividade do milho

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Fonte	Metodologia	Contribuição	Variável modelada
Sherrick et al. (2004)	Modelagens paramétricas: normal, logística, Weibull, beta e log-normal	Curiosamente, todas as distribuições analisadas exibiram a característica de que os pagamentos de prêmio esperado não são altamente correlacionados com os prêmios reais (de fato, muitas vezes negativamente correlacionados). As medidas de qualidade de ajuste indicam que as distribuições normal e log-normal falham em descrever os dados da amostra. Já as distribuições mais flexíveis, Weibull e beta, por exemplo, confirmam a evidência visual de que essas distribuições se encaixam melhor na maioria dos casos de modelagem de produtividade para milho, em qualquer teste. Os resultados do estudo demonstram que diferenças significativas nas probabilidades de produtividade implícita resultam exclusivamente de escolhas de parametrização	Produtividades do milho e da soja
Goodwin & Mahul (2004)	Modelagens paramétricas: Normal e beta Modelagem não paramétrica: kernel	O estudo comprova que as três estimativas de densidade (normal, beta e kernel) são muito semelhantes entre si, embora existam diferenças sutis, para o conjunto de dados analisado. A distribuição beta é restrita a ficar acima de zero, enquanto nenhuma restrição é imposta à densidade normal e à estimativa do kernel. Cada uma das abordagens tem méritos e deficiências relativas. A aplicação desses modelos aos dados de produtividade do amendoim mostra que os parâmetros de seguro, como taxas de prêmios, são suscetíveis de ser bastante sensíveis às suposições feitas na modelação das distribuições de rendimento	Produtividade do amendoim
Lawas (2005)	Modelagens paramétricas: distribuições da família Johnson (SB e SU) e beta	Os resultados ilustraram que a família de distribuições Johnson pode, de fato, ser uma abordagem paramétrica altamente flexível para estimar com precisão as distribuições de rendimento do milho. As distribuições SB e SU superam estatisticamente a distribuição beta em relação à modelagem de rendimentos em nível de fazenda, e pode-se concluir também que SU é a melhor distribuição de ajuste com base nas comparações de valor de probabilidade entre as demais distribuições	Produtividade do milho
Ozaki et al. (2008)	Modelagens paramétricas: normal e beta Modelagem não paramétrica: função de kernel Outra abordagem: função de distribuição empírica	Os resultados apontaram que, para todos os níveis de cobertura, as taxas de prêmio são maiores na abordagem não paramétrica. Isso significa que as companhias de seguros estão subestimando o contrato de seguro. A consequência para a seguradora é o prejuízo financeiro por causa da menor tarifa cobrada, além de os produtores de alto risco, beneficiados por essas taxas, demandarem mais contratos, aumentando assim a probabilidade de ocorrência de indenização. Assim, o estudo pôde concluir que o modelo de distribuição empírica é o mais adequado para o conjunto de dados analisado	Produtividades da soja e do milho
Tejeda & Goodwin (2008)	Modelagens paramétricas: Burr, log-normal, normal (para preço), beta (para produtividade) Modelagens semiparamétricas: cópula elíptica, e cópula arquimediana (família Frank)	Para a modelagem dos preços, os resultados apontaram um melhor ajuste da distribuição Burr em comparação com a log-normal e a normal, embora mais dados possam ser necessários para este último caso, pois para a cultura do milho não houve diferença significativa. Já para a produtividade, o estudo modelou essa variável de acordo com a distribuição paramétrica beta e mediu a correlação entre preços das colheitas e os rendimentos por meio dos sistemas de cópulas, os quais apontaram que há uma correlação negativa entre tais variáveis	Preços futuros e produção das safras de milho e soja

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Fonte	Metodologia	Contribuição	Variável modelada
Santos (2011)	Modelagens paramétricas: modelos lineares generalizados (MLG) normal e gama Outras modelagens: distribuição empírica	O estudo concluiu que, com MLG – normal e gama –, houve bons ajustes, a ponto de propor que o modelo empírico é inconveniente para as seguradoras, já que com o uso de tal modelo a seguradora acaba tendo prejuízo por pagar indenizações maiores do que deveriam	Produtividade do milho
Miqueleto (2011)	Modelagem paramétrica: beta Modelagens não paramétricas: GARCH e cópulas	Segundo o texto, diferentemente do que ocorre com a série de preços, a densidade da série de produtividade não pode ser estimada por métodos não paramétricos, pois não havia uma amostra suficientemente grande para que a estimativa ocorresse de forma adequada e gerasse resultados consistentes. Assim, o autor decidiu usar a distribuição beta para modelar a distribuição marginal da variável produtividade. Para corrigir o problema de tendência e heteroscedasticidade, uma vez que o estudo não estava interessado em observar essas questões, foi utilizada a abordagem de séries temporais, GARCH. Para aumentar o número de observações da série de produtividade e ter a mesma quantidade de observações da série de preço, o estudo empregou o método de estimação de cópulas	Produtividade do milho
	Modelagens não paramétricas: kernel Epanechnikov, GARCH e AR	O estudo propõe o estimador de kernel para avaliar a densidade dos preços futuros, visto que ele se destaca nas estimativas que permitem captar assimetria nas distribuições, bem como multimodalidade, como é o caso dos preços. As abordagens de GARCH e AR foram empregadas para a correção das séries de preços, ou seja, remover a presença de tendência e heteroscedasticidade dos dados	Preço por saca de milho
	Modelagem não paramétrica: cópulas (para distribuição conjunta)	Como o intuito do estudo era expor formas de calcular as taxas de prêmio de um seguro hipotético de renda, para a cultura de milho, mostrou-se que para isso havia a necessidade de estimar um modelo multivariado não linear, o qual é decorrente da distribuição conjunta entre preço e produtividade. Assim, o estudo optou por usar a metodologia de cópulas com estimação de decomposição (IFM – inference for the margens), que avalia os parâmetros do modelo por máxima verossimilhança. Tal metodologia, segundo o autor, é a forma de estimação mais genérica e com melhor aplicabilidade para o problema	Produtividade e preço do milho
Brisolara (2013)	Modelagem paramétrica: normal	A análise da distribuição da variável analisada não permitiu que se rejeitasse a hipótese de normalidade, admitindo, assim, o uso da distribuição normal para a representação das séries de produtividade	Produtividade da soja
	Modelagem paramétrica: normal Modelagem não paramétrica: ARIMA (1,0,1)	Para a análise da variável preço por saca de soja, o estudo estimou um modelo ARIMA (1,0,1) à série de preços deflacionados, já que ele apresentou melhor ajuste, considerando a análise gráfica, a autocorrelação dos resíduos e o valor do critério de Akaike. A normalidade dos preços foi examinada pelo teste de Jarque-Bera, que indicou a não rejeição da hipótese nula de normalidade. Portanto, o estudo concluiu, pela viabilidade, aproximar a distribuição da série deflacionada por uma distribuição normal. Mas, com essa abordagem, ocorre a superestimação dos riscos para valores de cobertura baixos	Preço por saca de soja

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Fonte	Metodologia	Contribuição	Variável modelada
Brisolara (2013)	Modelagem paramétrica: normal bivariada (para distribuição conjunta)	O estudo aponta que as variáveis preço e produtividade têm uma correlação positiva. As taxas de prêmio (que consideram a distribuição conjunta de probabilidade de preço e produtividade) calculadas se mostraram inferiores às comercializadas no Brasil. As simulações empreendidas com o modelo bivariado justificaram a importância da determinação correta do grau de dependência das variáveis, pois o modelo se revelou extremamente sensível aos diferentes coeficientes de correlação simulados. A redução das taxas é significativa	Produtividade e preço da soja
Duarte et al. (2018)	Modelagens paramétricas: normal, beta, log-normal, skew-normal e odd log logística normal (OLLN)	O estudo permitiu concluir que, para todas as séries analisadas, o modelo mais bem ajustado foi o OLLN. Além disso, a bimodalidade encontrada nos municípios de Guarapuava e Palmeira foi considerada no cálculo da alíquota, para uma taxa do prêmio atuarial justa	Produtividade da soja
Duarte (2018)	Modelagens paramétricas: normal, beta, skew-normal, skew-t student, odd log-logística normal (OLLN)	O estudo usa modelagem com distribuições paramétricas, que capturam a simetria, a assimetria e a bimodalidade dos dados de produtividade de soja de alguns municípios do Paraná, para estimar corretamente a distribuição da produtividade e, assim, encontrar uma taxa de prêmio justa. De acordo com o estudo, o modelo OLLN foi o mais adequado, para todas as séries de municípios analisados	Produtividade da soja
	Modelagens paramétricas: nomal, skew-normal, odd log-logística normal (OLLN) (para produtividade), log-normal e skew-t-student (para preço) Modelagens semiparamétricas: cópulas arquimedianas (Ali-Mikhail-Haq (AMH), Clayton, Frank e Gumbel) (para distribuição conjunta)	O estudo pôde concluir que os modelos paramétricos que melhor se ajustaram às séries de produtividade e preço foram OLLN e skew-t-Student, respectivamente. O estudo também mostrou que o uso da metodologia de cópulas (AMH), para distribuição conjunta das variáveis supracitadas, apresenta um ganho significativo, pois permite levar em consideração estruturas de dependência linear, não linear e dependência somente nas caudas da distribuição multivariada, além de especificar qualquer tipo de distribuição para as distribuições marginais	Produtividade da soja garantida e preços nominais recebidos pelos produtores
Santos (2021)	Modelagens paramétricas: skew-normal e normal	Os resultados mostraram que a densidade skew-normal é um modelo competitivo à distribuição normal para explicar a distribuições de produtividade agrícola do milho e, portanto, a autora sugere que tal densidade pode ser utilizada para cálculo dos pagamentos esperados no seguro agrícola no Brasil	Produtividade do milho

Resultados e discussão

Dezesseis trabalhos foram analisados. Todos eles estudaram a modelagem da variável produtividade de diferentes culturas, e três trabalhos examinaram a distribuição conjunta entre preço e produtividade (Miqueleto, 2011; Brisolara, 2013; Duarte, 2018). Todos eles fazem também suas análises de modo separado, ou seja, modelam as variáveis preço e produtividade individualmente. Um trabalho (Tejeda & Goodwin, 2008) investigou preço e produtividade separadamente, mas não abordou o estudo da distribuição conjunta, apenas a correlação entre as variáveis.

Produtividade

Dos 16 trabalhos que analisaram produtividade, 11 basearam suas análises só em abordagens paramétricas (Gallagher, 1987; Ramírez, 1997; Just & Weninger, 1999; Sherrick et al., 2004; Lawas, 2005; Tejeda & Goodwin, 2008; Miqueleto, 2011; Brisolara, 2013; Duarte et al., 2018; Duarte, 2018; Santos, 2021), dois em abordagens paramétricas e não paramétricas (Goodwin & Ker, 1998; Goodwin & Mahul, 2004), um trabalho verificou essa variável com abordagens paramétrica, semiparamétrica e não paramétrica (Ker & Coble, 2003), um trabalho examinou essa variável do ponto de vista paramétrico, não paramétrico e por outro tipo de modelagem, a de função de distribuição empírica (Ozaki et al., 2008), e um trabalho fez a análise de forma paramétrica, e com função de distribuição empírica, da variável produtividade (Santos, 2011).

Com relação à frequência do uso das distribuições nas análises sobre a produtividade, observa-se que a distribuição normal foi utilizada em 11 estudos; a beta, em oito; a skew-normal em cinco; e a odd log-logística-normal, a skew t-student e a log-normal foram citadas em dois trabalhos. Por sua vez, a gamma, a Johnson (SB e SU), a logística, os modelos lineares generalizados, o seno hiperbólico inverso reparametrizado e a distribuição Weibull foram empegados apenas uma vez. Além disso, quatro estudos adotaram o método de kernel, um adotou a teoria de cópulas e um abordou a teoria de séries temporais, fazendo uso dos modelos GARCH e AR para correção de tendência e heterocedasticidade dos dados; apenas um trabalho analisou a produtividade com um olhar semiparamétrico, o método de kernel com normal e beta, e dois trabalhos usaram a função de distribuição empírica.

Entre os 16 trabalhos analisados, 11 fizeram comparações entre abordagens (Goodwin & Ker, 1998; Ker & Coble, 2003; Goodwin & Mahul, 2004; Sherrick et al., 2004; Lawas, 2005; Ozaki et al., 2008; Tejeda & Goodwin, 2008; Santos, 2011; Duarte et al., 2018; Duarte, 2018; Santos, 2021) e cinco admitiram apenas um modelo e verificaram se ele foi adequado para o conjunto de dados examinados (Gallagher, 1987; Ramírez, 1997; Just & Weninger, 1999; Miqueleto, 2011; Brisolara, 2013).

Dos 11 trabalhos comparativos, seis fizeram comparações apenas entre abordagens paramétricas (Sherrick et al., 2004; Lawas, 2005; Tejeda & Goodwin, 2008; Duarte et al., 2018; Duarte, 2018; Santos, 2021), dois compararam abordagens paramétricas e não paramétricas (Goodwin & Ker, 1998; Goodwin & Mahul, 2004), um fez a comparação com modelagens paramétricas, não paramétricas e função de distribuição empírica (Ozaki et al., 2008), um fez a comparação com a abordagem paramétrica e a função de distribuição empírica (Santos, 2011), e um trabalho comparou as modelagens paramétricas, semiparamétricas e não paramétricas (Ker & Coble, 2003).

Ainda sobre os estudos comparativos, oito concluíram que um dos modelos comparados foi efetivamente melhor, para modelar a produtividade, dos quais dois elegeram o odd log-logística-normal como a melhor; um, a família Johnson (SU); um, o modelo linear generalizado; um, a skew-normal; um, o método de kernel semiparamétrico com normal e beta; um, o método de kernel padrão; e um, a função de distribuição empírica. Além disso, outros dois trabalhos comparativos foram inconclusivos, dos quais um ressaltou pouca diferença entre as distribuições Weibull e beta, e o outro ficou entre a distribuição normal e o método de kernel.

Já todos os seis estudos que admitiram só uma distribuição (Gallagher, 1987; Ramírez, 1997; Just & Weninger, 1999; Miqueleto, 2011; Brisolara, 2013) concordaram com o modelo proposto, exceto Just & Weninger (1999), que rejeitou a hipótese de o modelo ser normal, como havia proposto.

Preço

Dos quatro trabalhos que examinaram a variável preço de modo separado, dois basearam suas análises apenas em modelos paramétricos (Tejeda & Goodwin, 2008; Duarte, 2018), um comparou um modelo paramétrico com um modelo de séries temporais (ARIMA (1,0,1)) (Brisolara, 2013), e um admitiu que os dados de

preço se modelavam de forma mais apropriada pelo método de kernel e usou duas abordagens de séries temporais (AR e GARCH) para corrigir a tendência e a heterocedasticidade da série analisada (Miqueleto, 2011).

Todos os trabalhos que analisaram a modelagem da variável preço fizeram comparações entre as metodologias escolhidas, exceto Miqueleto (2011), que, desde o princípio, elegeu o método de kernel (não paramétrico) como o mais apropriado para a modelagem de seus dados. Dos que compararam, um deles considerou a distribuição Burr como a mais apropriada das distribuições comparadas (Tejeda & Goodwin, 2008), outro estudo não conseguiu identificar o melhor modelo entre a distribuição normal e um ARIMA (1,0,1), mas o trabalho optou por usar a distribuição normal (Brisolara, 2013; Duarte, 2018), e, ao comparar duas distribuições paramétricas, inferiu por meio dos critérios de decisão (AIC e BIC) que a skew-t--student foi a de melhor desempenho.

Distribuição conjunta (preço e produtividade)

Como mencionado, dos 16 trabalhos analisados, três examinaram a distribuição conjunta entre preço e produtividade, dos quais dois usaram a teoria de cópulas (Miqueleto, 2011; Duarte, 2018), para verificar o grau de correlação entre as variáveis marginais, e Brisolara (2013) abordou a distribuição normal bivariada para modelar a distribuição conjunta.

Dos trabalhos que aplicaram a teoria de cópulas, um optou pelas cópulas com estimação de decomposição (IFM – inference for the margens), que avaliam os parâmetros do modelo por máxima verossimilhança (Miqueleto, 2011), e um trabalho comparou quatro metodologias de cópulas arquimedianas, sendo elas Ali-Mikhail-Haq (AMH), Clayton, Frank e Gumbel, no qual se pôde concluir que a AMH foi a de melhor ajuste (Duarte, 2018).

Vantagens e desvantagens de cada abordagem estatística

Ao usar modelos paramétricos, os trabalhos têm a vantagem de poder se apoiar em distribuições bem definidas, matemática e computacionalmente, as quais garantem o uso de propriedades bem estabelecidas. No entanto, uma desvantagem desses modelos é o fato de eles não incorporarem a bimodalidade, característica específica da produtividade agrícola no Brasil (Duarte, 2018).

Por sua vez, o uso de modelos semiparamétricos traz a facilidade de ser uma abordagem prática, consistente e robusta para as análises, cuja forma funcional verdadeira do modelo é desconhecida. Além disso, essa abordagem permite a modelagem de formas funcionais complexas que contemplam simultaneamente componentes paramétricos e não paramétricos, além de se tratar de uma alternativa mais flexível que a abordagem paramétrica e menos restritiva para a estimação de curvas desconhecidas (Brisolara, 2013).

Por último, o uso de modelos não paramétricos tem a vantagem de ser uma opção que não necessita de especificação prévia do formato da distribuição e possui flexibilidade para descrever várias formas de densidade. No entanto, sua desvantagem é a necessidade de uma grande amostra para se ajustar (Goodwin & Mahul, 2004).

Considerações finais

De acordo com o exposto, pode-se mencionar que, quando se usa uma modelagem apropriada, taxas de prêmios mais justas e eficientes podem ser geradas, que, por sua vez, reduzem os problemas de seleção adversa e possibilitam a massificação do seguro agrícola. Vale ressaltar que taxas superestimadas podem provocar grandes prejuízos para o governo, já que a subvenção é um percentual fixo da taxa de prêmio, ou seja, uma revisão sobre o assunto é de grande eficiência até mesmo para os cofres públicos.

Em todos os trabalhos estudados nesta pesquisa, com exceção de Miqueleto (2011), as abordagens adotadas para modelar a variável

preço e a distribuição conjunta foram os modelos paramétricos, justificando-se o uso deles por suas contribuições positivas, como a distribuição e propriedades conhecidas.

Dos trabalhos que adotaram a abordagem paramétricas, 60,9% usaram ou pelo menos testaram a distribuição normal. Considerando apenas a variável produtividade, 68,7% de todas as análises abordaram o emprego de tal distribuição, enquanto para a modelagem da variável preço o valor cai para 66,7%. Portanto, a distribuição normal é a mais implementada ou testada para modelar variáveis envolvidas no cálculo da precificação do seguro agrícola.

Para a distribuição conjunta, 25% dos trabalhos dedicados a essa análise usaram a distribuição normal, para o caso bivariada, e os outros 75% utilizaram a metodologia de cópulas, o que foi justificado pelo alto grau de correlação entre as variáveis produtividade e preço.

Apesar de a distribuição normal ter grande destaque entre os trabalhos analisados, em muitos casos ela não foi considerada a metodologia mais adequada para a modelagem dos dados, o que justifica uma análise apurada de outros métodos, com diferentes abordagens. Essa comparação entre métodos paramétricos, semiparamétricos e não paramétricos pode apresentar ganhos significativos para a pesquisa.

Os trabalhos futuros podem fazer uso das metodologias mais citadas neste estudo e compará-las. Portanto, um estudo robusto e decisivo pode surgir classificando e justificando qual é a melhor metodologia de modelagem para cada variável envolvida no cálculo de precificação do seguro agrícola.

Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2021/22: quinto levantamento, v.9, n.5, fev. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 22 fev. 2022.

ADAMI, A.C. de O.; OZAKI, V.A. Modelagem estatística dos prêmios do seguro rural. **Revista de Política Agrícola**, ano21, p.60-75, 2012. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/73>. Acesso em: 14 dez. 2022.

ADAMI, A.C. de O.; OZAKI, V.A.; MIQUELLUTI, D.L. Efeito de alterações no preço de referência sobre as indenizações do Seguro Agrícola de Faturamento da soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.60, e247784, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.247784.

BRAGA, G.B.; FIALHO, M.F. **Introdução ao Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF)**. Viçosa: Asa Pequena, 2021.

BRASIL. Lei nº 10.823, de 19 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a subvenção econômica ao prêmio do Seguro Rural e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 22 dez. 2003. Seção1, p.1-2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Seguro rural**: programa de subvenção ao prêmio do Seguro Rural. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/documentosseguro-rural/copy_of_RelatorioGeralPSR2019.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRISOLARA, C.S. **Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil**: do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio. 2013. 238p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BRISOLARA, C.S.; OZAKI, V.A. Uma proposição metodológica para a precificação de seguro de receita agrícola no Brasil. **Revista de Economia e Sociedade Rural**, v.60, e235656, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.235656.

BUAINAIN, A.M.; VIEIRA, P.A. Seguro agrícola no Brasil: desafios e potencialidades. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, v.7, p.39-68, 2011. Disponível em: <https://rbrs.com.br/arquivos/rbrs_13_2.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

BÚRIGO, F.L. Sistema Nacional de Crédito Rural: uma trajetória de privilégios, crises e oportunidades. In: VOLLES, A.; COLONIESE, C.; MITTELMANN, C.C.; RODRIGUES, L.M. da S.; CINTRA, T.C.A. (Org.). **Ensaios sobre o cooperativismo solidário**. Francisco Beltrão: Infocos, 2010. p.426-458.

CANAL AGRO. Por que é importante contratar o seguro agrícola? **Estadão**, 21 junho 2020. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/por-que-e-importante-contratar-seguro-agricola>. Acesso em: 3 mar. 2022.

CMEGROUP. **Chicago Mercantile Exchange Group**. 2022. Disponível em: <https://www.cmegroup.com/market-data/cme-group-benchmark-administration/cme-group-volatility-indexes.html>. Acesso em: 24 out. 2022.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **CNA discute importância do seguro rural para o agro**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/noticias/cna-discute-importancia-do-seguro-rural-para-o-agro>. Acesso em: 4 mar. 2022.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Guia de Seguros Rurais**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural>. Acesso em: 1 mar. 2022.

CVM. Comissão de Valores Mobiliários. **Pronunciamento técnico CPC 07 (R1)**. 2010. Disponível em: <http://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/menu/regulados/normascontabeis/cpc/CPC_07_R1_rev_12.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2022.

DUARTE, G.V. **Precificação do seguro agrícola**: novas abordagens utilizando distribuições de probabilidades alternativas e o uso de cópulas bidimensionais e tridimensionais. 2018. 89p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: https://doi.org/10.11606/T.11.2019.tde-17012019-152335.

DUARTE, G.V.; BRAGA, A.; MIQUELLUTE, D.L.; OZAKI, V.A. Modeling of soybean yield using symmetric, asymmetric and bimodal distributions: implications for crop insurance. **Journal of Applied Statistics**, v.45, p.1920-1937, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/02664763.2017.1406902.

EMBRAPA. **VII Plano Diretor da Embrapa 2020-2030**. Brasília, 2020. 31p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor/a-agricultura-brasileira>. Acesso em: 1 mar. 2022.

FELTRIM, V.D. **Um levantamento bibliográfico sobre a estruturação de textos acadêmicos**. Maringá: Fundação Universidade Estadual de Maringá, 2007. Disponível em: <http://wiki.icmc.usp.br/images/7/72/Feltrim2007.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

FIGUEIREDO, N. Da importância dos artigos de revisão da literatura. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v.23, p.31-135, 1990.

GALLAGHER, P. US soybean yields: estimation and forecasting with nonsymmetric disturbances. **American Journal of Agricultural Economics**, v.69, p.796-803, 1987. DOI: https://doi.org/10.2307/1242190.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. (Série Educação a Distância.) Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.

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

GOODWIN, B.K.; KER, A.P. Nonparametric estimation of crop yield distributions: implications for rating group-risk crop insurance contracts. **American Journal of Agricultural Economics**, v.80, p.139-153, 1998. DOI: https://doi.org/10.2307/3180276.

GOODWIN, B.K.; MAHUL, O. Risk modeling concepts relating to the design and rating of agricultural insurance contracts. **World Bank Publications**, v.3392, 2004. DOI: https://doi.org/10.1596/1813-9450-3392.

GOOGLE SCHOLAR. Disponível em: <https://scholar.google.com/schhp?hl=en>. Acesso em: 26 fev. 2023.

GUIMARÃES, T.C.; IGARI, A.T. Mudança do clima e seus impactos no seguro agrícola no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.12, p.1583-1604, 2019. DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1583-1604.

HUMBER CORRETORA DE SEGUROS. **Seguro agrícola no Brasil**: o que você precisa saber. Itapeva, 2020. Disponível em: <https://blog.humberseguros.com.br/post/seguro-agricola-no-brasil>. Acesso em: 3 mar. 2022.

JESUS, E.S. **Modelagem Aditiva Generalizada para tarifação do seguro agrícola através da produtividade por município da cana-de-açúcar em Sergipe**. 2016. 48p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

JUST, R.E.; WENINGER, Q. Are crop yields normally distributed? **American Journal of Agricultural Economics**, v.81, p.287-304, 1999. DOI: https://doi.org/10.2307/1244582.

KER, A.P.; COBLE, K. Modeling conditional yield densities. **American Journal of Agricultural Economics**, v.85, p.291-304, 2003. DOI: https://doi.org/10.1111/1467-8276.0012.

LAWAS, C.P. **Crop insurance premium rate impacts of flexible parametric yield distributions**: an evaluation of the Johnson family of distributions. 2005. 71p. Thesis (Master os Science) – Texas Tech University, Texas. Disponível em: <https://ttu-ir.tdl.org/bitstream/handle/2346/1280/Lawas_thesis.pdf;sequence=1>. Acesso em: 4 mar. 2022.

MIQUELETO, G.J. **Contribuições para o desenvolvimento do seguro agrícola de renda para o Brasil**: evidências teóricas e empíricas. 2011. 202p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: https://doi.org/10.11606/T.11.2011.tde-12092011-163544.

MIQUELLUTI, D.L.; OZAKI, V.A.; MIQUELLUTI, D.J. Uma aplicação do lasso quantílico geograficamente ponderado ao seguro de índice climático. **Revista de Administração Contemporânea**, v.26, e-200387, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2022200387.en.

MOTA, A.A.L. **Previsão de prêmio e a ocorrência de sinistros no mercado de seguro agrícola brasileiro**. 2019. 90p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: https://doi.org/10.11606/D.11.2019.tde-19112019-181327.

OLIVEIRA JÚNIOR, D. Orçamento de 2022 para a Agricultura será superior a R$ 15 bilhões. **Canal Rural**. 2021. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/orcamento-de-2022-para-agricultura-sera-superior-a-r-15-bilhoes>. Acesso em: 4 mar. 2022.

OZAKI, V.A. Aspectos contratuais e performance do seguro de custeio agrícola. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v.109, p.27-48, 2005a. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813504>. Acesso em: 11 mar. 2022.

OZAKI, V.A. Em busca de um novo paradigma para o seguro rural no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**,

v.46, p.97-119, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000100005.

OZAKI, V.A. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola**: um estudo de caso. 2005b. 324p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. DOI: https://doi.org/10.11606/T.11.2005.tde-11072005-160540.

OZAKI, V.A. O papel do seguro na gestão do risco agrícola e os empecilhos para o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, v.2, p.75-92, 2007.

OZAKI, V.A.; GOODWIN, B.K.; SHIROTA, R. Parametric and nonparametric statistical modelling of crop yield: implications for pricing crop insurance contracts. **Applied Economics**, v.40, p.1151-1164, 2008. DOI: https://doi.org/10.1080/00036840600749680.

PAREDES, C.A.O. **Avaliação de impacto do Proagro mais**: um estudo de caso. 2016. 176p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

QUIGGIN, J.; KARAGIANNIS, G.; STANTON, J. Crop insurance and crop production: an empirical study of moral hazard and adverse selection. **Australian Journal of Agricultural Economis**, v.37, p.95-113, 1993. DOI: https://doi.org/10.2307/1243953.

RAMÍREZ, O.A. Estimation and use of a multivariate parametric model for simulating heteroskedastic, correlated, nonnormal random variables: the case of corn belt corn, soybean, and wheat yields. **American Journal of Agricultural Economics**, v.79, p.191-205, 1997. DOI: https://doi.org/10.2307/1243953.

RAMOS, R.C. O seguro rural no Brasil: origem, evolução e proposições para aperfeiçoamento. **Informações Econômicas**, v.39, p.5-16, 2009. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec1-0309.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2022.

ROSSETTI, L.A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.386-399, 2001. Disponível em: <http://trigo.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap2.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2022.

SANTOS, C.O. **A distribuição Skew-Normal como modelo para a produtividade de milho aplicada ao seguro agrícola**. 2011. 92p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, J.M.M. **Modelos lineares generalizados aplicados à precificação de seguro agrícola na produtividade de milho dos municípios de Sergipe**. 2021. 56p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/14228>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SHERRICK, B.J.; ZANINI, F.C.; SCHNITKEY, G.D.; IRWIN, S.H. Crop insurance valuation under alternative yield distributions. **American Journal of Agricultural Economics**, v.86, p.406-419, 2004. DOI: https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2004.00587.x.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v.104, p.333-339, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

SUSEP. Superintendência de Seguros Privados. **Processo n.º 15414.003367/2007-75 – Condições gerais do seguro agrícola sem cobertura do Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (FESR)**. 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/seguro-rural/documentos-seguro-rural/15414_003367_2007-75.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2022.

TEJEDA, H.A.; GOODWIN, B.K. Modeling crop prices through a Burr distribution and analysis of correlation between crop prices and yields using a Copula method. In: AMERICAN AGRICULTURAL ECONOMINCS ASSOCIATION ANNUAL METING, 2008, Orlando, Florida. **Proceedings**. Orlando: AAEA, 2008. DOI: https://doi.org/10.22004/ag.econ.6061.

Oportunidades e desafios para o desenvolvimento do biogás na agricultura familiar do Brasil[1]

João Felippe Cury Marinho Mathias[2]
Sofia Sthel Silva[3]

Resumo – A importância da agricultura familiar (AF) é amplamente reconhecida no Brasil, com quase quatro milhões de estabelecimentos rurais. No entanto, a gestão de resíduos e o aproveitamento destes para a geração de agroenergia ainda são raros, em especial na atividade pecuária, que tem grande impacto com a poluição de rios e lençóis freáticos e sobre a emissão de gases de efeitos estufa, particularmente o metano. Uma das alternativas para a gestão dos resíduos da atividade pecuária é o uso da tecnologia de biodigestão anaeróbia, cujos principais produtos derivados são o biogás e o biofertilizante. Esse processo ocorre com o uso da tecnologia de saneamento ambiental, a partir do tratamento da biomassa residual (dejetos dos animais) em biodigestores. O objetivo deste artigo foi apresentar as oportunidades e os desafios para o desenvolvimento de sistemas de biogás em estabelecimentos rurais familiares no Brasil. Optou-se pelo recorte regional do Sul, dada a concentração da atividade pecuária e a tradição do cooperativismo e do associativismo na região. A metodologia se apoia na análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities and threats*) e usa os dados do Censo Agropecuário de 2017. Os resultados apontam como principal força o enorme potencial de geração de biogás pela AF na região Sul. A principal fraqueza é justamente o potencial pouco explorado, somado aos desafios regulatórios. A tecnologia do "biodigestor sertanejo" é uma das oportunidades destacadas, junto com ações de políticas públicas. Entre as ameaças, destacam-se eventuais problemas orçamentários dos governos, bem como aumentos da taxa de juros.

Palavras-chave: agroenergia, análise SWOT, desenvolvimento sustentável.

Opportunities and challenges for biogas development in family farming in Brazil

Abstract – The importance of family farming in Brazil is widely acknowledged, as it reaches about 4 million establishments. However, waste management and its use for energy production are still rare, especially in the livestock activity, which is of great impact, causing river and groundwater pollution, also contributing to greenhouse gas emissions, particularly from methane. One of the alternatives to waste management in the livestock activity is the use of anaerobic biodigestion, whose main products are biogas and biofertilizers. This process is performed with the use of the environmental sanitation technology from the management of the residual biomass (animal manure) in biodigesters. The objective

[1] Original recebido em 7/3/2023 e aprovado em 1º/5/2023.

[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: mathias@ie.ufrj.br

[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: sososthel@gmail.com

of this article was to present the opportunities and challenges for the development of biogas systems for family farming establishments in Brazil. We choose to focus on the south region because of the livestock activity concentration there, and the tradition of partnership and cooperativism in the region. The methodology is based on a SWOT analysis and data from the Brazilian agriculture and livestock census of 2017 (*Censo Agropecuário de* 2017). Results show as the main force the huge potential of biogas generation from the southern family farming establishments. The main weakness is the little exploited potential associated with the challenges of a regulatory agenda. The "*biodigestor sertanejo*" technology is a highlighted opportunity, together with some actions of public policies. Among the threats stand out the government budgetary problems and interest rate increases.

Keywords: agroenergy, SWOT analysis, sustainable development.

Introdução

A reunião da Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-26), em 2021, deu grande ênfase ao papel da agricultura para a sustentabilidade socioambiental. Parece haver, dentro dos fóruns multilaterais associados ao meio ambiente, uma preocupação crescente com o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, sendo, inclusive, um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentado (ODS) apregoados pela Organização das Nações Unidas (ONU). A agropecuária é uma das maiores fontes antropogênicas de emissões de gases de efeito estufa (GEE), principalmente metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), 21 e 310 vezes mais potentes, respectivamente, do que o CO_2 quanto ao seu efeito no aquecimento global, de acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007).

Dados do Brazil Climate Action Hub (2023) apontam que as emissões de metano no Brasil alcançaram 20,2 milhões de toneladas, dos quais 14,5 milhões são derivados da agropecuária. Na COP-26, o Brasil se comprometeu a reduzir 30% das emissões de metano até 2030, em relação às emissões de 2020 (Modelli, 2021). O manejo correto de resíduos animais contribui para que o excesso de nutrientes no solo (proveniente dos resíduos de animais) seja redistribuído e sua reciclagem, otimizada, de modo a preservar o solo e lençóis freáticos. Do contrário, a poluição de rios, lagos e mananciais, por chorume ou pelo produto da degradação dos resíduos, contribui não só para o agravamento da saúde de populações locais, mas também para o efeito estufa, já que a decomposição desse material orgânico gera gás metano.

Nesse contexto, o Brasil, por seu protagonismo mundial na produção de produtos agropecuários, recebeu grande holofote na COP-26. A atividade pecuária – notadamente a bovinocultura, a suinocultura e a avicultura – é de grande relevância para o País, um dos maiores produtores e exportadores mundiais de carnes. Em linhas gerais, a atividade pecuária gera resíduos com elevado potencial de poluição ambiental, por causa principalmente da grande carga orgânica biodegradável e da carga de nutrientes, que podem causar contaminação do solo, lençol freático e atingir os corpos hídricos superficiais (Bley Júnior et al., 2009).

Infelizmente, são raros os estabelecimentos rurais com tratamento de resíduos adequado no Brasil. Conforme o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009), menos de 4% dos estabelecimentos faziam algum tipo de tratamento de esterco de animais[4]. No caso de pequenas propriedades rurais familiares, o problema é ainda maior. Nesse sentido, políticas que promovam a gestão dos resíduos nos estabelecimentos rurais são fundamentais para que se alcance uma agricultura sustentável. Uma das possibilidades mais populares na experiência internacional é a tecnologia da biodigestão anaeróbica, cujo processo gera dois

[4] Essa informação não está disponível no Censo Agropecuário de 2017.

produtos importantes a partir da matéria-prima derivada da biomassa animal (esterco): o biogás e o biofertilizante.

O fortalecimento e a expansão do uso da biomassa pelos pequenos agricultores são desejáveis no Brasil atual porque, além de diversificar a matriz energética e beneficiar o meio ambiente – pois a energia da biomassa tem origem em dejetos de animais, bagaços de frutas e outras substâncias orgânicas que seriam consideradas "lixo" –, gera renda para grupos vulneráveis socialmente. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi estudar o potencial e os desafios para o desenvolvimento de sistemas de biogás nos estabelecimentos agrícolas familiares com atividade pecuária no Brasil. Como escopo especial, o recorte será feito na região Sul, por causa de sua intensa e importante atividade pecuária, bem como a elevada presença da agricultura familiar organizada em associações, cooperativas e condomínios.

O trabalho faz uso da análise SWOT (*strenghts*, *weaknesses*, *opportunities*, *threats*) – forças, fraquezas, oportunidades e ameaças –, para identificar as forças e as oportunidades para o desenvolvimento de sistemas de biogás nos estabelecimentos agrícolas familiares e também suas fraquezas e possíveis ameaças.

Agroenergia, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar

A agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – Agenda 2030 –, traz à tona grandes esforços e desafios de coordenação de políticas públicas com o objetivo de atingir o maior número de objetivos e metas. O ODS 2 é associado à concepção de uma agricultura sustentável com uma característica de notável transversalidade que traz consigo a exigência de um complexo arranjo institucional a ser alcançado. A visão mais compartilhada a respeito do conceito de agricultura sustentável vem do Relatório da FAO (2014), intitulado "Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture".

Tal relatório reconhece que a agricultura depende fortemente dos recursos oriundos dos ecossistemas e, nesse sentido, a agricultura sustentável precisa minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente ao buscar a otimização da produção que ao mesmo tempo proteja, preserve a garanta os recursos naturais ao usá-los de maneira eficiente. Além disso, deve ser capaz de balancear a proteção de agroecossistemas com a oferta de meios decentes que promovam a resiliência e a sobrevivência para as populações rurais.

O ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) apresenta as metas para a concepção de uma agricultura sustentável. Ao se conectar com o ODS 7 (Energia para Todos), é evidenciada a importância crucial da geração de agroenergia como o "motor" que permite uma transição para uma agricultura sustentável. Há aqui uma ligação direta com o ODS 7. Existem várias experiências exitosas em curso na produção de agroenergia segundo a experiência internacional, particularmente aquelas associadas às tecnologias de biodigestão anaeróbia nas pequenas propriedades rurais.

A bioenergia consiste na geração de energias térmica e elétrica a partir de biomassa – isto é, trata-se da conversão de resíduos orgânicos, como dejetos animais, vegetais e de esgoto em energia renovável. O foco aqui está nesse tipo de produção energética no contexto rural: a agroenergia. O biogás é um dos exemplos mais comuns desse tipo de energia, sendo produzido pela digestão anaeróbia de resíduos orgânicos em biodigestores. Da cana-de-açúcar (da qual se extrai açúcar e álcool) e da soja (óleo vegetal), é possível produzir também, respectivamente, etanol e biodiesel, outros dois biocombustíveis, como o biogás. Outros óleos vegetais também podem ser utilizados (do dendê, da canola e do girassol, por exemplo), mas são menos comuns no Brasil. As usinas de biogás que digerem estrume são categorizadas como usinas de biogás agrícola e geralmente co-digerem estrume e outros resíduos orgânicos adequados, muitos deles de origem agrícola também (Silva, 2022).

Pela tecnologia disponível para a produção de biogás, ele pode ser produzido em grande,

média e pequena escalas. A geração distribuída em pequena escala tem também a vantagem de promover maior autonomia energética regional e menores impactos ambientais. É importante ressaltar também que um subproduto dessa produção é o biofertilizante, central para a redução do uso de insumos químicos que contribuem para a geração de GEE (Mathias, 2014).

Muitos autores defendem que a sustentabilidade no atual modelo de produção rural no Brasil torna-se viável a partir da inclusão da agroenergia nas propriedades rurais, com base na tecnologia de saneamento ambiental pelo tratamento da biomassa residual em biodigestores. Isso permite explorar o potencial da geração energética com o uso do conceito de geração distribuída (Bley Júnior et al., 2009; Bley Jr., 2010; Fernandes, 2012; Aquino et al., 2014; Mathias, 2014; Mathias & Mathias, 2015). O estímulo à produção do biogás a partir da biomassa residual, focado aqui na resolução dos seus consideráveis impactos ambientais, leva em conta que o modelo atual de monoculturas e "monocriações" intensivas é a forma de produção amplamente disseminada no Brasil pelo agronegócio.

A literatura evidencia que as iniciativas de produção de biogás no Brasil são incipientes e isoladas. Na verdade, as energias renováveis em geral ainda são entendidas como "alternativas", conferindo a elas um aspecto subalterno, para diferenciar as demais fontes da ainda considerada a mais nobre das renováveis, a hidrelétrica (Bley Júnior et al., 2009). As estatísticas setoriais ignoram o potencial que representa a energia contida nos resíduos orgânicos, se não para os efeitos registrados na distribuição dos espaços das energias ditas alternativas, pelo menos na correta identificação do potencial econômico que esses resíduos e efluentes representam para seus geradores.

Tendo em vista debates sobre dependência energética e redução de emissões de GEE, é necessário diversificar a matriz energética do País e, nesse sentido, a biomassa apresenta grande potencial; tanto por ser uma fonte inesgotável quanto pela diversidade de combustíveis que ela pode produzir. Resíduos animais mal gerenciados podem ter consequências graves para o meio ambiente, como problemas de odor, atração de insetos e outras pragas, contaminação de águas subterrâneas, deterioração da estrutura biológica da terra e derramamentos catastróficos. Por isso, em áreas de produção animal intensiva, é necessário o devido manejo de resíduos para que o excesso de nutrientes seja redistribuído, e sua reciclagem, otimizada. Essa biomassa agrícola – não só dejetos animais, mas também bagaço de frutas, por exemplo – é a fonte de produção do biogás. Por isso, a produção de biogás é um caminho essencial para mitigar a emissão de GEE numa fonte central de emissões no contexto brasileiro: agricultura e pecuária.

Um último ponto importante é o destaque dado pelo ODS aos pequenos produtores rurais como objeto de políticas públicas que visem a sua inclusão numa agricultura sustentável. Uma das metas do ODS 2 é, até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores. Isso passa pelo estímulo ao cooperativismo e ao associativismo. Esse é um dos escopos deste trabalho, cuja delimitação é a região Sul, onde a presença de cooperativas, associações e condomínios é expressiva e crescente.

Material e métodos

O cerne da metodologia adotada neste trabalho faz uso de uma análise SWOT. Trata-se de uma ferramenta estratégica que possibilita a investigação de setores, temas e instituições, por exemplo, com fundamento em quatro alicerces: dois dizem respeito a forças e fraquezas – relacionados a fatores internos que permeiam a problemática em questão – e os demais dizem respeito a oportunidades e ameaças – relacionados a fatores externos, isto é, com pouca ou nenhuma possibilidade de controle sobre esses fatores. Nesta pesquisa, a análise SWOT é utilizada como linha de base para apresentar os principais fatores que permeiam o desenvolvimento de sistemas de biogás no meio rural brasileiro, com foco na região

Sul e em pequenos produtores rurais organizados em cooperativas e condomínios.

Há diversos casos de pesquisas com foco em agricultura e soluções para o seu desenvolvimento sustentável à luz da técnica de análise de SWOT, e isso é verdade também para pesquisas com foco em transição energética. Como esses temas são permeados por uma série de variáveis não somente técnicas, mas também socioeconômicas e legislativas, o uso da ferramenta com o fim de colocar em perspectiva o estado temático atual e traçar panoramas para o desenvolvimento sustentável pode ser muito eficiente.

No âmbito da transição energética, o estudo *Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan* (Chen et al., 2014) concebe a problemática da dependência de combustíveis importados do Japão, Coreia do Sul e Taiwan e examina a elaboração de políticas e roteiros para o desenvolvimento sustentável desses países. A pesquisa compara os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças (SWOT) no contexto do avanço das políticas e tecnologias de energia renovável e da expansão das instalações domésticas para esse fim. Pela análise SWOT, o artigo identifica uma capacidade de implantação adicional de energia renovável e destaca a necessidade de maior cooperação entre os três países para fortalecer seus setores de energia renovável.

No que diz respeito à agricultura sustentável, Sugiarto (2017 citado por Benzaghta et al., 2021), que estudou o potencial estratégico da vermicompostagem na província de Kermanshah, no Irã, e Zhang et al. (2019 citado por Benzaghta et al., 2021), que estudaram inovações em serviços financeiros para impulsionar o desenvolvimento de marcas de produtos agrícolas na província de Jilin, na China, adotaram a análise SWOT para colocar em perspectiva os potenciais e os desafios dessas tecnologias emergentes. Os resultados dessas pesquisas trouxeram implicações úteis não só para os formuladores de políticas agrícolas, mas também para os agricultores que buscam fontes diversificadas de renda.

Outro estudo relevante é o relatório desenvolvido pela IEA Bioenergy (Blair et al., 2021), que documenta 37 estudos de caso de melhores práticas em 18 nações para melhor entender como as cadeias de fornecimento de biomassa podem ser implementadas para apoiar a produção de bioenergia (ou agroenergia) e contribuir para os ODS da ONU. Para cada estudo de caso, o relatório apresenta – além de políticas e mecanismos utilizados nos projetos – uma análise SWOT. Dos casos analisados, três abarcam o Brasil. A SWOT auxilia não apenas na identificação de particularidades dos projetos, mas de particularidades da conjuntura nacional, de modo a ser possível identificar como esses fatores interagem. No contexto brasileiro, uma análise que compreenda esse tipo de problemática é crucial.

Para identificar os elementos propostos pela análise SWOT, esta pesquisa vai se apoiar nos seguintes pontos: cálculo do potencial de produção do biogás; estudos de caso de pequenas propriedades rurais; e políticas públicas e regulação para a promoção de sistemas de biogás.

O cálculo do potencial de biogás dos dejetos de animais (bovinos e suínos) decorre de uma combinação de dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE (2019) e da metodologia de Mathias (2014), por meio de uma abordagem de estatística descritiva, ou seja,

$$BP_t = NH \times DM \times E_t$$

em que BP_t = potencial teórico de biogás ao longo do tempo (m^3/CH_4); t = tempo (produção diária); NH = número de cabeças (unidades); DM = esterco seco (kg/dia); e E_t = coeficiente para converter determinado resíduo (esterco seco do animal) em biogás (m^3/CH_4).

O potencial da produção de biogás em propriedades familiares no Brasil, em especial no Sul, é comprovado pelos dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) e dos citados potenciais de conversão. Com o intuito de explorar esse potencial para além de seu aspecto

energético, esta pesquisa, no entanto, lida com estudos de caso que ilustram como essas inciativas contribuem para o bem-estar dos agricultores e incentivam sua própria replicabilidade. Além disso, os tipos de propriedades rurais dos estudos de caso apresentados são os que promovem projetos agroenergéticos coletivos, isto é, de produtores rurais organizados em sítios e condomínios com o objetivo de ganhar escala e se beneficiar de maneira coletiva das vantagens socioeconômicas oferecidas pela produção de biogás.

O uso de estudos de caso na pesquisa se justifica pelo fato de que esse tipo de análise permite a investigação de fatores que não necessariamente são abordados numa escala macro, mas que podem ser profundamente significativos. Um dos casos de produção rural e familiar de biogás abordados é o do condomínio Ajuricaba. Lofhagen et al. (2018) estudam esse condomínio de agroenergia, pelos métodos MICMAC e SWOT e por entrevistas individuais, para identificar as principais motivações dos agricultores em participar do projeto. Os resultados mostram a importância dada a aspectos ambientais – como a preservação contra a poluição e a higienização das instalações – e econômicos – como a geração de energia, os biofertilizantes e a independência dos agricultores em relação ao GLP.

Outra constatação nada trivial que pode ser averiguada, com base no artigo citado, é a relevância de organizações agroenergéticas rurais coletivas para o aumento da segurança energética da comunidade e na contribuição para uma matriz energética mais limpa de um ponto de vista não só estadual, mas também nacional. A produção coletiva de biogás justifica-se por sua capacidade de diluir custos e propor trabalho cooperativo. Além disso, o modelo permite que esse tipo de produção seja replicado com menor custo e com tecnologias já conhecidas e consolidadas. Assim, constata-se a interdisciplinaridade entre tecnologia, meio ambiente e sociedade que esse tipo de organização coletiva propõe (Lofhagen et al., 2018).

Análise SWOT

Forças

No âmbito de uma análise SWOT, o critério forças – dentro do escopo deste artigo – corresponde a aspectos favoráveis intrínsecos à produção de biogás oriundo de dejetos animais, especialmente por parte da agricultura familiar. Deseja-se, portanto, evidenciar a eficiência do biogás e os benefícios gerados, tanto em seu processo produtivo quanto em seu uso. Em termos de geração de energia, ele é renovável e eficiente (tratamento de resíduos, reciclagem e redução de volume de lixo e CO_2), e, em termos socioeconômicos, ele é capaz de oferecer geração de renda e melhor qualidade de vida para famílias agricultoras.

No Brasil, o biogás pode ser produzido de fontes de biomassa como a cana de açúcar e dejetos urbanos e de gado. Usado diretamente ou para produzir eletricidade, em ambos os casos a energia produzida pode ser utilizada para consumo privado, e o excedente pode ser vendido a distribuidoras de gás natural ou eletricidade. Os dejetos do gado e da vinhaça de cana, por sua natureza agrícola, podem ter como subprodutos o biofertilizante, o que torna seu uso ainda mais vantajoso (Mathias, 2014).

Nesse sentido, este trabalho defende a hipótese de que a sustentabilidade socioambiental no atual modelo de produção rural do Brasil se torna viável com a inclusão da agroenergia nas propriedades familiares rurais, com base na tecnologia de saneamento ambiental utilizando o tratamento de biomassa residual em biodigestores. A conversão de dejetos animais em biogás através de processos AD (digestão anaeróbica) pode agregar valor ao esterco do gado como recurso energético, e seu aproveitamento por agricultores familiares organizados em condomínios fortifica esse potencial.

Potencial energético e produtivo

A Tabela 1[5] mostra o potencial de produção de biogás a partir de dejetos animais nos estabelecimentos rurais familiares do Sul. Combinando os dados censitários do IBGE com a fórmula do potencial de geração, chega-se ao potencial de produção de biogás de dejetos: 46,2 milhões de m^3/dia[6].

Em 2017, o Brasil importou 29,4 milhões de m^3/dia de gás natural. Portanto, se todo o potencial de produção de biogás dos estabelecimentos familiares pecuários fosse explorado, as necessidades de importação do País seriam atendidas (Boletim anual..., 2018). De acordo com Rahman et al. (2019), o total possível de mitigação de emissões de CO_2 seria de 46,58 milhões de toneladas por ano se 3,67 milhões de usinas de biogás familiares puderem ser construídas em Bangladesh. O Brasil possui 3,89 milhões de agricultores familiares (dados de 2017), o que evidencia um grande impacto ambiental no que diz respeito à mitigação de emissões (IBGE, 2019).

O cálculo apresentado evidencia apenas uma face do potencial da geração de biogás no Brasil, já que, além de focar na região Sul, ele não abrange outros benefícios, como a redução da poluição dos lençóis freáticos, a autoprodução e o consumo de energia (que gera renda e bem-estar para os agricultores) e a produção de biofertilizantes.

Esse potencial foi calculado com dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE (2019) e com os coeficientes de esterco em biogás. Assim, mesmo que não aproveitada, essa capacidade energética – que se traduz numa capacidade de redução de GEE, visto se tratar de uma fonte de energia renovável – é uma força a favor da produção de biogás, já que esse potencial não depende de fatores externos para existir (e sim para se concretizar).

Políticas públicas: o Plano ABC

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) é um marco no incentivo econômico por parte do poder público à produção de biogás, por se tratar de uma das principais políticas brasileiras de estímulo a uma agricultura de baixo carbono. O plano foi lançado em 2010 e seu objetivo é financiar iniciativas que optam por seguir práticas de mitigação de GEE em suas atividades agrícolas (Brasil, 2012). A política abrange sete programas temáticos (Embrapa, 2023): 1) Recuperação de Pastagens Degradadas; 2) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs); 3) Sistema Plantio Direto (SPD); 4) Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); 5) Florestas Plantadas; 6) Tratamento de Dejetos Animais; e 7) Adaptação às Mudanças Climáticas.

Tabela 1. Potencial de produção de biogás de esterco animal na região Sul em 2017.

Pecuária	Paraná		Santa Catarina		Rio Grande do Sul		Região Sul
	Animais (milhões de cabeças)	Biogás (m^3)	Animais (milhões de cabeças)	Biogás (m^3)	Animais (milhões de cabeças)	Biogás (m^3)	Biogás (m^3)
Bovinos	3,0	1,2	2,3	0,9	3,8	1,5	3,7
Suínos	3,2	2,6	5,3	4,3	4,5	3,6	10,4
Aves	174,2	13,5	118,8	9,2	122,1	9,4	32,1
Total	**180,5**	**17,3**	**126,4**	**14,4**	**130,4**	**14,6**	**46,2**

Fonte: elaborado com dados de Mathias (2014) e IBGE (2019).

[5] Os conversores utilizados para o cálculo ($DM \times E_l$) foram: 0,4 para bovinos; 0,6 para suínos; e 0,805 para aves (Mathias, 2014; Silva, 2022).

[6] A região Sul responde por 54% do potencial de geração de biogás de esterco animal nos estabelecimentos rurais familiares no Brasil. O potencial de todo o País é de 85,7 milhões de m^3/dia.

O Plano delineou ações específicas para o cumprimento de cada programa temático. O programa número seis, foco desta pesquisa, requer para sua consecução a ampliação do uso de tecnologias para o tratamento de 4,4 milhões de m^3 de dejetos animais para geração de energia e produção de composto orgânico. A delimitação de um objetivo específico é crucial para o desenvolvimento de sistemas de biogás na agricultura brasileira, pois a especificação desse propósito é um incentivo para que o Plano ABC – que atualmente é uma força no âmbito da análise SWOT apresentada, pois o programa está em vigência há mais de dez anos – se torne também uma oportunidade, visando cenários futuros.

São benefícios e ações práticas vigentes no escopo do Plano ABC: fortalecimento da assistência técnica, capacitação e informação, estratégias de transferência de tecnologia, dias de campo, palestras, seminários, workshops, implantação de unidades de referência tecnológica (URTs), campanhas de divulgação e chamadas públicas para contratação de serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater). Isso significa que a pesquisa e a difusão de informações contínuas, bem como o desenvolvimento tecnológico, são aspectos intrínsecos a essa política. A incorporação desses aspectos é essencial para que não só o tratamento de dejetos na agricultura se cumpra de maneira eficiente e sustentável, mas também para que a iniciativa seja duradoura.

No âmbito do Plano Plurianual (PPA) 2020–2023, o Plano ABC está associado ao Programa 1031 – Agropecuária Sustentável, sob responsabilidade do Ministério da Agricultura e Pecuária. O PPA em questão determina o objetivo de promover o desenvolvimento da agropecuária sustentável, da pesca artesanal e da aquicultura familiar para o Programa 1031 e, para tal, estabelece a meta de elevar de 26% para 67% o Índice de Sustentabilidade da Agropecuária. Uma das dimensões desse índice abarca municípios com financiamentos do Programa ABC, de modo a analisar a expansão do uso das tecnologias do Plano ABC nos municípios do Brasil. (Programas..., 2023). Esse cenário futuro promissor é um exemplo, como mencionado, de como o Plano ABC pode se tornar, para além de uma força, uma oportunidade no que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas agroenergéticos pela agricultura familiar.

Estudos de caso: a produção de agroenergia pela agricultura familiar

Como anteriormente colocado, a produção de agroenergia permite, além da provisão de energia sustentável e do manejo adequado e higiênico de resíduos, a agregação de valor ao esterco animal em fazendas. Essa dinâmica é extremamente benéfica para pequenos agricultores. A agricultura familiar é de extrema importância para a economia brasileira: é a base da economia de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes e é responsável pela renda de 40% da população economicamente ativa do País (Programas..., 2023).

O potencial da produção de agroenergia por pequenos agricultores no Brasil pode ser também escrutinado com base em estudos de caso, que são capazes de demonstrar como o uso de abordagens participativas – como a organização em condomínios e fazendas – permite mútua cooperação e ganho de escala quanto aos benefícios que já são intrínsecos à produção e ao uso de biogás. Os casos mais maduros descritos pela literatura são associados às iniciativas desenvolvidas na região Sul. Aqui, além do caso de produtores pecuários, há o exemplo da organização de produtores de cana-de-açúcar e de tabaco naquela região.

O Condomínio Ajuricaba – na bacia hidrográfica Ajuricaba, Marechal Cândido Rondon, oeste do Paraná – foi criado em 2009 a partir de diversas parcerias: Barragem Hidrelétrica de Itaipu, Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater-PR), Companhia Paranaense de Energia (Copel), Prefeitura Municipal de Marechal Candido Rondon (PR), Embrapa, Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA), Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação (Itai), Fundação Parque Tecnológico de Itaipu (PTI) e Centro Internacional para Energias Renováveis – Biogás. Seu principal objetivo é a apresentação

de referências concretas a respeito da geração de bioenergia pela agricultura familiar e o desenvolvimento dos respectivos aspectos econômico, social e ambiental para que o modelo seja sustentável.

O projeto é inspirado na Conferência Climática Mundial em Copenhagen de 2009, na qual o Brasil voluntariamente se comprometeu a reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 36%–39% até 2020. O condomínio, quando em operação total, pode oferecer redução da emissão de CO_2 em 1.400 toneladas por ano. (Coimbra-Araújo et al., 2014). O calor gerado pelo biogás é usado na secagem de grãos – o produtor pode, sozinho, fazer a secagem, o que reduz em 90% o custo desse processo. A energia elétrica gerada pela microcentral termelétrica (MCT) de Ajuricaba pode ter dois propósitos: o uso na própria propriedade e a venda do excedente para uma distribuidora (nesse caso, a Copel) – há um contrato de chamadas públicas no qual essa venda é feita para a distribuidora na forma de créditos de energia conforme as regras estabelecidas pela Resolução ANEEL nº 482/2012, modificada pelas resoluções normativas ANEEL nº 687/2015 e nº 786/2017. (Copel, 2023).

O projeto do Condomínio Ajuricaba consistia, em 2014, em 33 fazendas familiares, 400 bovinos e 5.000 suínos. Cada propriedade tem um digestor ligado à MCT por dutos. Essa estrutura permite a instalação de quatro geradores para pesquisa e desenvolvimento desse sistema de alta concentração do gás metano. Para aumentar essa concentração, uma unidade de tratamento de biogás está sendo instalada com o auxílio dos centros de pesquisa da Petrobrás e Itaipu. Coimbra-Araújo et al. (2014).

A geração energética na MCT do condomínio é feita a partir de um motogerador de grupo, com conexão para geração distribuída. A atual estrutura instalada na MCT permite quatro motogeradores e possui reguladores de pressão e purificadores. Uma das tecnologias desenvolvidas no aparelhamento da geração de energia elétrica da MCT é o painel de controle e sincronização de energia elétrica gerada pela rede de distribuição. Esse tipo de sistema de monitoramento, controle e proteção é uma ferramenta barata que garante que a energia produzida na geração distribuída possa ser comercializada sem restrição (Coimbra-Araújo et al., 2014).

O condomínio mostrou a viabilidade de aliar a preservação do meio ambiente à produtividade e geração de renda por meio de uma tecnologia acessível a pequenos agricultores reunidos. Os centros de pesquisa fomentados pelas parcerias da iniciativa e o desenvolvimento de tecnologia são fatores que podem incentivar não somente a constante melhora do centro, mas também a aplicabilidade de iniciativas desse tipo em outras regiões rurais do Brasil.

Outro caso relatado na literatura, associado à cana-de-açúcar, é o da Associação Agrícola de São Carlos (Aasca), em Porto Xavier, RS. O noroeste gaúcho é marcado pela participação de sindicatos e cooperativas de pequenos agricultores, de modo que esses movimentos foram fundamentais na constituição da Cooperativa dos Produtores de Cana de Porto Xavier (Coopercana). A cooperativa é a única usina de etanol do estado e era, em 2014, responsável pelo atendimento de 4% da demanda de etanol do Rio Grande do Sul (Rambo et al., 2013). Outro aspecto vantajoso da região é sua proximidade com o Rio Uruguai, o que torna o clima favorável ao cultivo da cana.

A Aasca, que inicialmente investia na produção de derivados de cana (melado, açúcar mascavo, cachaça, melaço), passou a produzir panifícios e picles com o intuito de aumentar a participação feminina na associação. Uma experiência no Município Dezesseis de Novembro inspirou a associação a produzir também etanol e, desde 2007, a Aasca expande sua produção – tanto de combustível quanto dos produtos nos quais previamente investiu. Assim, em 2010, a associação inaugurou um quiosque para servir de ponto de venda de produtos provenientes da agricultura familiar do município como um todo. Essa iniciativa da Coopercana deu origem a nove projetos em municípios do noroeste gaúcho que envolvem cerca de 400 famílias, entre agricultores e assentados (Rambo et al., 2013).

A produção e venda de combustível pela Aasca exemplifica o envolvimento de cooperativas de trabalhadores previamente estabelecidas na produção de agroenergia dentro de uma lógica dos padrões locais. Isso significa que essa adaptação contextual – isto é, a produção do combustível juntamente com produtos já incorporados e demandados na organização comercial da região – ocorreu de maneira a complementar o sistema econômico local, além de evitar as consequências ambientais negativas de emissões de metano e gases tóxicos, conforme Lantz et al. (2007 citado por Rambo et al., 2013).

Um caso apontado na literatura que reforça a importância do cooperativismo é o do Centro de Formação e Produção de Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis – Santa Cruz do Sul, RS, associado à produção de tabaco. A princípio, para diversificar a produção de tabaco na região de Santa Cruz do Sul, o Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA) iniciou a construção da cooperativa Cooperfumos. Posteriormente, esses mesmos agentes iniciaram, em 2008, o Centro de Formação e Produção de Alimentos e Bioenergia para, como o nome intui, produzir alimentos, respeitar o meio ambiente e produzir energia. Doze mil litros, principalmente de óleos de gorduras vegetais saturados, são coletados no município e reaproveitados no centro – essa coleta conta com um projeto educativo para escolas e restaurantes da região. A construção das instalações físicas foi feita pelos próprios agricultores por meio de capacitações de bioconstrução. Além disso, o centro incentiva a produção de sistemas agroflorestais através da concessão de kits de mudas (Rambo et al., 2013).

As experiências expostas mostram a importância da inserção do pequeno agricultor no processo de geração distribuída de energia a partir do biogás para que não apenas objetivos de cunho ambiental sejam alcançados, mas também de uma inclusão social que seja capaz de contornar dependências. A região Sul, como demonstrado, tem primazia nas iniciativas de produção de agroenergia pela agricultura familiar, mesmo quando essa energia é produzida de dejetos puramente agrícolas, e não necessariamente provenientes da agropecuária.

Alguns aspectos específicos locais, como a forte presença de movimentos sociais de pequenos agricultores e da própria agricultura familiar em si, são favoráveis para o desenvolvimento de sistemas de biogás no Sul. A demanda por soluções conjuntas para a geração energética da agroenergia resultou nas iniciativas abordadas dentro dos estudos de caso – e, além disso, as políticas de incentivo são consideravelmente mais recentes do que as próprias iniciativas de produção de biogás pela agricultura familiar, o que mostra uma demanda por esse tipo de organização produtiva mesmo quando o ambiente externo ainda não a favorecia.

Fraquezas

O potencial não explorado

Com base em projeções internas, a Abiogás (2023) calcula que o potencial de produção de biogás no Brasil é de 120 milhões de m^3/dia, de modo que se passou a denominar esse potencial de "pré-sal caipira". No entanto, é amplamente reconhecido o potencial não explorado de produção do biogás no Brasil. No País, a produção de energia renovável é ampla: a matriz energética brasileira é uma das mais renováveis do mundo. Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023) revelam que 83% da geração de energia no Brasil em 2019 veio de fontes renováveis, sendo a média global de apenas 25%. Ainda assim, no Brasil a emissão de gases de efeito estufa é significativa, com parcela considerável proveniente das atividades agrícolas. Dessa forma, o incentivo à produção de biogás tem a capacidade de reverter esse quadro não só por promover uma gestão correta de resíduos, mas também por oferecer uma fonte de energia renovável capaz de substituir o uso de GLP e por permitir a produção de biofertilizante – que ameniza a liberação de óxido nitroso proveniente do uso de fertilizantes nitrogenados.

As iniciativas de produção de biogás no Brasil, no entanto, são incipientes e isoladas

(Mathias & Mathias, 2015): as energias renováveis no Brasil ainda permanecem "à sombra" da energia hidrelétrica, a fonte de energia renovável mais comum no País. O sistema de gerenciamento de dejetos mais comum em uso no Brasil ocorre em lagoas abertas ou em esterqueiras (Dena, 2010). Esse tipo de prática é caracterizado por baixos custos de implantação e fácil manejo, mas requer área física significativa para distribuir os dejetos, o que se traduz em área desmatada e impermeabilização do solo, fatores que agravam a emissão de GEE. Além disso, o uso dessa prática pode acarretar problemas de odor, atração de insetos e outras pragas, contaminação de águas subterrâneas, deterioração da estrutura biológica da terra e derramamentos catastróficos (Dena, 2010).

Dados do Censo Agropecuário de 2006[7] também reforçam o quão incomum é o tratamento correto de resíduos agrícolas no Brasil – e, entre os estabelecimentos que fazem o manejo adequado, a maior parte localiza-se Sul, região pioneira no tratamento de resíduos em biodigestores (Dena, 2010). No entanto, na própria região o uso de esterqueiras também é um método comum, de modo a ultrapassar consideravelmente o número de estabelecimentos que usam biodigestores (Tabela 2).

De acordo com a Embrapa Suínos e Aves (2023) acerca de gases de efeito estufa provenientes de dejetos animais, quando os dejetos são tratados por biodigestão anaeróbia em biodigestores, ocorre redução das emissões de N_2O em 47% em relação às esterqueiras. Além disso, a aplicação do composto orgânico (biofertilizante) em áreas de plantio direto promove melhora da taxa de sequestro de carbono em relação ao solo adubado com fertilizantes minerais: Segundo a Embrapa Suínos e Aves (2023),

> Os resultados obtidos apontam um efeito sinérgico quanto à mitigação de gases de efeito estufa pelo tratamento dos dejetos por biodigestão ou compostagem e à reciclagem do biofertilizante como fonte de nutrientes para a agricultura ou recuperação de áreas degradadas pela adubação com o composto orgânico.

Desafios regulatórios e de política pública

Apesar do potencial de desenvolvimento de uma indústria de biogás no Brasil, existem muitos desafios. A experiência internacional mostra a importância da participação governamental, tanto por incentivos financeiros quanto em relação ao enquadramento jurídico, além do incentivo ao desenvolvimento de plantas de biogás rurais de pequena escala (Mathias & Mathias, 2015). Transformar o potencial de geração em produção de biogás efetiva envolve uma agenda governamental e instrumentos de políticas apropriadas.

Pela Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 (Brasil, 2004), qualquer distribuidor de eletricidade está autorizado a fazer chamadas públicas para comprar energia produzida por pequenos geradores, mas o consumidor não pode ser compensado monetariamente – diferentemente do que acontece na Espanha e na Alemanha, por meio de

Tabela 2. Número de estabelecimentos agropecuários com tratamento de esterco de animais (unidades).

Brasil e Região Sul	Total/ AF	Local do tratamento						
		Total/AF	Lagoa anaeróbica	Esterqueira	Biodigestor	Composteira	Outro local	Não faz
Brasil	Total	186.432	3.269	131.232	2.387	31.849	27.198	4.989.204
	AF	140.904	1.891	101.070	1.403	23.361	20.108	4.225.365
Sul	Total	106.527	1.618	82.609	1.223	21.379	7.877	899.676
	AF	90.004	1.077	70.619	847	17.511	6.458	759.689

Fonte: IBGE (2009).

[7] Convém reiterar que esse dado não está disponível no Censo Agropecuário de 2017.

tarifas *feed-in*. Esse fato sinaliza uma hermeticidade em relação ao planejamento comercial para o desenvolvimento não só de sistemas de produção de biogás, mas também de outras energias renováveis (Coimbra-Araújo et al., 2014).

O governo federal, no entanto, se envolve no incentivo da produção de biogás – e de outros projetos relativos ao desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono – através do Plano ABC, em vigor há mais de dez anos. Para o biênio 2020/2021, o Ministério de Agricultura anunciou que o Plano ABC designou R$ 5 bilhões (do volume disponibilizado na safra) para o financiamento de técnicas agrícolas para uma agricultura de baixo carbono. Apesar de ser um volume inédito destinado ao Plano ABC, o montante representa apenas 2% do Plano Safra, que contava com R$ 251,2 bilhões no período. Assim, se, por um lado, uma agricultura de baixo carbono é estimulada – de modo que uma das diretrizes dessa agenda é o fomento à produção de bioenergia e o manejo adequado de resíduos agrícolas –, por outro, há investimento massivo em pecuária e agricultura que não necessariamente se alinha à Agenda 2030 da ONU, nem pelo âmbito social nem pelo ambiental. (Grilli, 2021).

Além disso, em publicação do Espelho do Monitoramento para o PPA 2020–2023 (Brasil, 2020), foi constatado que as taxas de juros para a linha de crédito do Programa ABC (associada ao Plano ABC) não traziam vantagens comparativas (taxa, carência, facilidade na contratação) em relação a outras linhas do crédito rural. A publicação reforça que a maior adesão à linha de crédito está condicionada à modificação dos prazos de carência e de pagamento e dos itens financiáveis.

Outra conclusão relatada é que os recursos orçamentários para as atividades de fomento das tecnologias ABC são baixos e vêm caindo (Tabela 3). A elevação desses recursos traria retorno na contratação da linha do Programa ABC e na adoção de práticas de agricultura de baixo carbono.

Dessa forma, é evidente que há fraquezas em relação ao desenvolvimento da agroenergia no Brasil não só por parte da agricultura familiar, mas também num panorama nacional. Decorre então a necessidade de incentivar esforços do poder público para contornar esses desafios tanto do ponto de vista regulatório quanto do ponto de vista do investimento direcionado.

Desafios ao desenvolvimento de iniciativas

Em relatório publicado pela Diaconia e pelo Instituto 17, relativo ao biodigestor sertanejo[8], alguns desafios ao desenvolvimento e propagação dessa tecnologia são traçados. Um dos aspectos evidenciados é o fato de que a oferta de capacitação e treinamento para a construção de biodigestores ainda é escassa e, no geral, há baixa oferta de assistência técnica para implementação e manutenção da tecnologia, o que resulta numa insu-

Tabela 3. Orçamento federal para a ação "Apoio ao desenvolvimento de agricultura de baixa emissão de carbono" – ABC dentro do Programa 1031 – Agropecuária sustentável.

Ano	Dotação inicial (R$)	Dotação atual (R$)	Empenhado (R$)	Liquidado (R$)	Pago (R$)
2018	1.200.000,00	1.166.387,00	1.160.450,00	542.785,00	542.785,00
2019	1.491.501,00	1.491.501,00	1.449.562,00	241.671,00	237.942,00
2020	437.120,00	304.357,00	370.575,00	157.057,00	154.257,00

Fonte: Painel do Orçamento Federal (2022).

[8] Esse tema será desenvolvido na próxima seção. O biodigestor sertanejo é fruto de uma parceria entre o Instituto 17, organização sem fins lucrativos fundada em 2018 para viabilizar a difusão dos ODS, e a Diaconia, uma organização também sem fins lucrativos comprometida com a promoção da justiça social em territórios urbanos e semiáridos do Nordeste brasileiro. A tecnologia desse biodigestor é baseada no modelo indiano de biodigestores, de modo a possuir uma cúpula móvel para armazenamento do biogás. Diversas instituições no Nordeste foram responsáveis pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento dessa tecnologia para se adaptar às necessidades, às técnicas e aos materiais de construção mais utilizados na região.

ficiência de pessoas capacitadas para operá-la em maior escala (Biodigestor..., 2022).

Outra fraqueza apontada pelo relatório é a falta de informação acerca do uso de biodigestores – mesmo com o crescente interesse nacional sobre biogás e biometano – e a pouca disseminação e divulgação da tecnologia do biodigestor sertanejo entre o setor empresarial e o campo governamental. É importante frisar que a adaptação dessa tecnologia a diferentes escalas e regiões do Brasil também depende de pesquisa direcionada e divulgação.

Por fim, o relatório indica a ausência de políticas públicas para o desenvolvimento da tecnologia do biodigestor sertanejo – a exemplo de incentivos com financiamento de bancos públicos e privados e do investimento direto em implementação de biodigestores por parte do poder público. Apesar de o relatório se voltar especificamente para a tecnologia do biodigestor sertanejo, o mesmo quadro de desafios é verdadeiro para muitos outros casos de implementação de biodigestores no meio rural brasileiro, tendo em vista que a região Sul é uma das mais avançadas do País no que diz respeito a incentivos econômicos, pesquisa e políticas públicas nessa direção – e, mesmo assim, as iniciativas são extremamente recentes (Biodigestor..., 2022).

Oportunidades

No âmbito da matriz SWOT, oportunidades são os fatores que podem impulsionar o desenvolvimento da agroenergia no País, mas que dependem de fatores externos e conjunturas favoráveis para serem implementados continuamente. Serão delineados programas e projetos regulatórios de incentivo à produção de biogás – e biometano, que pode ser gerado a partir do tratamento do biogás – tanto em nível nacional quanto para a região Sul.

A tecnologia do biodigestor sertanejo

A propagação do biodigestor sertanejo é capaz de fortalecer a agricultura familiar através de tecnologia especializada, isto é, que leva em considerações necessidades regionais, para a produção de agroenergia. Isso, porque, além de empregar mão de obra local e oferecer cursos acerca do funcionamento e implementação dos biodigestores para a população, a iniciativa permite a redução de custos – principalmente em vista dos altos custos da compra de um botijão de GLP – e o acesso à combustível renovável para cocção (Biodigestor..., 2022).

O biodigestor sertanejo é uma tecnologia destinada ao uso doméstico, voltada a atender demandas sociais e econômicas de famílias rurais de baixo poder aquisitivo. Esse empreendimento de pequena escala, se planejado de modo a permitir a implementação em massa em diferentes regiões do País, pode gerar impactos reais nas esferas social, ambiental e econômica, considerando a participação da agricultura familiar na produção de alimentos.

Assim, no que diz respeito aos impactos gerados pela iniciativa, um relatório publicado pelo Instituto 17 e pela Diaconia (Biodigestor..., 2022) divulgou um potencial de 50 mil a 200 mil unidades de implementação do biodigestor sertanejo, o que representaria um potencial de produção de biogás de 10 milhões m^3/ano (equivalentes a 304 mil botijões de GLP) e um potencial de mitigação de emissões de GEE de 10 $ktCO_2$ eq/ano a 100 $ktCO_2$ eq/ano.

As diferentes fontes de biomassa (agrícola, animal, urbana, florestal) tornam a iniciativa versátil para diferentes regiões e, além dessas vantagens, também é possível delinear trabalhos direta e indiretamente gerados por esse setor, permitindo a implementação de soluções relacionadas à economia circular, ao aproveitamento energético de resíduos, à defesa do meio ambiente e ao desenvolvimento local. Levando-se em consideração essa versatilidade, o intuito dos desenvolvedores dessa iniciativa – a Diaconia, o Instituto 17 e, também, os participantes do projeto em si – é que a implementação do biodigestor sertanejo se cumpra em diferentes regiões rurais do Brasil (Biodigestor ..., 2022).

No caso da região da Caatinga, onde está grande parte dos biodigestores sertanejos implementados no âmbito do projeto, a segurança alimentar e hídrica é um fator de muita sensibilidade. Assim, a produção de biofertilizante – incentivando, portanto, o desenvolvimento agrícola – e a gestão correta de resíduos – de modo a poupar lençóis freáticos do chorume produzido por dejetos animais – são cruciais para essa região. No caso do Sul, por exemplo, o uso da energia a partir do biogás para aquecer os lares de famílias agricultoras acaba por ser um fator mais relevante. Dessa forma, a ambição do projeto de implementação do biodigestor sertanejo em regiões diferentes do País, com necessidades distintas, mostra-se possível e conveniente para famílias agricultoras. A Tabela 4 mostra os números de biodigestores sertanejos por estado.

Tabela 4. Distribuição geográfica dos biodigestores sertanejo instalados no Brasil.

UF	Número de biodigestores
Ceará	316
Pernambuco	192
Rio Grande do Norte	71
Rio Grande do Sul	67
Minas Gerais	62
Santa Catarina	53
Goiás	50
Paraíba	32
Bahia	26
Piauí	3
Pará	1
Tocantins	1

Fonte: Biodigestor... (2022).

É digno de nota que o Nordeste é a região com o maior número de biodigestores instalados, seguido da região Sul.

Políticas públicas e regulatórias

1) O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado

O mais recente programa nacional de promoção do biogás é o projeto "metano verde" (ou Programa Metano Zero). Foi lançado em março de 2022 e pretende dialogar com o mercado de carbono e estimular o financiamento por parte de grandes bancos. Juntamente com a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em janeiro, o governo brasileiro dá um sinal claro ao mercado com esta iniciativa: o potencial de geração de biometano proveniente de resíduos urbanos e rurais, especialmente de aves, suínos, açúcar e álcool, deve ser aproveitado.

Essa concepção de iniciativa converge com o crescimento acelerado dos incentivos ao fomento do biogás no Brasil. A ABiogás estima novos investimentos de R$ 60 bilhões em novas usinas até 2030, fazendo a produção brasileira de biogás saltar de 4 milhões para 30 milhões de metros cúbicos por dia. Empresas privadas e joint ventures do setor sucroalcooleiro, como a Geo Biogás & Tech, Raízen e o grupo Cocal, são os principais atores dessa iniciativa, com projetos que visam promover a produção e distribuição de biogás e biometano em diversos segmentos industriais. (Goldberg, 2022). Além disso, o setor também tem perspectivas de fusões e aquisições – por exemplo, a aquisição da produtora de biometano Gás Verde pelo grupo Urca.

Nesse sentido, o Programa Metano Zero tem potencial para estimular ainda mais essa agenda. Incorpora incentivos econômicos, como linhas de crédito e desoneração fiscal (isenção de PIS/Confis e ICMS) para projetos desenvolvidos pelo setor de biogás. A expectativa é que o Brasil possa produzir cerca de 120 milhões de metros cúbicos de gás por dia em um período de dez anos e que as emissões de gás metano sejam reduzidas em 36% no País. Em 2021, a capacidade do gasoduto Bolívia/Brasil era de 30 milhões por dia (Schuch, 2022).

2) O Projeto de Lei 3865/2021

Tal projeto de lei propõe a criação de um novo marco legal regulatório para o biogás no Brasil e estimula ações conjuntas da União, por meio de incentivos fiscais para estimular investimentos na produção de biogás e biometano, além

de créditos com juros diferenciados para implantação de usinas. O texto da proposta foi elaborado com a contribuição da ABiogás, da Associação da Indústria de Cogeração (Cogen) e da Unica (Indústria de Cana-de-Açúcar) e o apoio técnico do Ministério da Agricultura e da Embrapa, o que representa interação e planejamento conjunto entre diferentes agentes na execução de uma mesma agenda nacional. (Brasil, 2021).

O projeto prevê também que o Tesouro Nacional destine parte do orçamento ao programa de incentivo. Além disso, o projeto busca corrigir distorções regulatórias que impedem a isonomia entre as fontes, incluindo o biometano, no Regime Especial de Incentivos ao Desenvolvimento de Infraestrutura (Reidi). (Brasil, 2021). Esse envolvimento dos órgãos em nível nacional é fundamental não só para a mitigação dos gases de efeito estufa e o aproveitamento do potencial econômico que é possível a partir da geração de biogás e biometano, mas também para a saúde e segurança do meio rural.

Políticas de incentivo na região Sul

Recentemente, uma série de políticas de incentivo para o desenvolvimento de sistemas de biogás surgiram nos três estados do Sul. Santa Catarina foi o primeiro estado brasileiro a estabelecer uma política de biogás e legislação próprias sobre o tema: em 2018, foi aprovado o Projeto de Lei 26/2018, que delineia um marco legal regional que incentiva a produção e o uso do biogás como fonte de energia. Mais especificamente, o projeto de lei tem por objetivo

> [...] dar diretrizes para o aproveitamento dos dejetos (fezes e urina) produzidos na pecuária, em especial na suinocultura, na produção de energia, por meio de biodigestores (Espinoza, 2018).

Paralelamente a essa política, Santa Catarina conta com o Comitê SC Biogás, que busca incentivar a produção de energia por meio de dejetos de suínos, para retirar do meio ambiente a biomassa produzida pela indústria agropecuária. O comitê lançou o Programa SC Rural, da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, por meio do qual foi possível contratar serviços de consultoria para análise do potencial energético a partir do biogás na região. A prospecção – financiada pelo Banco Central – também detectou os potenciais segmentos e grupos de consumidores desse tipo de energia, estudando a distribuição, a geração e o uso de redes de biometano (Cidasc, 2017).

A forte correlação entre incentivos econômicos à produção de biogás e grupos de estudos científicos avançados e iniciativas nessa área é uma característica da política na região Sul. No Paraná, a articulação de diversos ativos estatais, tanto em termos de recursos humanos quanto da estrutura física, está voltada para o fortalecimento do setor de biogás por meio da Rede Paranaense de Laboratórios de Biogás (Labiogás-PR). O projeto foi lançado em 2020, e seu principal objetivo é fortalecer a articulação institucional e apoiar ativos técnico-científicos, professores e especialistas para oferecer, de forma permanente, suporte técnico às diversas cadeias de abastecimento de biogás do estado. (Fundação Araucária, 2020).

A iniciativa recebeu investimento de R$ 750 mi da Fundação Araucária, agência de fomento à pesquisa. O Labiogás-PR é uma das consequências da Política Estadual de Biogás e Biometano (Lei 19.500), aprovada no Paraná em 2018. A legislação regulamenta os investimentos para esse tipo de geração de energia e dedica seu quarto capítulo às disposições sobre inovação tecnológica. Por essa regulamentação, são consideradas empresas de inovação tecnológica os empreendimentos e arranjos produtivos de que trata a lei, inclusive as modalidades como consórcio, condomínio, cooperativa e parceria público-privada, podendo se beneficiar da concessão de incentivos fiscais, recursos financeiros, subvenção econômica, materiais ou infraestrutura, a serem ajustados em termos de regimes tributários diferenciados, regimes especiais de transferência, cessão e utilização de créditos tributários, parceria, convênios ou contratos específicos, destinados a apoiar as atividades de pesquisa e desenvolvimento no território paranaense (Paraná, 2018).

O Rio Grande do Sul também direcionou recursos para a adoção de uma agenda legislativa

para promover a produção de biogás. O Projeto de Lei 270/2019, que visa alterar a Política Estadual de Biometano (Lei Estadual nº 14.864/2016), foi aprovado em 2019. O projeto abriu caminho para a adoção de um marco legal do biogás no estado, já que seu objetivo foi ampliar os benefícios da Política de Biometano para a produção de biogás e seus derivados. O governo do estado poderá comprar energia elétrica produzida a partir de biogás e biometano, criar linhas de crédito especiais para produção e conceder tratamento tributário diferenciado para produtos da cadeia produtiva de combustíveis, e também criar um fundo garantido para projetos de produção em pequena escala. (Rio Grande do Sul, 2019).

Além disso, o Projeto de Lei 270/2019 prioriza o licenciamento ambiental para iniciativas de biogás e biometano no Rio Grande do Sul – como ocorre no caso da energia solar em nível nacional. Também prevê que o governo estadual dará prioridade à compra de biometano e outros produtos da cadeia produtiva de biodigestores de empresas produtoras estabelecidas no estado se houver preço competitivo como os praticados no mercado (Serodio, 2019).

Ameaças

O incentivo governamental é absolutamente crucial no processo de desenvolvimento de sistemas de biogás. De acordo com Bley Júnior et al. (2009), todas as experiências de produção e distribuição de energia de fontes renováveis se valem, ou se valeram, de subsídios oferecidos pelo Estado sob diversas formas (baixas taxas de juros nos financiamentos; transferência de valores; prazos longos de resgate; isenção tributária; preços mínimos de compra da produção; desenvolvimento tecnológico e assunção dos custos de difusão das diferentes tecnologias).

A dependência dos agricultores familiares em relação a políticas públicas significa a necessidade de acesso a subsídios e financiamentos para a aquisição de biodigestores, bem como sua manutenção. Nesse sentido, a dependência do auxílio governamental (nacional e subnacional) torna o desenvolvimento de sistemas de biogás vulnerável às questões orçamentárias, de um lado, e de priorização de políticas (e repartição orçamentária), de outro. Além disso, a dimensão macroeconômica também importa. Uma possível alta de juros significa o encarecimento do crédito e a dificuldade em investimentos na aquisição de biodigestores.

Além da aquisição, há o problema da manutenção dos biodigestores. A literatura internacional aponta as dificuldades com a falta de preparo técnico dos pequenos proprietários rurais para a manutenção dos equipamentos/biodigestores (Chen et al., 2012). Nesse sentido, haveria a necessidade de envolvimento institucional de agencias e empresas agropecuárias – Embrapa e Ater, por exemplo –, o que ampliaria a dependência de políticas públicas coordenadas e que são sensíveis a mudanças políticas (prioridades).

A falta de coordenação entre políticas públicas e os desafios regulatórios são ameaças ao desenvolvimento de sistemas de biogás. Nesse sentido, a formação de políticas coordenadas que abranjam simultaneamente energia, transporte, agricultura, meio ambiente e gestão de resíduos potencializaria os benefícios do biogás para a sociedade e incentivaria sua expansão (Mathias & Mathias, 2015; Freitas, 2022).

A baixa participação da geração distribuída e as eventuais ações contrárias para seu desenvolvimento são ameaças potenciais ao desenvolvimento de sistemas de biogás nas pequenas propriedades rurais, que dependem de uma infraestrutura de distribuição para a geração descentralizada.

A matriz SWOT pode ser sintetizada como na Tabela 5.

Considerações finais

Apesar das fraquezas evidentes e das possíveis ameaças, a análise SWOT desta pesquisa sugere que o esforço de inclusão da agricultura familiar na cadeia da agroenergia, por meio de desenvolvimento de sistemas de biogás que proporcionam o tratamento dos dejetos, é válido. Afinal,

Tabela 5. Matriz SWOT para o desenvolvimento de biogás na agricultura familiar no Brasil.

Forças (strengths)	Oportunidades (opportunities)
O potencial energético e produtivo do biogás pela agricultura familiar na região Sul	O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado
O Plano ABC	Biodigestor sertanejo
Casos práticos de produção de agroenergia pela agricultura familiar	O Projeto de Lei 3865/2021
	Políticas de incentivo e projetos de lei na região Sul
Fraquezas (weaknesses)	**Ameaças (threats)**
O potencial não utilizado	Falta de coordenação de políticas públicas
Desafios regulatórios e de política pública	Problemas macroeconômicos (juros)
Desafios ao desenvolvimento de iniciativas	Mudança de governo (prioridade política)

o potencial, ainda que siga pouco explorado, é extraordinariamente grande e pode significar um caminho para a sustentabilidade socioambiental dos estabelecimentos rurais familiares do Brasil.

Como sugestão para o desenho de políticas públicas que busquem a proposição de sistemas de biogás, vale destacar que a falta de coordenação de políticas públicas é um dos grandes problemas identificados na literatura. Um programa que proporcione o desenvolvimento de sistemas de biogás no Brasil requer um esforço de coordenação de políticas que passe por uma ação conjunta interministerial (Ministério da Agricultura, Ministério de Minas e Energia e Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar), além de instituições e agências como ANP, Embrapa, Ater/Emater e Abiogas, e o esforço das unidades subnacionais, distribuidoras de energia. O papel das instituições financeiras, notadamente o BNDES, parece importante para a concessão de linhas de crédito sob condições especiais para a agricultura familiar.

A região Sul tem mostrado, por meio de várias ações, como políticas subnacionais podem servir de incentivadoras ao desenvolvimento do biogás. Além de alguns casos já concretos, as condições de organização da AF naquela região auxiliam a adoção de sistemas associados à agroenergia, por causa de sua tradição de cooperativismo e associativismo e da concepção de condomínios. Nesse sentido, o potencial de aproveitamento da gestão de resíduos pelo uso de biodigestores é alto, apesar de ainda pouco explorado.

O biodigestor sertanejo pode ser um vetor de irradiação da tecnologia pelas pequenas unidades rurais familiares do Brasil. Trata-se de uma solução que é desenhada levando-se em conta as características do País e também de uma solução de baixo custo. Diante de políticas já estabelecidas, como o Plano ABC, e emergentes, como o Programa Metano Zero, a inclusão da tecnologia do biodigestor sertanejo pode ser um elemento importante na construção de uma política pública que busque disseminar o uso de biodigestores nas pequenas propriedades rurais. Por fim, a exploração dessas possibilidades pode e deve passar pelas experiências coletivas – associativismo, cooperativismo e condomínios.

Referências

ABIOGÁS. **Potencial do biogás no setor agropecuário brasileiro**. Disponível em: <www.abiogas.org.br>. Acesso em: 6 mar. 2023.

AQUINO, G.T.; BRONDANI, F.M.N.; ALVES-SOUZA, R.A.; GERON, V.L.M.G. O uso do biogás no âmbito rural como proposta de desenvolvimento sustentável. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v.5, p.140-149, 2014. Disponível em: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/221>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BENZAGHTA, M.A.; ELWALDA, A.; MOUSA, M.M.; SWOT analysis applications: an integrative literature review. **Journal of Global Business Insights**, v.6, p.55-73, 2021. DOI: https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148.

BIODIGESTOR Sertanejo: tecnologia social para o fortalecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Relatório técnico 05-2022. São Paulo: Instituto 17: Diaconia, 2022. 35p.

BLAIR, J.; GAGNON, B.; KLAIN, A. **Biomass supply and the sustainable development goals**: international case studies. [S.l.]:

IEA Bioenergy, 2021. Disponível em: <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2021/10/IEA-Bioenergy-SDG-Case-Study-Report-FINAL-1.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BLEY JR., C.J. **Reflexões sobre a economia do biogás**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2010. Disponível em: <https://ecoreporter.abae.pt/docs/apoio/reflexoes_sobre_a_economia_do_biogas.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BLEY JÚNIOR, C.J.; LIBÂNIO, J.C.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M.M. **Agroenergia da biomassa residual**: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2.ed. rev. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional; Brasília: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2009. 140p. Disponível em: <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00110.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BOLETIM ANUAL DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - 2017. [Brasília]: MME, ed.5, 2018.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n.º 3865/2021**. Institui o Programa de Incentivo à Produção e ao Aproveitamento de Biogás, de Biometano e de Coprodutos Associados - PIBB e dá outras providências. Brasília, 2021. Apensado ao PL 2193/2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2250615>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004**. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm>. Acesso em: 6 mar. 2023.

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, 2012. 173p.

BRASIL. Ministério da Economia. **PPA 2020-2023**: Espelho do Monitoramento - 2020. [2020]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ppa/plano-plurianual-ppa-202020132023/monitoramento_programa_1031_agropecuaria_sustentavel_ano_base_2020_vs02.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2023.

BRAZIL CLIMATE ACTION HUB. Disponível em: <https://www.brazilclimatehub.org>. Acesso em: 6 mar. 2023.

CHEN, L.; ZHAO, L.; REN, C.; WANG, F. The progress and prospects of rural biogas production in China. **Energy Policy**, v.51, p.58-63, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.052.

CHEN, W.-M.; KIM, H.; YAMAGUCHI, H. Renewable energy in eastern Asia: renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan. **Energy Policy**, v.74, p.319-329, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.019.

CIDASC. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina. **Comitê SC Biogás apresenta plano para produção de energia a partir de dejetos suínos**. Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2017/07/12/comite-sc-biogas-apresenta-plano-para-producao-de-energia-a-partir-de-dejetos-de-suinos>. Acesso em: 6 mar. 2023.

COIMBRA-ARAÚJO, C.H.; MARIANE, L.; BLAY JÚNIOR, C.J.; FRIGO, E.P.; FRIGO, M.S.; ARAÚJO, I.R.C.; ALVES, H.J. Brazilian case study for biogas energy: production of electric power, heat and automotive energy in condominiums of agroenergy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.40, p.826-839, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.024.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Sistema de compensação de energia elétrica**. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/poder-publico/micro-e-mini-geracao>. Acesso em: 6 mar. 2023.

DENA. Deutsche Energie-Agentur. **Biogas Potential in Rio Grande do Sul, Brazil**: an examination of the potential for biogas from pig production. Berlin, 2010.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Emissões de gases de efeito estufa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert/gee/gases-de-efeito-estufa>. Acesso em: 6 mar. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Plano ABC – Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-de-baixo-carbono/sobre-o-tema#:~:text=O%20Plano%20ABC%2C%20como%20j%C3%A1,e%20combate%20ao%20aquecimento%20global>. Acesso em: 6 mar. 2023.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz energética e elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 6 mar. 2023.

ESPINOZA, M. Marco legal do biogás é aprovado pelos deputados por unanimidade. **Agência AL**, 26 jun. 2018. Disponível em: <https://agenciaal.alesc.sc.gov.br/index.php/noticia_single/marco-legal-do-biogas-e-aprovado-pelos-deputados-por-unanimidade>. Acesso em: 6 mar. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Building a common vision for sustainable food and agriculture**: principles and approaches. Rome, 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3940e/i3940e.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FERNANDES, D.M. **Biomassa e biogás na suinocultura**. 2012. 211p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

FREITAS, M.S. de. **Mapeamento e identificação de janelas de oportunidades para o biogás no Brasil via análise SWOT**. 2022. 112p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA. **Governo do Estado lança Rede Paranaense de Laboratórios de Biogás**. 2020. Disponível em: <https://www.fappr.pr.gov.br/Noticia/Governo-do-Estado-lanca-Rede-Paranaense-de-Laboratorios-de-Biogas>. Acesso em: 6 mar. 2023.

GOLDBERG, S. Biogás tem crescimento em ritmo acelerado no Brasil. **Valor Econômico**, 29 abr. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/04/29/biogas-tem-crescimento-em-ritmo-acelerado-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 6 mar. 2023.

GRILLI, M. **Apesar de volume inédito de recursos, Programa ABC só representa 2% do Plano Safra**. 2021. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Politica/noticia/2021/06/apesar-de-volume-inedito-de-recursos-programa-abc-so-representa-2-do-plano-safra.html>. Acesso em: 6 mar. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007**: Synthesis Report. Geneva, 2007. 104p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LOFHAGEN, J.C.P.; BOLLMANN, H.A.; SCOTT, C. Collective agro-energy generation in family agriculture: the ajuricaba condominium case study in Brazil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.14, p.35-61, 2018. DOI: https://doi.org/10.3895/rts.v14n34.7626.

MATHIAS, J.F.C.M. Manure as a resource: livestock waste management from anaerobic digestion, opportunities and challenges for Brazil. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.17, p.87-110, 2014.

MATHIAS, M.C.P.P.; MATHIAS, J.F.C.M. Biogas in Brazil: a governmental Agenda. **Journal of Energy and Power Engineering**, v.9, p.1-15, 2015. DOI: https://doi.org/10.17265/1934-8975/2015.01.001.

MODELLI, L. **COP26**: Brasil e cerca de 100 países se comprometem a reduzir emissões de metano em 30% até 2030. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/02/cop26-97-paises-se-comprometem-a-reduzir-emissoes-de-metano-em-30percent-ate-2030-brasil-aparece-na-lista.ghtml>. Acesso em: 30 jun. 2023.

PAINEL do Orçamento Federal. [2022]. Disponível em: <https://www1.siop.planejamento.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=IAS%2FExecucao_Orcamentaria.qvw&host=QVS%40pqlk04&anonymous=true>. Acesso em: 6 mar. 2023.

PARANÁ. **Lei nº 19500 de 21/05/2018**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360329>. Acesso em: 6 mar. 2023.

PROGRAMAS integrantes do PPA 2020-2023. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/siop_espelho_programas_completo_sem-ri.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2023.

RAHMAN, K.M.; EDWARDS, D.J.; MELVILLE, L.; EL-GOHARY, H. Implementation of bioenergy systems towards achieving United Nations' sustainable development goals in rural Bangladesh. **Sustainability**, v.11, art.3814, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11143814.

RAMBO, A.G.; MICHAELSEN, A.M.; SCHNEIDER, S. Produção de Agroenergia pela Agricultura Familiar: a contribuição dos "pequenos" empreendimentos aos "grandes" problemas atuais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v.34, p.163-189, 2013. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/555>. Acesso em: 10 jan. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. **Projeto de Lei nº 270/2019**. Altera a redação da Lei nº 14.864, de 11 de maio de 2016, que institui a Política Estadual do Biometano, o Programa Gaúcho de Incentivo à Geração e utilização de Biometano – RS-GÁS e dá outras providências. 2019. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legislativo/ExibeProposicao/tabid/325/SiglaTipo/PL/NroProposicao/270/AnoProposicao/2019/Default.aspx>. Acesso em: 6 mar. 2023.

SCHUCH, M. Governo lança 'Metano Zero', programa de incentivo aos biocombustíveis, alinhado à COP 26. **Valor Econômico**, 21 mar. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2022/03/21/governo-lanca-metano-zero-programa-de-incentivo-aos-biocombustiveis-alinhado-a-cop26.ghtml>. Acesso em: 6 mar. 2023.

SERODIO, G. Rio Grande do Sul propõe mudança na política de biogás. **Agência epbr**, 16 jul. 2019. Disponível em: <https://epbr.com.br/rio-grande-do-sul-propoe-mudanca-na-politica-de-biogas>. Acesso em: 6 mar. 2023.

SILVA, S.S. **A produção da agroenergia pela agricultura familiar**: uma abordagem SWOT. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Investimento em pesquisa e a produtividade agropecuária
Uma revisão da literatura recente[1]

Danielle Alencar Parente Torres[2]

Resumo – A produtividade é uma questão central para a economia e um dos principais determinantes do bem-estar. Na agropecuária, em particular, melhorias na produtividade são fundamentais, como forma de aliviar pressões sobre recursos naturais cada vez mais escassos. Tendências da produtividade agropecuária nacional e global precisam, portanto, ser monitoradas e avaliadas. Um dos principais instrumentos de política de fomento à produtividade agrícola é o investimento em pesquisa e desenvolvimento. Nesta revisão da literatura, apresentam-se os fatos estilizados, apontados por estudos recentes que investigam os impactos do investimento em pesquisa sobre a produtividade da agricultura no mundo. Além de destacar as motivações, a base teórica, as metodologias e os dados utilizados, busca-se, também, dar ao leitor números sobre impactos da pesquisa na produtividade da agricultura que possam servir como parâmetros para estudos futuros.

Palavras-chave: crescimento, instrumento de política, produtividade total dos fatores.

Investment in research and agricultural productivity: a review of the recent literature

Abstract – Productivity is a central issue in economics because it is one of the main determinants of economic well-being. Particularly in agriculture, improvements in productivity are essential to alleviate the pressure on more and more scarce natural resources. For these reasons, trends in national and global agricultural productivity should to be monitored and evaluated. One of the main policy instruments to increase agricultural productivity is the investment in research and development. This literature review presents some stylized facts pointed out by recent studies that investigate the impacts of research investments on agricultural productivity worldwide. In addition to discuss their motivations, theoretical basis, applied methodologies and data, it also aimed to provide some numbers on the research impact on agricultural productivity that can be used in future studies.

Keywords: growth, policy instrument, total factor productivity.

Introdução

A produtividade é uma questão central para a economia porque ela é um dos principais determinantes do bem-estar econômico (Fuglie & Schimmelpfennig, 2010). Dentro da economia agrícola, a análise da produtividade é importante por causa da sua grande dependência de recursos naturais, cada vez mais escassos. Por essas razões,

[1] Original recebido em 9/5/2023 e aprovado em 23/5/2023.

[2] Economista, doutora em Economia Agrícola, pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). E-mail: danielle.torres@embrapa.br

as tendências da produtividade agrícola nacional e global precisam ser monitoradas e avaliadas.

A Revista de Política Agrícola tem uma tradição de publicar artigos sobre a produtividade do setor agropecuário. Para citar alguns dos mais recentes, Brigate & Teixeira (2010) e Gasques et al. (2012, 2014, 2021) analisam a produtividade do setor considerando seus possíveis determinantes, em diferentes períodos, com metodologias, bases de dados e recortes territoriais diversos. Já Machado et al. (2020) analisam estudos anteriores sobre a produtividade comparando e apontando suas diferenças. Com o objetivo de contribuir com esse debate, esta pesquisa pretende focar um determinante específico da produtividade, o investimento em pesquisa.

Nesta revisão da literatura, apresentam-se os fatos estilizados apontados por estudos recentes que investigam os impactos do investimento em pesquisa na produtividade da agricultura[3]. Além de destacar as motivações, a base teórica, as metodologias e os dados utilizados, procura-se aqui exibir números sobre impactos da pesquisa na produtividade da agricultura que serão úteis para estudos futuros.

A relação entre pesquisa e produtividade agrícola

Os estudos seminais de Schultz (1953) e Griliches (1963, 1964) estão entre os primeiros a identificar as principais fontes do aumento da produtividade agrícola nos Estados Unidos. Schultz (1953) atribuiu todo o crescimento da produtividade agrícola americana aos investimentos públicos em pesquisa. Posteriormente, Griliches (1963, 1964) indicou outras fontes de crescimento, entre eles a qualidade da mão de obra e do uso, pelos produtores, de melhoramento genético das lavouras e pecuária, mas destacou o papel do investimento em pesquisa e extensão para o aumento de produtividade.

Mais recentemente, ao discutir a importância dos gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) para a produtividade, Alston & Pardey (2021) apontam que a inovação na agricultura levou a uma grande mudança no uso da terra, do trabalho e de outros fatores, e isso implicou mudanças no mix de insumos utilizados e nos produtos disponíveis. Eles destacam que a inovação tem estado no centro de grandes mudanças na quantidade, composição e qualidade da produção agrícola. Durante o período 1961–2018 (57 anos), a produção agrícola mundial cresceu 2,2% ao ano; a população, 1,6% ao ano; e o uso da terra na agricultura, apenas 0,1%, ao ano.

Esses autores argumentam também que as inovações agrícolas, particularmente as genéticas, afetam o que pode ser produzido – e em que locais. Por exemplo, a disponibilização das variedades de milho híbridas permitiu um deslocamento significante da produção nos Estados Unidos – 280 km ao norte e 342 km ao oeste do centroide (que é o centro de gravidade, em termos geográficos) durante o período 1879–2007 –, e isso significou crescimento de 16%–21% da produção de milho. De modo geral, a inovação influenciou a localização da produção agrícola em todo o mundo, com grandes mudanças ao longo do último meio século. Houve queda na participação da produção agrícola em países de alta renda, aumento na região da Ásia-Pacífico e América Latina e aumento menor na África Subsaariana.

O papel do setor público

Um dos principais instrumentos de política para aumentar a produtividade agrícola é o investimento em P&D, que envolve um período de defasagem para surtir impactos na geração de inovação.

Uma das razões principais para uma participação ativa do setor público, como destacado por Fuglie (2016), é a existência de externalidades positivas na produção de pesquisa, já que, uma vez que o conhecimento é criado, ele fica disponível para todos, em qualquer lugar e para sempre, sendo a falta de capital humano a única restrição

[3] Aqui, entende-se a agricultura de forma ampla, incluindo a pecuária.

ao seu uso. Essas características de bens públicos da pesquisa induzem níveis ineficientes na produção quando efetuada pelo setor privado, mesmo com a possibilidade de as inovações serem panteteadas[4]. Daí a necessidade de o setor público ter um papel ativo na criação de capital de conhecimento e no fomento do crescimento econômico. Além disso, o setor público, com sua capacidade de coordenação e planejamento, tem, portanto, papel primordial na detecção de uma eventual desaceleração da produtividade agrícola, já que sua reversão, pelo aumento de gastos em P&D, é em geral demorado, podendo levar mais de uma década (Fuglie & Schimmelpfennig, 2010).

A criação de conhecimento e inovações em países desenvolvidos pode beneficiar também países em desenvolvimento. No caso da agricultura, contudo, esse *spillover* é dificultado por alguns motivos: 1) existe a necessidade de adaptação das tecnologias importadas às condições ambientais locais; e 2) muitas vezes a pesquisa é necessária para manter os níveis de produtividade, efeito chamado por Olmstead & Rode (2002) de "a maldição da rainha de copas"[5] e salientado também em Huffman & Evenson (2006) e em Alston et al. (2010a).

Essas características implicam, de acordo com Fuglie (2016), a necessidade do fortalecimento da capacidade local de desenvolver pesquisas voltadas para a adaptação de tecnologia. Isso é sobretudo importante se levarmos em consideração a existência de *lags* relativamente longos entre o momento em que os gastos em P&D são efetuados e o início dos impactos sobre a produtividade agrícola, que só serão sentidos quando as novas tecnologias forem amplamente disseminadas e adotadas entre os produtores.

Apesar do consenso em relação à importância do setor público na produção de conhecimento, na indução da produção de inovações e no fortalecimento da capacidade de adaptação às novas tecnologias, Alston & Pardey (2021) constatam que a presença pública em P&D agrícola varia bastante entre os países. Nos de renda média alta, em 2015, 55,2% da P&D agrícola foi realizada por empresas privadas, parcela semelhante à dos países ricos, mas isso ocorreu principalmente por causa da China. Excluindo a China, a participação privada nos demais países de renda média alta (que inclui o Brasil) foi de 26,8%. Nos países de renda média baixa, a P&D é amplamente realizada no setor público (77,6% em 2015), mas a participação privada aumentou um pouco nas últimas décadas. Já nos países de baixa renda, a participação das empresas privadas foi insignificante na P&D agrícola. (Alston & Pardey, 2021).

Ressalta-se que a trajetória de desenvolvimento da agricultura brasileira está bastante relacionada ao desenvolvimento de conhecimento para a agricultura tropical. Mais especificamente, na década de 1960 o Brasil era um importador de alimentos, com desequilíbrios pelo lado da oferta – baixa produtividade e escassez de alimentos –, além do crescimento populacional e da renda, que pressionava a demanda. Diante daquela situação, o governo criou, em 1973, a Embrapa, que nos anos seguintes conduziu pesquisas para melhoramento genético, melhoria dos solos, manejo integrado de pragas, diversificação da produção na mesma área e engenharia genética. O desenvolvimento e uso do conhecimento pelos produtores locais levaram a aumentos de produtividade e aumento de produção. A experiência brasileira é um exemplo de inovação institucional induzida (Hayami & Ruttan, 1985; Alves, 2010; Vieira Filho, 2018).

Modelo econômico básico para análise do impacto de pesquisa na produtividade agrícola

O arcabouço econômico teórico básico para avaliação do impacto da pesquisa é baseado em um modelo de oferta e demanda em que

[4] Em algumas áreas (meio ambiente, segurança alimentar, economia e estatística e desenvolvimento comunitário), os incentivos para investimentos pelo setor privado são baixos porque as empresas do setor não conseguem se apropriar dos resultados da pesquisa (Pray & Fuglie, 2015).

[5] Personagem do livro *Alice no país das maravilhas*, de Lewis Carroll, em trecho que menciona que é necessário correr o máximo possível apenas para ficar no mesmo lugar.

a pesquisa entra como um *shifter* da curva de oferta. Aumentos da variável pesquisa deslocam a curva de oferta para baixo, levando, *ceteris paribus*, a um aumento da quantidade produzida e a preços mais baixos (Alston et al., 2010a; Alston & Pardey, 2021). Os benefícios da pesquisa são avaliados com medidas marshallianas de excedente do consumidor e de excedente do produtor. A distribuição dos benefícios entre produtores e consumidores depende das elasticidades relativas da oferta e da demanda, da natureza da mudança de oferta induzida pela pesquisa e das formas funcionais de oferta e demanda.

Limitações desse modelo incluem o pressuposto de que a elasticidade da oferta é constante ao longo do tempo e as questões distributivas em relação à repartição dos excedentes entre produtores que adotam ou não as novas tecnologias, entre os fornecedores de diferentes fatores de produção e entre as gerações. Pressupõe-se também que a mudança tecnológica é exógena. Isso não é necessariamente um problema quando os resultados de pesquisa podem ser apropriados de graça (Alston & Pardey, 2021). No entanto, esse pressuposto não deve ser utilizado para os casos de pesquisas desenvolvidas por entes privados que possuem direitos de propriedade. Outro pressuposto muitas vezes não realista é o de competição perfeita e ausência de distorções de mercado, embora adaptações para condições de mercados imperfeitos possam ser incorporadas. O modelo pode ser estendido para acomodar o comércio internacional e os *spillovers* para a avaliação dos impactos em medidas de bem-estar para diferentes países e servir de base para a construção de modelos multimercados que permitem a desagregação vertical e horizontal da estrutura de mercado.

A construção da variável estoque de conhecimento e os problemas de atribuição

Considerando os estudos que analisam os efeitos da P&D na produtividade, é convencional usar o conceito de estoque de conhecimento[6] de pesquisa (Alston et al., 2010c). Esse estoque, contudo, não é diretamente observável e os estudos utilizam como *proxy* uma medida acumulada de investimentos passados para a produção de conhecimento. Essa medida pode refletir gastos ou quantidade. Isto é, usa-se uma medida de insumos como *proxy* para o produto da pesquisa. A construção dos estoques de conhecimento demanda dados dos investimentos em P&D ao longo do tempo e muitas vezes entre diferentes instituições de pesquisa. Muitos desses dados não são facilmente obtidos, sobretudo aqueles sobre financiamento privado de P&D agrícola. Outros, como o investimento público em P&D agrícola, embora mais acessíveis, só estão geralmente disponíveis em séries temporais relativamente curtas.

Uma fonte bastante utilizada para estudos sobre o Brasil são os dados de gastos com a Embrapa (Figura 1) que são usados para construir os estoques de conhecimento. Para compreender o que são esses estoques, é preciso observar que os gastos com P&D, em geral, não têm impacto de um ano para o outro, já que a pesquisa precisa de um certo tempo para ser desenvolvida, um período para que haja sua adoção e que os impactos comecem a ser sentidos. Ao mesmo tempo, depois de sua adoção, o impacto não acontece de uma vez só e nem se restringe a apenas um ano; há um crescimento, uma estabilização e depois de alguns anos começa a haver um declínio do impacto. A construção da variável estoque de capital pretende capturar essa característica dos investimentos em pesquisa. Exemplos de estudo que usaram esse tipo de abordagem serão apresentados adiante.

[6] Fuglie (2018) também discute a variável que representa o investimento em pesquisa, mas usa o termo "capital do conhecimento". O autor destaca que a P&D é tratada como um tipo de investimento de capital de longa duração, sujeito a eventual depreciação em razão da obsolescência. O capital do conhecimento difere do capital físico, porque tem um caráter de bem público – não é rival e, mesmo com os direitos de propriedade, é pelo menos parcialmente não excludente.

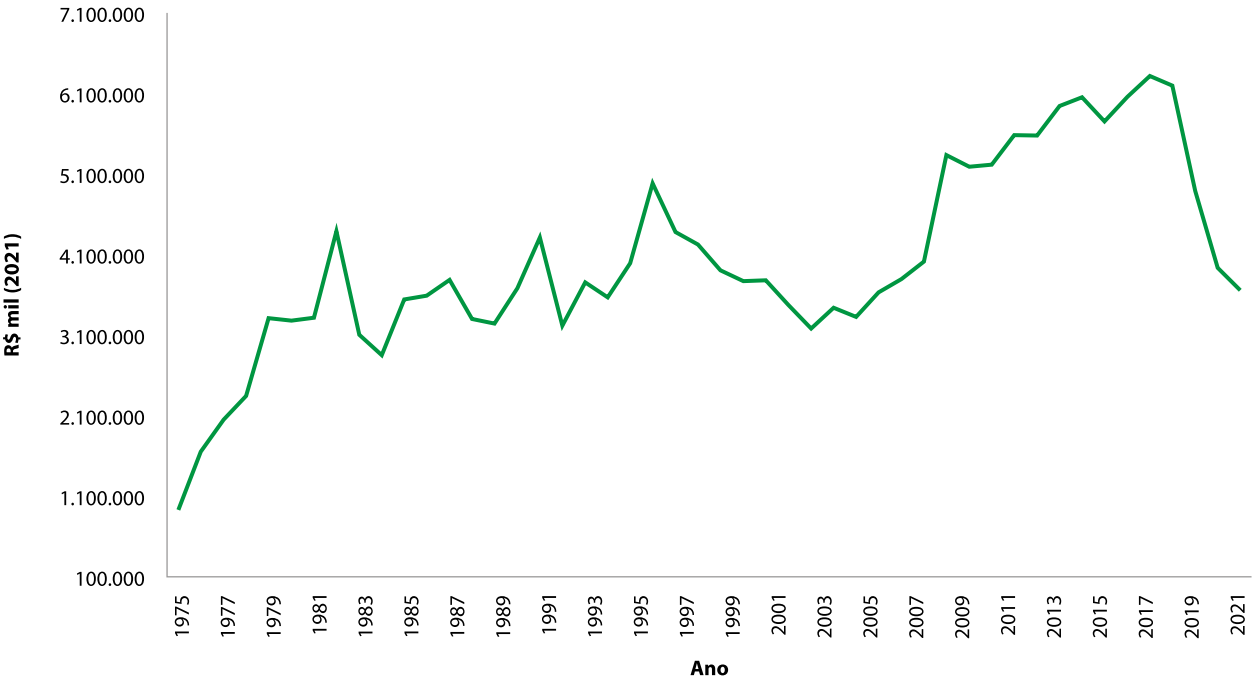


Figura 1. Gastos do governo com a Embrapa para os estoques de conhecimento – em reais de 2021.

Fonte: Portal da Transparência (2021).

Além das características acima, importantes de serem consideradas, a identificação do conjunto relevante de gastos em P&D para a análise não é trivial, por causa dos chamados "problemas de atribuição", que decorrem da dificuldade em estabelecer qual pesquisa, conduzida por quem e quando, foi a responsável por um aumento específico de produtividade. Ou seja, ao tentar incluir em um modelo os efeitos da pesquisa da produtividade na agricultura, o pesquisador terá dificuldades em tratar dos *spillovers*, que requerem conhecer quem (país, região geográfica ou instituição) conduziu a pesquisa, e em incorporar os *lags*, que exigem saber quando os gastos foram efetuados.

As preocupações em relação ao "quando" existem porque a pesquisa leva muito tempo para afetar a produção e a produtividade, e o efeito geralmente perdura por um longo período. Alston et al. (2010c) apontam que, em geral, os estudos que usam séries de tempo anuais muito curtas têm de impor restrições arbitrárias em relação à estrutura e ao tamanho dos *lags*, levando a estimadores inconsistentes.

No caso do melhoramento convencional do milho, por exemplo, nos primeiros anos os custos são com os processos de pesquisa, desenvolvimento e ajuda para adoção antecipada. Em seguida, há um período para a adoção que começa aos poucos e vai se disseminando até chegar a um período de ápice e depois de declínio. Usando dados estaduais de longo prazo sobre a agricultura dos EUA, Alston et al. (2010b) concluíram, por razões teóricas e empíricas, a favor de um modelo que utiliza a distribuição gama para os *lags* com uma defasagem de pesquisa consideravelmente mais longa do que a da maioria dos estudos anteriores. Os autores consideram necessário um *lag* de pesquisa de pelo menos 35 anos, podendo chegar até 50 anos para a pesquisa agrícola dos EUA.

Para o problema de atribuição, vários elementos podem estar relacionados aos *spillovers* na questão do "por quem" – áreas da ciência, firmas na indústria, indústrias em um país, ou entidades geopolíticas de um mesmo país ou entre países. No caso dos EUA, Alston et al. (2010a) definem o "por quem" como os *spillovers* de tecnologias

entre entidades geopolíticas no país ou *spillover* espacial. Nesse caso, as pesquisas das estações experimentais de pesquisa estaduais de cada estado e os *spillovers* das demais estações de pesquisa estaduais e do Departamento de Agricultura Americano (Usda). A alocação desses *spillovers* entre os diferentes estados pode ser feita baseada na geografia, com *spillovers* maiores para estados próximos ou em uma mesma região, ou baseada em índices agroecológicos de similaridade compostos pela produção específica de cada estado.

Estudos empíricos internacionais

Dois grupos de pesquisa, o *Economic Research Service* (ERS) do Usda e o *International Science Technology Practice and Policy* (InSTePP) da Universidade de Minnesota, têm contribuído para a literatura através da disponibilização de dados de investimento em pesquisa, além da construção de índices de insumo, produto e PTF para o mundo e países separadamente. Recentemente esses dois grupos alimentaram um debate interessante sobre a hipótese de desaceleração da taxa de crescimento da PTF.

O debate entre ERS e InSTePP

Com relação aos estudos internacionais sobre produtividade e P&D, esses dois grupos de pesquisa se destacam pelos dados levantados e variáveis construídas. O InSTePP conduz uma série de estudos internacionais sobre agricultura, saúde, propriedade intelectual, P&D e inovação e disponibiliza dados de gastos com P&D por grupos de faixa de renda de países e, dentro de cada faixa de renda, para alguns países selecionados, entre eles o Brasil. Philip Pardey, o diretor do instituto, e Julian Alston, um dos colaboradores, possuem uma extensa lista de publicações sobre investimento em P&D e produtividade, com destaque para os estudos sobre os EUA, apresentados adiante.

O ERS possui uma tradição de estimar a produtividade da agropecuária, não apenas para os EUA, mas para vários países, utilizando uma base de dados própria disponibilizada ao público. Dados sobre os gastos/investimentos públicos e privados em P&D agrícola para os EUA e internacionais também são sistematizados pelo grupo.

Entre esses dois grupos, há um debate interessante em relação à produtividade da agropecuária no mundo. Esse debate começou em 2007, quando o desequilíbrio entre oferta e demanda global de commodities elevou os preços mundiais, o que estimulou a discussão sobre uma possível desaceleração da taxa de crescimento da produtividade agrícola e suas possíveis consequências, especialmente para os países pobres.

Enquanto representantes do InSTePP tendem a apontar para a desaceleração do crescimento da produtividade nas últimas décadas, os do ERS tendem a apontar o contrário. Por exemplo, enquanto Alston et al. (2009) concluem pela queda das taxas de crescimento de várias culturas no mundo, Fuglie et al. (2017), do ERS, citam estudo anterior de Fuglie & Nin-Pratt (2013) que não aponta a mesma tendência. Para os países em desenvolvimento, eles mostram, ao contrário, que houve aceleração da PTF. Já para os países de alta renda, embora o crescimento da produção agrícola tenha caído nas últimas décadas, isso não implica necessariamente desaceleração da produtividade. Isso, porque nesses países tem havido redução dos recursos terra e mão de obra na agricultura, e a desaceleração do crescimento da produção pode simplesmente estar refletindo uma taxa mais rápida de queda do uso desses recursos.

Em estudos mais recentes, o grupo do InSTePP continua demonstrando a tendência de queda. Por exemplo, Alston & Pardey (2021), ao analisarem a produtividade da terra e do trabalho e os rendimentos dos cereais para o mundo como um todo, e para a China separadamente, em dois períodos (1961–1985 e 1986–2018), mostram queda na produtividade da terra e do trabalho, sobretudo depois de 1985. Analisando o rendimento dos grãos, o estudo revela que em 75,6% dos países de alta renda o crescimento recuou entre 1986 e 2018 em relação a 1961–1985. O mesmo ocorreu com 85% dos países da Europa Oriental e Ásia Central, 67% dos da América Latina e Caribe e 50% dos países da Ásia e Pacífico. Para esses autores, estudos que

encontram crescimento positivo da produtividade usam dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (Faostat), cujas qualidade e cobertura de seus índices de produto e sobretudo de insumos podem estar comprometendo a estimação dos resíduos, apesar da cobertura mundial e de poderem ser comparáveis para vários países. Citando Abramovitz (1956), que apontou que a produtividade é sempre a parte não explicada do resíduo, os autores acreditam que os estudos que encontram aceleração da produtividade não estão, na verdade, estimando corretamente esses resíduos.

Gasques et al. (2016) contribuem para o debate e testam a hipótese de desaceleração da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) na agricultura brasileira para o período 1975–2014. A conclusão foi na direção do grupo do ERS. Isto é, não existem evidências que confirmem tal hipótese, mas, ao contrário, tem havido aumentos da taxa de crescimento da PTF. Mais especificamente, em 1975–1996 a PTF cresceu 3,03% ao ano e em 1997–2014, 4,28%. Esse padrão decorreu, sobretudo, dos investimentos em pesquisa, da descoberta de novas tecnologias, das políticas econômicas e agrícolas mais favoráveis à produção, do crescimento do mercado interno, da maior inserção do Brasil no mercado internacional de produtos agrícolas e do comportamento dos preços dos insumos.

Estudos comparativos internacionais sobre o impacto da P&D no crescimento da PTF

Passando para os estudos sobre o impacto da P&D na produtividade, Fuglie (2018) avalia como os investimentos em P&D agrícola afetaram o crescimento da produtividade na agricultura mundial. Com base em dados históricos sobre gastos públicos em P&D de 150 países, do setor privado e do consórcio CGIAR de centros de pesquisa agropecuária, foram construídas estimativas do estoque de capital de P&D acumulado, que, posteriormente, foram utilizadas em uma metanálise baseada em 44 estudos. Com a estimação de elasticidades médias de P&D para as diferentes fontes (pública, privada e CGIAR) e para diferentes regiões globais, a conclusão é que a elasticidade para o capital público nacional de P&D foi de 0,18 em média, considerando-se o mundo como um todo – maior para países desenvolvidos (0,27) e significativamente menor para a África Subsaariana (0,13).

Para os países em desenvolvimento, Avila & Evenson (2010) estimam o crescimento da PTF com dados da Faostat. Os autores constroem índices de capital tecnológico para a agricultura e os relacionam ao crescimento da PTF e a outros indicadores. As maiores taxas de crescimento foram do leste da Ásia, seguido pelo sul da Ásia e pelo Cone Sul, na América do Sul; e as menores, da África do Leste e Central. Os autores desenvolveram dois tipos de indicador tecnológico de capital: i) um indicador de imitação baseado em programas de extensão e em escolaridade; e ii) um indicador de inovação baseado em investimentos na pesquisa agrícola (considerando principalmente os do setor público) e investimentos de P&D industrial (considerando principalmente os do setor privado). Os resultados mostram uma grande correlação entre os dois indicadores e sugerem que capital para inovação contribui mais para a PTF do que capital para imitação. No exercício de decomposição da PTF, foram identificadas as seguintes fontes de crescimento: adoção de variedades modernas da Revolução Verde, escolaridade e dieta dos produtores. A conclusão principal é que é necessário usar capital tecnológico para aumentar a PTF e reduzir custos, implicando mais investimentos nos sistemas de pesquisa agrícola, em P&D industrial e na escolaridade dos produtores.

Estudos sobre os impactos da pesquisa no crescimento da PTF por país

Um dos principais estudos sobre o impacto da P&D no crescimento da PTF, considerando somente um país, é o de Alston et al. (2010a), que usa dados de gastos das instituições de pesquisa de 48 estados norte-americanos (considerando

as pesquisas do Usda como se fosse o 49º estado) e considera os gastos com extensão. Os autores adotam um índice de Fisher para construção da PTF por estado e a utilizam como variável dependente em um modelo de regressão com variáveis explicativas representantes do investimento em pesquisa para cada estado, dos *spillovers* estaduais (entre um dado estado e os outros 47, além do Usda) e da extensão. Mais especificamente, os gastos com extensão por estado e seus potenciais *spillovers*.

Os autores fizeram uma série de testes em relação à forma funcional a ser utilizada e ajustaram a variável estoque de conhecimento com o uso de distribuições gama e trapezoidal, sob diferentes tamanhos do *lag* (20, 35 ou 50 anos). Também foram feitos testes para a distribuição da variável extensão, se gama ou geométrica, e para os tamanhos dos *lags* (20, 25 ou 50). Testes adicionais foram efetuados para a separabilidade das variáveis pesquisa e extensão. Ao final, optaram por agregar as variáveis pesquisa e extensão, pela forma funcional logarítmica, pela distribuição gama com um *lag* de 50 anos. Os resultados do impacto do investimento em pesquisa no crescimento da PTF foram de que as elasticidades próprias dos investimentos em pesquisa e extensão dos estados variaram entre 0,25 e 0,35, e as elasticidades cruzadas (*spillovers*), entre 0,19 e 0,36.

Também com enfoque nos EUA, Fuglie et al. (2017) fazem uma revisão das pesquisas recentes sobre tendências do crescimento da agricultura e o papel das políticas, entre elas o investimento em pesquisa. Essas pesquisas apontam para o fato de que praticamente todo o crescimento do produto nos últimos 70 anos decorre de aumentos de produtividade e que o investimento em P&D público foi responsável pela maior parte desse crescimento[7]. Os autores apontam, porém, para o crescente questionamento do papel do investimento público em pesquisa para a produtividade futura, dados o fortalecimento da participação da P&D privada desde a década de 1980 e a importância dos *spillovers* de conhecimento da nova biologia e da pesquisa desenvolvida em outros países.

Outras considerações importantes são feitas com relação à forte concentração de mercado nas diferentes áreas do setor agrícola;[8] à falta de consenso em relação à desaceleração do crescimento da agricultura americana ao longo do tempo; às robustas evidências sobre a complementaridade entre a P&D agrícola pública e privada; e, por fim, à falta de uma conexão direta entre o fortalecimento dos direitos de propriedade intelectual (DPIs) e os resultados de pesquisa na agricultura, embora a evidências sugerem que os DPIs levam a mais investimentos em P&D.

Para avaliar como diferentes formas de financiamento podem impactar a PTF nos EUA, Huffman & Evenson (2006) examinam em nível estadual (State Agricultural Experiment Station-Saes) o papel do financiamento federal ou dos *competitive grants* para a produção de pesquisa e inovação. Outro destaque do estudo é a forma como as variáveis estoque de patentes e de capital são construídas para investigar o impacto da pesquisa privada. São empregados dados sobre o fluxo anual de todas as patentes agrícolas privadas concedidas, tanto aos inventores nacionais quanto aos estrangeiros, em quatro áreas: lavouras e seus serviços; frutas e vegetais; hortaliças e produtos de estufa; e pecuária e seus serviços. Para cada estado, são aplicados pesos baseados na produção local para cada uma das áreas. Para

[7] Esses estudos incluem o período em que os gastos privados em P&D, particularmente para pesquisa em biotecnologia de sementes, estavam aumentando rapidamente e mostram que os retornos da pesquisa agrícola pública permanecem altos mesmo com a transformação do cenário da inovação agrícola nos EUA. As estimativas da taxa interna marginal de retorno (TIR) para a pesquisa agrícola pública variaram entre 17% e 67%. Diferentes metodologias influenciam os resultados, e isso é a causa dessa grande variação.

[8] Impulsionada por diferentes razões relacionadas à restruturação das indústrias de sementes, químicos, farmacêuticos veterinários e máquinas. No caso de sementes, a concentração resultou da necessidade de combinar uma série de ativos tecnológicos complementares, como germoplasma, traços geneticamente modificados e instrumentos biotecnológicos. No caso de farmacêuticos veterinários, foi o desenvolvimento da indústria de farmacêuticos humanos. Já para as máquinas, a concentração foi causada pela reorganização do sistema produtivo que passou a usar menos, mas mais potentes e eficientes, máquinas, depois de um período de recessão econômica. Para os químicos, as novas regulamentações para teste de saúde e segurança fizeram com que as empresas que não tinham capacidade para atender aos requisitos saíssem da indústria.

a variável de capital de pesquisa agrícola privada, são também aplicados pesos criados com base em uma distribuição trapezoidal, considerando um período de 19 anos. Os principais resultados são que o financiamento federal tem maior impacto sobre o crescimento da PTF do que os *competitive grants*, a elasticidade da PTF em relação à pesquisa agropecuária pública é de 0,197 e, em relação à extensão, de 0,156. Apesar de a variável pesquisa privada não ser significante no modelo, esse é um dos primeiros exemplos de estudo que constrói uma variável para representar a P&D privada usando patentes.

Outro exemplo de estudo para um país, a Indonésia, é o de Rada et al. (2011), que usa dados de painel em nível de províncias, no período de 1985 a 2005. Com um modelo de fronteira de distância, os autores avaliam como algumas políticas governamentais afetam a produtividade agrícola. São examinados os impactos na eficiência produtiva de três tipos de política: investimento de capital em transportes, representado pela densidade das estradas; investimento em capital humano, capturado pelas taxas de alfabetização; e investimento de capital de conhecimento na agricultura, representado pelos gastos com pesquisa. Os resultados apontam para uma taxa de crescimento anual de 2,2% da PTF e para a maior importância do investimento em capital humano.

Mensuração dos benefícios e das taxas internas de retorno da pesquisa agrícola

Alguns estudos da literatura internacional, além de estimar a produtividade e analisar o impacto dos investimentos em pesquisa, têm por objetivo calcular os benefícios da pesquisa e seus custos para chegar a uma razão benefício-custo. Alston et al. (2011), depois das análises sobre a PTF, estimam os benefícios brutos anuais da pesquisa (GARB) em nível estadual. As estimativas apontam para uma razão custo-benefício de 2,4:1 a 57,8:1, dependendo do estado, ou para 21,0:1, em média. Com relação à taxa interna de retorno (IRR), as estimativas estaduais variam de 7,4% a 27,6%, com média de 18,9% ao ano. Usando uma metodologia alternativa de taxa interna de retorno modificada (MIRR), desenvolvida em Kierullf (2008), esses valores foram revisados para baixo. Isto é, para um intervalo de 4,8% a 11,4%, dependendo do estado, e para 8,8% ao ano, em média.

Outros exemplos de cálculo da razão benefício-custo para os investimentos em pesquisa são os de Alston et al. (2020, 2022).[9] A partir da compilação de um extenso conjunto de estudos com estimativas comparáveis de retornos para a pesquisa do CGIAR e para seus parceiros de pesquisa nos países de baixa e média rendas, os autores derivaram medidas padronizadas de razão benefício-custo. Em seguida, baseado em um subconjunto dos estudos do CGIAR, eles avaliaram se os altos retornos da pesquisa justificam os investimentos no CGIAR. Por fim, o valor agregado do crescimento total da produtividade dos fatores é calculado para o período de 1961 a 2020, e esse valor é usado como uma aproximação para benefícios sociais do crescimento da produtividade agrícola em termos monetários. Todas essas três abordagens apontam para a alta lucratividade geral dos investimentos no CGIAR.

Estudos empíricos sobre o Brasil

Um dos primeiros estudos sobre produtividade e seus determinantes no Brasil é o de Avila & Evenson (1995), que adota o índice de Tornqvist-Theil para estimar a PTF para diferentes regiões, com dados dos censos de 1970, 1975, 1980 e 1985, considerando culturas temporárias e permanentes, pecuária, para ambas agregadas. Os resultados da PTF indicam que, em 1970–1985, a região Centro-Oeste foi a que experimentou o maior crescimento anual, 3,80%, seguida por Sudeste

[9] Esses estudos foram desenvolvidos para avaliar os impactos das pesquisas do Consortium of International Agricultural Research Centres (CGIAR) (Alston et al., 2020, 2022; Baldos et al., 2021; Fuglie, 2021). O CGIAR é uma parceria global de pesquisa. As pesquisas são feitas por 15 centros CGIAR em colaboração com vários parceiros, incluindo institutos de pesquisa nacionais e regionais, organizações da sociedade civil, academia, organizações de desenvolvimento e setor privado.

(3,06%), Nordeste (1,60%), Sul (1,46%) e Norte (1,31%). Quanto aos determinantes da PTF, foram utilizados dados do censo por microrregião, e os determinantes da produtividade são o investimento em pesquisa pública feito pela Embrapa e pelas instituições estaduais de pesquisa, a extensão e o investimento em infraestrutura. Além dessas variáveis, o estudo inclui uma variável de P&D do setor industrial, que desempenha importante papel na condução de pesquisas de melhoramento de insumos agrícolas.

A variável investimento em pesquisa é considerada uma *proxy* para estoque de conhecimento e é construída com um *lag* de 20 anos, admitindo-se que o investimento começa a impactar só depois de quatro anos e atinge seu potencial aos oito. Para a construção dessa variável, são utilizados dados da Embrapa. O estoque de conhecimento foi então alocado entre as microrregiões brasileiras, com base em condições climáticas e considerações sobre áreas prioritárias. Para as instituições estaduais de pesquisa, há uma variável separada. Além disso, foi construída uma variável de estoque para extensão. Pressupõe-se, nesse caso, que a extensão ajuda a acelerar a adoção da tecnologia e que, depois de três anos, seu impacto é nulo. A variável P&D industrial considera o número de invenções do setor industrial.

Essas variáveis "explicam" metade do crescimento da PTF. A principal contribuição para o crescimento vem dos Programas de Pesquisa da Embrapa: de 6% a 12% do crescimento (9% quando lavoura e pecuária são agregadas). A contribuição da P&D do setor industrial foi semelhante. As instituições estaduais de pesquisa contribuíram com aproximadamente 5% do crescimento, e a extensão com 3%, em 1970–1985.

Outro esforço de decomposição dos determinantes da PTF é feito em Pessôa & Bonnelli (1997). Esse estudo faz primeiramente um histórico do desenvolvimento agrícola e da pesquisa agrícola no Brasil e da evolução recente dos gastos com pesquisa, com especial atenção aos benefícios econômicos da pesquisa agrícola e do papel do governo no financiamento da pesquisa. Em seguida, são estimados os retornos da pesquisa agrícola no Brasil com dados estaduais para os anos censitários de 1975, 1980 e 1985, com o uso de uma função de produção tipo Cobb-Douglas. As variáveis dependente e explicativas são, respectivamente, a produção agrícola e o nível de emprego, a área plantada, os gastos com pesquisa da Embrapa e o estoque de máquinas agrícolas. Uma outra especificação considera rendimentos como variável dependente. Os resultados das diferentes estimações mostram que a elasticidade do gasto com pesquisa varia entre 0,18 e 0,31. Uma das conclusões é que, independentemente dos modelos testados, os investimentos em pesquisa geram retornos muito elevados, seja em termos de produção, seja em termos de rendimentos.

Com uma série temporal mais longa, Gasques et al. (2004) estimam a PTF para 1975–2002 e analisam os condicionantes do crescimento da produtividade. Os dados são anuais de pesquisas do IBGE – Produção Agrícola Municipal, Anuário Estatístico e Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio – e da Fundação Getúlio Vargas. Para a estimação da PTF, adotaram o índice de Tornqvist e calcularam um crescimento anual de 3,30%. Os autores usaram o modelo de autorregressão vetorial (VAR) e consideraram as variáveis gastos em pesquisa, crédito rural e relação de trocas (relação entre preços recebidos pelos agricultores e preços pagos pelos insumos adquiridos) como possíveis determinantes da PTF.

O uso do VAR possibilita que sejam obtidas as elasticidades de impulso para k períodos adiante, as quais permitem a avaliação do comportamento das variáveis em resposta a choques individuais em cada um dos componentes do modelo. A metodologia VAR possibilita a decomposição histórica da variância dos erros de previsão em porcentagens a serem atribuídas a cada variável componente do modelo e, assim, permite avaliar o poder explicativo de uma variável sobre as demais. Os valores obtidos indicam que uma variação de 1% nos gastos em pesquisa tem impacto da ordem de 0,17% na PTF; já o crédito rural tem impacto de 0,06%. Posteriormente, Gasques et al. (2008) fazem uma atualização, para 1975–2005, e encontram um crescimento de

2,51% para a PTF. Os resultados indicam que 1% de aumento nas variáveis pesquisa e relações de troca implicam um incremento de 0,35% e 1,5% da PTF, respectivamente.

Finalmente, numa atualização mais recente, Gasques et al. (2021) analisam o impacto da pesquisa, do crédito rural, das exportações e das relações de troca na PTF. Usaram dados de 1995 a 2019 e estimaram, novamente por um modelo VAR, o efeito nas variações dos determinantes da PTF. Encontram que o aumento de 1% nos desembolsos do crédito rural gera um impacto acumulado, ao longo de dez anos, de 0,25% sobre a PTF. Já para as exportações, o impacto foi de 0,48% e, para a relação de troca, de 0,70%. O impacto da pesquisa da Embrapa no crescimento da PTF foi de 0,51%.[10]

Como Gasques et al. (2004, 2021), Bragagnolo & Barros (2015) usaram um modelo econométrico VAR estrutural e analisaram os impactos dos fatores de produção e da PTF no produto agrícola para 1972–2009. Os resultados mostram que a PTF é o fator de maior potencial para aumentar o produto agrícola e que o incremento da PTF gera redução do trabalho agrícola e aumento da área plantada e do emprego do capital. Os autores apontam que, nesse período, a modernização da agricultura com aumento da produtividade influenciou a expansão da fronteira agrícola, o que possibilitou a exploração de novas áreas.

Com enfoque no papel da infraestrutura no crescimento da PTF em 1985–2004, Mendes et al. (2009) consideram como investimentos em infraestrutura aqueles com rodovias, pesquisas, telecomunicações, irrigação e energia elétrica. Os autores estimam a PTF e depois a utilizam como variável dependente em um modelo econométrico, baseado em Zhang & Fan (2004), cujas variáveis explicativas são os diferentes tipos de investimento. Destaca-se que para a variável investimento em pesquisa os autores utilizam o número de empregados da Embrapa. Os resultados apontam que o aumento de 1% nos investimentos em rodovias, energia elétrica, telecomunicações, irrigação e pesquisa eleva a PTF, em média, em 0,72%, 0,15%, 0,31%, 0,20% e 0,43%, respectivamente.

Com dados do censo agropecuário, para 1985–2006, Rada & Valdes (2012) avaliaram o progresso técnico nos subsetores lavoura e pecuária e usaram a participação desses setores para analisá-los também de forma agregada. Foram investigados os efeitos de três políticas públicas (investimentos em infraestrutura, acesso a crédito e investimento em pesquisa) na eficiência técnica. Em relação à metodologia utilizada, os autores optam por um modelo de fronteira estocástica de distância. Esse método permite considerar mais de um produto agregado e a mensuração do crescimento da PTF por tipo de produtor, segundo diferentes graus de eficiência.

Os resultados mostram que o crescimento médio da PTF agrícola nacional foi de 2,55% em 1985–2006. Esse crescimento foi impulsionado pela PTF dos produtores mais eficientes, que experimentaram aumento de 4,4%, na média, com crescimento de 7,1% para pecuária e 2,9% para lavoura. Com relação ao impacto de cada uma das políticas na eficiência técnica, o aumento de 1% no estoque de pesquisa aumenta a diferença no crescimento de produtividade entre produtores na fronteira e produtores médios em 0,20%. Já o incremento de 1% nas variáveis estradas, crédito rural e educação aumenta a eficiência dos produtores médios em relação aos da fronteira em 0,08%, 0,07% e 0,11%, respectivamente.

Estudos sobre investimento em P&D do setor privado

A dificuldade na obtenção de informações sobre os gastos com pesquisa das empresas privadas torna mais difícil avaliar seu impacto sobre a PTF e, por isso, não existem tantos estudos empíricos com esse tipo de análise. Alguns dos artigos aqui apresentados mostram principalmente como

[10] Esse valor, como salientado pelos autores, poderia ser mais alto caso fossem também incluídos os gastos em pesquisa dos institutos de pesquisa, das universidades e do setor privado.

tem evoluído a participação do setor privado nos investimentos em pesquisa no mundo e as subáreas da agricultura mais contempladas com investimentos em pesquisa. Outros têm um enfoque na mensuração das mudanças do bem-estar depois da introdução de variedades transgênicas de soja e milho e na investigação da origem dos fluxos de conhecimento que têm influenciado as inovações na pesquisa privada. Por fim, apresenta-se um estudo recente sobre a pesquisa privada no Brasil.

Com relação à evolução da participação do setor privado nos investimentos em pesquisa, Pray & Fuglie (2015) primeiro comparam a P&D agrícola privada com a pública nas últimas três décadas. Os dados mostram que os investimentos globais na P&D agrícola privada têm crescido mais rapidamente do que os públicos, com 43% de aumento da P&D privada entre 1994 e 2010, em termos reais. Apontam também que o predomínio da P&D privada ocorre na fabricação de alimentos e máquinas agrícolas, enquanto a pública tem se dedicado a temas considerados mais sociais, para os quais os incentivos à P&D agrícola privada são tradicionalmente mais fracos, como meio ambiente e recursos naturais, nutrição e segurança alimentar, economia e estatística e desenvolvimento comunitário.

O estudo destaca que os avanços científicos em biotecnologia, a globalização de alimentos e mercados agrícolas, a proteção legal para propriedade intelectual e as mudanças nas políticas agrícolas e regulatórias foram os principais fatores que levaram a indústria privada a investir em alimentos e P&D agrícola. Um ponto importante é a complementaridade entre as pesquisas desenvolvidas por instituições de pesquisa e universidades e as pesquisas conduzidas pelo setor privado. O aumento da participação do setor privado nos investimentos em pesquisa levou a mudanças nas estruturas de mercado, com a consolidação e o aumento de concentração nos subsetores da agricultura. Esse aumento de concentração, no entanto, não levou ao aumento dos investimentos em pesquisa, a não ser no setor de sementes agrícolas/biotecnologia. Nos demais subsetores – química, máquinas e saúde animal –, a intensidade de P&D permaneceu constante em 1994–2009.

Para a pesquisa privada no Brasil, os autores mostram que os gastos privados em P&D agrícola passaram de US$ 50 milhões em 1996 para US$ 377 milhões em 2012 (em dólares constantes de 2012). Dos gastos com P&D, 74% foram efetuados pela indústria de sementes e biotecnologia, 13% pela indústria de química agrícola, 12% pela de maquinário agrícola e 1% pela de saúde animal. Outro dado importante apontado é a concentração da P&D privada no subsetor de sementes e biotecnologia pelas seis multinacionais estrangeiras – Basf, Bayer CropScience, DowAgroSciences, Dupont-Pioneer, Monsanto e Syngenta.

Diferentemente da literatura examinada acima, Ciliberto et al. (2019) focam a avaliação dos efeitos da introdução de variedades transgênicas disponibilizadas pelo setor privado sobre o bem-estar. Com uma base de dados de uma empresa de marketing com informações sobre as escolhas de sementes para as duas culturas transgênicas mais importantes nos EUA, milho e soja, os autores estimam um modelo de demanda via especificação logit. As estimativas desse modelo permitem inferir a disposição a pagar dos agricultores (WTP) pelas sementes e, mais especificamente, pelas características transgênicas incorporadas nas variedades. A WTP fornece uma aproximação para o excedente total criado pela inovação. Os resultados mostram que a introdução de características transgênicas no milho e na soja, no período de 1996 a 2011, aumentou o excedente total em US$ 30,6 bilhões. Além disso, usando os prêmios de preços das variedades transgênicas, estima-se que a receita das empresas de sementes cresceu cerca de US$ 24,3 bilhões, sugerindo então que as empresas inovadoras capturaram a maior parte do excedente criado pela inovação.

Ainda sobre a pesquisa agrícola privada, Clancy et al. (2020) investigam os fluxos de conhecimento agrícola, com especial interesse em analisar os *spillovers* de know-how de setores privados não agrícolas para a agricultura nos EUA. Para isso, os autores usam as informações dos textos sobre patentes – citações de outras patentes, citações de

periódicos e análise dos textos das patentes – para identificar novos termos utilizados e, assim, mapear os fluxos de conhecimento agrícola, considerando subsetores da agricultura: saúde animal, biocidas, fertilizantes, máquinas, plantas e instrumentos de pesquisa. Essa abordagem se diferencia da seguida pela maioria dos estudos sobre *spillovers* entre subsetores da agricultura, como Evenson (1989), ou entre regiões geográficas, como Latimer & Paarlberg (1965) e Khanna et al. (1994).

Os principais resultados do estudo são que os *spillovers* de conhecimento de fora da agricultura são importantes e influentes para a P&D agrícola, em alguns casos tanto quanto aqueles gerados por fontes de conhecimento propriamente agrícolas[11], como nos subsetores de saúde animal, fertilizantes e máquinas. Nos três subsetores restantes, as evidências são mistas, em que alguns indicadores sugerem que a maioria do conhecimento se origina fora da agricultura, e outros sugerem que se origina dentro, como no caso do subsetor de plantas, que cita principalmente outras patentes agrícolas e revistas/periódicos de ciências agrícolas. Uma segunda constatação é a de que as fontes propriamente não agrícolas, que são importantes fontes de *spillovers* de conhecimento para a agricultura, estão de certa maneira "próximas" da agricultura.[12]

Para o caso brasileiro, o estudo mais recente é o de Silva Júnior et al. (2019), que investiga a estrutura e a dinâmica dos investimentos privados em P&D agrícola em 1995–2012. Isso é feito com o uso de dados primários coletados em entrevistas estruturadas com representantes de empresas líderes dos setores de insumos agrícolas. Os autores apontam que os mercados de insumos agrícolas no Brasil se tornaram atraentes por causa da maior participação dos produtos agrícolas brasileiros no comércio internacional e do fortalecimento dos direitos de propriedade intelectual.[13] De acordo com os dados obtidos pelo estudo, em 2012 as empresas privadas investiram R$ 770 milhões (em reais de 2012) em atividades de P&D agrícola no Brasil. O valor foi dividido entre despesas nos setores de sementes e biotecnologias agrícolas (R$ 547 milhões), máquinas e implementos (R$ 131 milhões) e agroquímicos (R$ 92 milhões). Quando consideram o período de 1995 a 2012, os investimentos privados em P&D agrícola no Brasil cresceram cerca de 450%.

Os autores fazem uma análise das patentes depositadas no Brasil e identificam as áreas tecnológicas que ganharam ou perderam relevância em 1995–2012. Os resultados mostram que houve substituição de investimentos em produtos químicos por produtos biológicos, com aumento dos investimentos em tecnologias para melhoramento genético e engenharia, produção de agentes de controle biológico e inoculantes. Parte das patentes da amostra já havia sido depositada em outros países, e isso indica que as atividades de desenvolvimento, e intensivas em conhecimento, com maior demanda por mão de obra qualificada, foram feitas principalmente em países desenvolvidos, nas sedes e laboratórios das empresas multinacionais. Os investimentos privados no Brasil, por sua vez, foram alocados nas etapas finais do processo de inovação. Com relação às patentes depositadas por empresas brasileiras da amostra, elas se concentraram principalmente em tecnologias utilizadas em tarefas específicas da produção agrícola, como preparo do solo, plantio, semeadura, adubação, pulverização e colheita.

Durante o período analisado, apesar de depositarem poucos pedidos de patentes, as organizações públicas mantiveram um papel relevante na pesquisa agropecuária brasileira, especialmente o de fornecedoras de serviços de informação e tecnologia necessários para adaptar as inovações às condições tropicais do País. Esses esforços foram fundamentais para atrair os investimentos das grandes multinacionais do setor de insumos agrícolas.

[11] Agroindústria e suas patentes agrícolas, instituições agrícolas de pesquisa, incluindo universidades, e as revistas e periódicos acadêmicos das ciências agrícolas.

[12] Empresas não agrícolas com pelo menos uma patente agrícola e periódicos das áreas biológicas e químicas, por exemplo.

[13] Sobretudo a partir da implementação da Lei de Propriedade Industrial (Brasil,1996), da Lei de Proteção de Cultivares (Brasil,1997) e da Lei de Inovação (Brasil, 2004).

Considerações finais

O conjunto de artigos aqui apresentados permite destacar muitos pontos importantes. O primeiro é a unanimidade, entre os artigos, sobre os elevados retornos da pesquisa agrícola e de seus impactos positivos sobre a produtividade. Em seguida, as preocupações em relação à demanda futura por alimento e, ao mesmo tempo, a necessidade de poupar os recursos naturais, além das preocupações com as mudanças climáticas, que demandarão novas tecnologias para aumentar ou pelo menos manter a produtividade. Diante dessas preocupações, a maioria dos autores coloca a necessidade de acompanhamento da produtividade, sobretudo considerando-se que uma das principais políticas para o aumento da produtividade agrícola é o investimento em pesquisa e que este, uma vez aplicado, precisa de tempo para surtir efeitos.

Para acompanhar a produtividade e avaliar o impacto da pesquisa na produtividade agrícola, a maioria dos estudos empíricos constrói primeiro uma medida de produtividade e, em seguida, aplica técnicas econométricas para estimar modelos de regressão, tendo como variável dependente a medida construída e diversas variáveis explicativas, entre elas o investimento em pesquisa. Em alguns casos, são incluídas também outras variáveis que representam políticas relacionadas ao crédito, ao capital humano e à extensão. Para a medida de produtividade, a qualidade dos dados é um fator crucial para a construção dos índices de produto e insumos. Para a variável que representa os investimentos em pesquisa, é preciso escolher uma especificação que melhor represente os *lags* da pesquisa e, portanto, é necessário inferir a duração dos períodos de gestação da pesquisa – adoção, pico e declínio – e levar em conta que essas informações variam segundo os tipos de pesquisa, regiões e países. Além disso, é preciso avaliar como considerar os *spillovers* de conhecimento que podem vir de diferentes regiões de um país ou de outros países.

Uma importante questão também discutida na literatura é o papel do investimento privado na pesquisa agrícola e como considerá-lo nos estudos empíricos sobre produtividade. Nas discussões apresentadas aqui, o setor privado tem investido menos do que o setor público, sobretudo por causa da dificuldade de se apropriar dos benefícios da pesquisa agrícola, dadas as características de bens públicos do conhecimento. Mais recentemente, com o fortalecimento dos direitos de propriedade, os avanços científicos em biotecnologia, a globalização dos mercados de alimentos e produtos agrícolas, e com as mudanças nas políticas agrícolas e regulatórias, a indústria privada começou a investir mais em P&D agrícola. Diante desse novo cenário, e considerando as restrições orçamentárias do setor público, é fundamental entender essa participação do setor privado para refletir sobre a criação de incentivos para que as pesquisas públicas e privadas fortaleçam suas complementaridades. Sugere-se que estudos futuros analisem o impacto dos investimentos em pesquisa na PTF incluindo tanto a possibilidade de *spillovers* da pesquisa pública entre as regiões/estados quanto o investimento privado.

Finalmente, é importante destacar que as políticas públicas podem contribuir em diversas frentes para o aumento da produtividade na agropecuária. Conforme mencionado, uma das mais importantes políticas para esse fim é o investimento público em P&D. Mais especificamente, as instituições públicas, além de expandir a fronteira científica, continuam fornecendo novas tecnologias adotadas pelos agricultores, especialmente nos países em desenvolvimento. Exemplos de pesquisa aplicada em que o setor público continua desempenhando um papel de liderança são o desenvolvimento de variedades melhoradas de alguns tipos de cultivos que não sejam commodities; as práticas agrícolas que melhoram a conservação do solo e da água; o manejo integrado de pragas e doenças para cultivos e pecuária; os sistemas integrados de produção agropecuária; e a segurança alimentar.

Além disso, muitos métodos de manejo de pragas e doenças agrícolas e pecuárias dependem de tecnologias que requerem P&D pública juntamente o com apoio para a implementação,

de forma a evitar que essas pragas sejam reintroduzidas. Os resultados de P&D são necessários para apoiar as ações regulatórias do governo, permitindo assim o uso de novas tecnologias, estabelecendo e fazendo cumprir normas sanitárias e fitossanitárias, e garantindo produtos alimentares seguros. O fato de que os retornos sociais são muito maiores do que os retornos privados de P&D indica a forte natureza de "bem público" dos benefícios da pesquisa. Ao mesmo tempo, as políticas públicas podem ser de apoio às pesquisas privadas, por exemplo através de medidas: i) de incentivo à P&D privada, por meio de subsídios ou de prêmios para pesquisas bem sucedidas; ii) que incentivem a criação ou o fortalecimento de instituições que estabelecem e aplicam direitos de propriedade intelectual (DPIs), como patentes e marcas registradas; e iii) para o desenvolvimento de mecanismos que facilitem programas de ação coletiva ou parcerias público-privadas para financiar a P&D. Por fim, são complementares também políticas como o crédito rural e subsídios para a contratação de seguro rural, instrumentos que ajudam o produtor em seu custeio e que podem minimizar as perdas produtivas. É essencial que haja coordenação na implementação de políticas públicas, para que elas atuem de forma complementar e possam ser mais efetivas, garantindo assim a produtividade e a sustentabilidade do setor agropecuário.

Referências

ABRAMOVITZ, M. Resource and output trends in the United States since 1870. **American Economic Review**, v.46, p.5-23, 1956.

ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.; PARDEY, P.G. Econometric estimation and results. In: ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. **Persistence pays**: US agricultural productivity growth and the benefits from Public R&D spending. New York: Springer, 2010a. p.313-352.

ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. Models of research and productivity. In: ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. **Persistence pays**: US agricultural productivity growth and the benefits from Public R&D spending. New York: Springer, 2010b. p.271-312.

ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. Research lags and spillovers. In: ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. **Persistence pays**: US agricultural productivity growth and the benefits from Public R&D spending. New York: Springer, 2010c. p.239-270.

ALSTON, J.M.; ANDERSEN, M.A.; JAMES, J.S.; PARDEY, P.G. The economic returns to U.S. public agricultural research. **American Journal of Agricultural Economics**, v.93, p.1257-1277, 2011. DOI: https://doi.org/10.1093/ajae/aar044.

ALSTON, J.M.; BEDDOW, J.M.; PARDEY, P.G. **Mendel versus Malthus**: research, productivity and food prices in the long run. St. Paul: University of Minnesota, 2009. Staff Paper P09-1, InSTePP Paper 09-01 (rev.).

ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G. The economics of agricultural innovation. In: BARRET, C.B.; JUST, D.R. (Ed.). **Handbook of Agricultural Economics**. Kidlington: Elsevier, 2021. v.5, p.3895-3980. DOI: https://doi.org/10.1016/bs.hesagr.2021.10.001.

ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G.; RAO, X. Payoffs to a half century of CGIAR research. **American Journal of Agricultural Economics**, v.104, p.502-529, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/ajae.12255.

ALSTON, J.M.; PARDEY, P.G.; RAO, X. **The payoff to investing in CGIAR research**. 2020. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/6346ea27d121155417d78c6a/t/63e57157e347cf41fc8a95ba/1675981149886/Payoff_to_Investing_in_CGIAR_Research_final_October_2020.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

ALVES, E. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, ano19, p.64-72, 2010. Edição especial.

AVILA, A.F.D.; EVENSON, R.E. Total factor productivity growth in agriculture: the role of technological capital. In: EVENSON, R.E.; PRABHU, P. (Ed.). **Handbook of Agricultural Economics**: Agricultural Development: Farmers, Farm Production and Farm Markets. Burlington: Elsevier, 2010. v.4, p.3769-3822.

AVILA, A.F.D.; EVENSON, R.E. Total factor productivity growth in the Brazilian agriculture and the role of agricultural research. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 33., 1995, Curitiba. **Política agrícola e abertura de mercado**: anais. Curitiba: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 1995. Editado por: José Garcia Gasques e Rita de Cássia M. T. Vieira.

BALDOS, U.L.C.; CISNEROS-PINEDA, A.; FUGLIE, K.O.; HERTEL, T.W. **Understanding the impacts of CGIAR research on the global geographic distribution of land use, undernutrition and biodiversity**. 2021. Disponível em: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/10527.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BRAGAGNOLO, C.; BARROS, G.S.A.C. Impactos dinâmicos dos fatores de produção e da produtividade sobre a função de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.53, p.31-50, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005301002.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. 2004. Disponível

em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997**. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm>. Acesso em: 4 abr. 2022.

BRIGATTE, H.; TEIXEIRA, E.C. Determinantes do produto e da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira. **Revista de Política Agrícola**, ano19, p.5-13, 2010.

CILIBERTO, F.; MOSCHINI, G.; PERRY, E.D. Valuing product innovation: genetically engineered varieties in US corn and soybeans. **The RAND Journal of Economics**, v.50, p.615-644, 2019. DOI: https://doi.org/10.1111/1756-2171.12290.

CLANCY, M.; HEISEY, P.; JI, Y.; MOSCHINI, G.C. **The roots of agricultural innovation**: patent evidence of knowledge spillovers. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2020. (NBER. Working Paper, 27011). DOI: https://doi.org/10.3386/w27011.

EVENSON, R.E. Spillover benefits of agricultural research: evidence from U.S. experience. **American Journal of Agricultural Economics**, v.71, p.447-452, 1989. DOI: https://doi.org/10.2307/1241609.

FUGLIE, K. R&D Capital, R&D Spillovers, and productivity growth in world agriculture. **Applied Economic Perspectives and Policy**, v.40, p.421-444, 2018. DOI: https://doi.org/10.1093/aepp/ppx045.

FUGLIE, K. The growing role of the private sector in agricultural research and development world-wide. **Global Food Security**, v.10, p.29-38, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.07.005.

FUGLIE, K.; CLANCY, M.; HEISEY, P.; MACDONALD, J. Research, productivity, and output growth in U.S. agriculture. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v.49, p.514-554, 2017. DOI: https://doi.org/10.1017/aae.2017.13.

FUGLIE, K.; NIN-PRATT, A. Agricultural productivity: a changing global harvest. In: 2012 GLOBAL Food Policy Report. Washington: International Food Policy Research Institute, 2013. p.15-28.

FUGLIE, K.; SCHIMMELPFENNIG, D. Introduction to the special issue on agricultural productivity growth: a closer look at large, developing countries. **Journal of Productivity Analysis**, v.33, p.169-172, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s11123-010-0168-0.

FUGLIE, K.O. **Documentation and methods**: Methodology for measuring international agricultural total factor productivity (TFP) growth. Washington: Usda, 2021.

GASQUES, J.G.; BACCHI, M.R.P.; BASTOS, E.T.; VALDES, C. PTF e impactos de políticas públicas. **Revista de Política Agrícola**, ano30, p.72-77, 2021. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1742>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GASQUES, J.G.; BACCHI, M.R.P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E.T.; VALDES, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. p.143-163.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.P.R.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. da. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: Ipea, 2004. (Ipea. Texto para discussão, 1017). Disponível em: <https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1017.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2022.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; BACCHI, M.R.P. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. In: DE NEGRI, J.A.; KUBOTA, L.C. (Ed.). **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica**. Brasília: Ipea, 2008. p.435-459.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; VALDES, C.; BACCHI, M.R.P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista de Política Agrícola**, ano21, p.83-92, 2012. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/248/208>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E.T.; VALDES, C.; BACCHI, M.R.P. Produtividade da agricultura: resultados para o Brasil e estados selecionados. **Revista de Política Agrícola**, ano23, p.87-98, 2014. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/943>. Acesso em: 10 dez. 2022.

GRILICHES, Z. Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. **American Economic Review**, v.54, p.961-974, 1964.

GRILICHES, Z. The sources of measured productivity growth: United States agriculture, 1940-60. **Journal of Political Economy**, v.71, p.331-346, 1963. DOI: https://doi.org/10.1086/258782.

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

HUFFMAN, W.E.; EVENSON, R.E. Do Formula or competitive grant funds have greater impacts on state agricultural productivity? **American Journal of Agricultural Economics**, v.88, p.783-798, 2006. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2006.00898.x.

KHANNA, J.; HUFFMAN, W.E.; SANDLER, T. Agricultural research expenditures in the United States: a public goods perspective. **Review of Economics and Statistics**, v.76, p.267-277, 1994. DOI: https://doi.org/10.2307/2109881.

KIERULFF, H. MIRR: a better measure. **Business Horizons**, v.51, p.321-329, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.02.005.

LATIMER, R.; PAARLBERG, D. Geographic distribution of research costs and benefits. **Journal of Farm Economics**, v.47, p.234-241, 1965. DOI: https://doi.org/10.2307/1236571.

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.

MENDES, S.M.; TEIXEIRA, E.C.; SALVATO, M.A. Investimentos em infra-estrutura e produtividade total dos fatores na agricultura brasileira: 1985-2004. **Revista Brasileira de Economia**, v.63, p.91-102, 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-71402009000200002.

OLMSTEAD, A.L.; RHODE, P.W. The red queen and the hard reds: productivity growth in American wheat, 1800-1940. **Journal of Economic History**, v.62, p.929-966, 2002. DOI: https://doi.org/10.1017/S0022050702001602.

PESSÔA, E.G. da S. de P.; BONELLI, R. O papel do Estado na pesquisa agrícola no Brasil. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v.14, p.9-56, 1997.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. **Execução da Despesa por Órgão**: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2021. Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/url/7afb04fe>. Acesso em: 30 jun. 2023.

PRAY, C.E.; FUGLIE, K.O. Agricultural research by the private sector. **Annual Review of Resource Economics**, v.7, p.399-424, 2015. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100814-125115.

RADA, N.; VALDES, C. **Policy, technology and efficiency of Brazilian agriculture**. Washington: Usda, 2012. (USDA. Economic Research Report, 137). DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.2112029.

RADA, N.E.; BUCCOLA, S.T.; FUGLIE, K.O. Government policy and agricultural productivity in Indonesia. **American Journal of Agricultural Economics**, v.93, p.867-884, 2011. DOI: https://doi.org/10.1093/ajae/aar004.

SCHULTZ, T.W. **The economic organization of agriculture**. New York: McGraw-Hill, 1953.

SILVA JÚNIOR, J.J. da; SILVEIRA, J.M.J. da; OLIVEIRA, A.L.R. de; PEREIRA, C.N.; BUENO, C. da S.; PRAY, C.E. Investments in agricultural research and development: recent transformations in Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v.18, p.89-120, 2019. DOI: https://doi.org/10.20396/rbi.v18i1.8652914.

VIEIRA FILHO, J.E.R. Brazilian agriculture: innovation and production distribution. **Revista de Política Agrícola**, ano27, p.18-30, 2018.

Modelo de distrito agroindustrial
Repensando políticas públicas[1]

Amilcar Baiardi[2]
Maria Clotilde Meirelles Ribeiro[3]

Resumo – O presente artigo baseou-se em uma revisão de literatura que visita autores clássicos e contemporâneos de relevância, além de cases de distritos agroindustriais que exibem alto desempenho de reconhecimento mundial, para focalizar o distrito agroalimentar italiano, que se constitui a partir de uma forma peculiar de concepção e organização de sistemas agroindustriais que tenta explicar as relações entre agricultura e indústria, a partir dos estudos realizados por Davis e Goldberg e pela escola de economia industrial francesa, na década de 1960. Os distritos agroalimentares italianos, além de exibirem traços gerais dos sistemas agroindustriais, avançam em termos de capacidade de criar no território uma atmosfera de distrito industrial marshalliano, em que as relações são sempre mais estreitas e explícitas entre os agentes no interior da aglomeração produtiva. Essa atmosfera de cooperação propicia ao distrito converter-se em habitat de inovações e exemplo de compartilhamento e, ao mesmo tempo, de redução dos riscos e de aquisição de competividade. Este texto tem como propósito repensar as políticas públicas em relação às aglomerações produtivas e às formas de organizações das empresas agroindustriais no território.

Palavras-chave: agronegócio, desenvolvimento local, organização industrial.

Agrindustrial district model: rethinking public policies

Abstract – This article is based on a literature review that visits classic and contemporary authors of relevance, as well as cases of agro-industrial districts that exhibit high performance of worldwide recognition, in order to focus on the Italian agrifood district (typical agrifood local system). This type of organization constitutes a peculiar form of concept of organizing agribusiness systems. This concept tries to explain the agriculture and industry relations based on the studies conducted by Davis and Goldberg and by the French School of Industrial Economics, in the 1960s. Besides exhibiting general traits of agro-industrial systems, the Italian agrifood districts advance as for their capacity to create an atmosphere of a Marshallian industrial district in the territory, in which relationships are always closer and more explicit between agents within the productive agglomeration. This cooperative environment helps the district to become an innovation habitat able to share and, at the same time, to reduce entrepreneurial risks and acquire competitiveness. This paper aims to rethink public policies regarding industrial settlements and productive forms of agribusiness organizations in the territory.

Keywords: agribusiness, local development, industrial organization.

[1] Original recebido em 10/2/2023 e aprovado em 22/5/2023.

[2] Universidade Católica do Salvador (Ucsal). E-mail: amilcar.baiardi@gmail.com

[3] Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf). E-mail: clotilde.ribeiro@univasf.edu.br

Introdução

As transformações que vêm ocorrendo em âmbito mundial nos sistemas agroalimentares evidenciam um papel de relevância crescente para sua forma de inserção territorial que se convencionou denominar distrito agroalimentar. Ele exibe formas distintas de concepção e organização de sistemas produtivos na agricultura e nas etapas seguintes de pós-colheita, beneficiamento e transformação agroindustrial. A complexidade dos sistemas produtivos na relação agricultura-indústria vem se manifestando porque se constituíram no caminho para explicar o sucesso do atendimento às necessidades alimentares no Pós-Segunda Guerra Mundial. Nesse contexto, várias construções conceituais foram desenvolvidas no âmbito dos sistemas produtivos na agricultura-indústria. Os estudos começaram com o desenvolvimento de dois conceitos – o primeiro, de Commodity System Approach, CSA, (Davis & Goldberg, 1957), e o outro, de Filière, "cadeias" (escola francesa), os quais veem o agronegócio sob uma ótica que valoriza as relações entre os agentes de um sistema e repensam a distinção tradicional entre setor agrícola, de um lado, e setor industrial e de serviços, do outro.

Mais recentemente, no Brasil, foi conceituado o Sistema Agroindustrial, SAG, que incorpora os componentes do CSA e da Filière e pode ser considerado um conjunto de atividades necessárias para a produção de produtos agroindustriais.

Por sua vez, a experiência do distrito agroalimentar italiano, DAI, incorpora muitos dos elementos constitutivos do CSA, da Filiére e do SAG, mas avançando mais quanto às relações da cadeia produtiva, de onde decorre um distrito industrial diferenciado e específico e com um envolvimento intenso com o território, o que garante a ele vantagens diante dos conceitos anteriores.

Este texto visa fomentar um repensar das políticas públicas em relação às aglomerações produtivas e às formas de organizações das empresas agroindustriais no território, tendo em vista as profundas complexidades da multiterritorialidade brasileira, que exibe concentração fundiária, assimetria de condições e acentuadas desigualdades sociais. Sob o aspecto metodológico, esta pesquisa faz uma revisão de literatura, visitando obras de clássicos e de relevantes autores contemporâneos que estudaram a temática dos sistemas produtivos agroindustriais, citando-se de modo especial as contribuições de Davis & Goldberg (1957) e Goldberg (1968), que constituem o marco teórico inicial na temática. Além dessas obras, o estudo analisa o case de sucesso dos distritos agroalimentares italianos, com base em diversos autores, incluindo Iacoponi (1990), Amin (1993) e De Rosa (1997).

Conceito e características das cadeias e aglomerações agroindustriais

A partir dos trabalhos de Davis & Goldberg (1957), Goldberg (1968) e da escola de economia industrial francesa, na década de 1960 (Zylbersztajn, 1995), os estudos sobre complexificação dos sistemas produtivos na relação agricultura-indústria adquirem relevância porque se constituíram no caminho para explicar o sucesso do atendimento às necessidades alimentares no Pós-Segunda Guerra Mundial. Segundo Omote (2009), tais estudos tiveram início com o desenvolvimento de dois conceitos: o primeiro, de Commodity System Approach, CSA (Davis & Goldberg, 1957), e o outro, de Filière, "cadeias" (escola francesa). Ambos os conceitos viam, como ponto de convergência, o agronegócio sob uma ótica que valoriza as relações entre os agentes de um sistema, além de repensar a distinção tradicional entre setor agrícola, de um lado, e setor industrial e de serviços, do outro.

O enfoque de CSA antecipou as principais tendências dos sistemas agroalimentares modernos. Primeiro, porque detectou as elevadas taxas de mudanças tecnológicas ao nível de produção agropecuária. Depois, porque indicou a forte relação entre a indústria de alimento e o sistema de distribuição.

No referido trabalho, os autores apresentaram uma análise histórica e uma visão evolutiva do agronegócio. No pós-guerra, a produção de alimentos passou a ser crescentemente dependente de insumos industrializados. Adicionados às atividades de armazenagem, o processamento e a distribuição passaram a ser demasiadamente complexos para merecerem um enfoque conceitual meramente vinculado ao produtor rural. Tal enfoque deu base para a introdução do tema "dependência intersetorial".

Goldberg (1968) definiu o agronegócio como um sistema de commodities que abrange todos os atores envolvidos com a produção, o processamento e a distribuição de um produto. Tal sistema inclui o mercado de insumos agrícolas, a produção agrícola, a operação de estocagem, o pós-colheita, o processamento e a comercialização nos níveis de atacado e varejo, demarcando um fluxo que vai dos insumos até o consumidor final. O conceito abrange todas as instituições que afetam a coordenação dos estágios sucessivos do fluxo de produtos, como as instituições governamentais, os mercados futuros e as associações de comércio (Omote, 2009). Trata-se de um conceito de enfoque coordenativo, cuja importância não pode ser menosprezada, porque se constata na prática. Além disso, é evidente o benefício obtido com uma abordagem sistêmica.

No enfoque de Filière (cadeia produtiva), segundo Morvan (1991) e Batalha & Silva (2001) três elementos estariam ligados a uma visão de cadeia produtiva. O primeiro diz que a cadeia de produção é uma sucessão de operações de transformação dissociáveis, capazes de serem separadas e ligadas entre si por um encadeamento técnico. No segundo ponto, a cadeia de produção é também um conjunto de relações comerciais e financeiras que são estabelecidas entre todos os estágios da produção e do beneficiamento e transformação, um fluxo de troca, situado de montante a jusante, entre fornecedores e clientes. E o terceiro define a cadeia como um conjunto de ações econômicas que presidem a valoração dos meios de produção e asseguram a articulação das operações.

Logo, o conceito de Filière também se aplica a uma sequência de atividades que transformam uma commodity em um produto pronto para o consumidor final. Os dois conceitos, CSA e Filière, apresentam algumas diferenças de enfoques. O CSA privilegia o olhar sobre o todo, sendo as partes vistas como integrantes da estrutura. O Filière, não desconsiderando o todo, vê as partes, os segmentos, com autonomia. Ambos convergem por terem objetivos comuns ao estudo do agronegócio. Esse denominador comum é justamente a percepção dos dois enfoques quanto à necessidade de uma visão global e sistêmica dos agentes e de suas relações para frente e para trás ao longo da cadeia produtiva, para formulação de estratégias empresariais e de políticas públicas. Mais recentemente no âmbito das atividades do Programa de Estudos dos Negócios Agroindustriais (Pensa), essa estrutura passou a ser definida no Brasil e também no exterior como Sistema Agroindustrial (SAG).

O SAG, que incorpora os componentes dos dois conceitos anteriormente apresentados, pode ser considerado um conjunto de atividades necessárias para a produção de produtos agroindustriais. Nessas atividades, estão incluídos alguns agentes que se inter-relacionam e operam dentro de toda uma cadeia produtiva, da produção de insumos à chegada do produto final ao consumidor. Um resumo das principais características dos conceitos acima visitados é mostrado na Tabela 1.

No conceito de um SAG, estão envolvidos outros elementos além daqueles que fazem parte da sequência vertical de uma cadeia produtiva e que se relacionam entre si. Segundo Zylbersztajn (2000), essa sequência dentro da cadeia é fortemente influenciada pelo ambiente institucional (cultura, tradições, educação, costumes) e organizações de suporte (associações, cooperativas, firmas de pesquisa e informação). O dimensionamento e a identificação do SAG são informações extremamente necessárias para se traçar planejamentos estratégicos. Um SAG pode variar de acordo com o propósito do planejador. Se o conceito for aplicado para a formulação de políticas públicas, a delimitação pode ser feita envolvendo

Tabela 1. Sistemas produtivos agroindustriais – conceitos e características.

Enfoque/conceito	Característica
Commodity system approach (CSA)	Antecipa as principais tendências dos sistemas agroalimentares modernos.
	Indica a forte relação entre a indústria de alimento e o sistema de distribuição.
	Traz uma base para introdução do tema "dependência intersetorial".
	Privilegia o olhar sobre o todo, sendo as partes vistas como integrantes da estrutura
Agronegócio	Sistema de commodities que abrange todos os atores envolvidos com a produção, processamento e distribuição de um produto. Inclui o mercado de insumos agrícolas, a produção agrícola, a operação de estocagem, a pós-colheita, o processamento e a comercialização nos níveis de atacado e varejo.
	Abrange todas as instituições que afetam a coordenação dos estágios sucessivos do fluxo de produtos, como as instituições governamentais, os mercados futuros e as associações de comércio
Filière (cadeia produtiva)	Cadeia de produção vista como uma sucessão de operações de transformação dissociáveis, capazes de serem separadas e ligadas entre si por um encadeamento.
	Cadeia de produção vista como um conjunto de relações comerciais e financeiras estabelecidas entre todos os estágios da produção e do beneficiamento e da transformação (fluxo de troca, situado de montante a jusante, entre fornecedores e clientes).
	Cadeia de produção vista como um conjunto de ações econômicas que presidem a valoração dos meios de produção e asseguram a articulação das operações.
	Não desconsidera o todo, mas vê as partes (segmentos) com autonomia
Sistema agroindustrial - SAG	Incorpora os componentes do CSA e da Filière, pode ser considerado um conjunto de atividades necessárias para a produção de produtos agroindustriais.
	Nessas atividades, incluem-se alguns agentes que se inter-relacionam e operam dentro de toda uma cadeia produtiva, da produção de insumos à chegada do produto final ao consumidor.
	O dimensionamento do SAG e as ações dos agentes podem ser vistos como operações verticalmente organizadas, percorridas pelo produto desde sua produção e elaboração industrial até sua distribuição.
	A sequência dos elementos dentro da cadeia é influenciada pelo ambiente institucional (cultura, tradições, educação, costumes) e organizações de suporte (associações, cooperativas, firmas de pesquisa e informação)

os agentes no plano nacional. Entretanto, se for um SAG fortemente atrelado ao mercado internacional, será necessário ultrapassar as fronteiras e explorar sistemas de produção e distribuição de outros países. Logo, pode-se dizer que o SAG está focalizado em produtos específicos, e o seu dimensionamento dependerá de cada caso (Omote, 2009).

Zylbersztajn (2000) propôs que a rede de relações de um SAG não pode ser entendida como linear, e sim como uma teia em que cada agente terá contatos com um ou mais agentes. A partir do desenvolvimento e aperfeiçoamento dessas relações, a arquitetura do SAG poderá se tornar mais ou menos eficiente. Nessa sucessão de construções conceituais, Farina (1999) e Batalha & Silva (2001) exploraram, respectivamente, a competitividade, a coordenação e o gerenciamento do SAG.

O dimensionamento do SAG e as ações dos agentes nele inseridos podem ser vistos como operações verticalmente organizadas, percorridas pelo produto desde sua produção e elaboração industrial até a distribuição. Assim, cada operação tecnicamente independente ao longo da cadeia é executada por um agente especializado que vai se relacionar com um ou mais agentes também inseridos na cadeia, com o objetivo final de produzir para o agente principal, que é o consumidor final.

Em atualização conceitual mais recente da definição do SAG no Brasil, Barra & Ladeira (2016)

propõem que haja uma conjugação dos clássicos da economia institucional com os teóricos da nova sociologia econômica, incorporando também as contribuições da teoria do capital social, resultando, dessa soma, uma possibilidade para o enriquecimento teórico da discussão desse tema. Entendem os autores que os protagonismos dos agentes que atuam no SAG só são explicados quando se recorre a mais de uma disciplina, incorrendo na epistemologia da complexidade, como definem Morin & Lisboa (2007).

O distrito agroalimentar italiano

Conceitualmente, o distrito agroalimentar italiano (DAI) incorpora muitos dos elementos constitutivos do SAG e, por conseguinte, do CSA e da Filiére, sendo uma expressão deles num determinado território. Nesse sentido, avança mais quanto às relações do sistema ou da cadeia, já que elas ocorrem dentro de um espaço de intervenções públicas e privadas, definido a partir de critérios de racionalidade econômica e gerencial que garantem ao DAI vantagens diante do SAG, do CSA e da Filiére.

A análise do DAI se concentra nos aspectos territoriais do desenvolvimento agroindustrial, com atenção especial para o papel das pequenas e médias empresas. Ele é resultado de um amplo e difuso processo de industrialização que ocorreu na Itália no Pós-Segunda Guerra e que ensejou inúmeras aglomerações que passaram a exibir vantagens comparativas e competitivas. Tais aglomerações passaram a ser objeto de estudos que usavam instrumentos analíticos, como o conceito de distrito industrial, proposto por Marshall há mais de 100 anos. Esse conceito foi mediatizado e adaptado na Itália a partir da década de 1970, como demonstrado na famosa obra de Amin (1993). Esses avanços referidos às aglomerações industriais em geral ensejaram o que se poderia chamar de emergência do interesse pelo distrito agroalimentar, enquanto distrito industrial diferenciado e específico e com um envolvimento nítido e intenso com o território. É o que mostram De Rosa (1997) e Fanfani (2009), que estabelecem os contornos dos modelos locais de desenvolvimento baseados nos sistemas agroalimentares.

Essa forma de organização industrial na Itália, o DAI, caracteriza-se não só pela aglomeração produtiva, mas também pela presença no mesmo espaço geográfico do setor primário, da indústria de transformação e do sistema de distribuição dos produtos finais. Segundo Fanfani (2004), a estreita conexão entre a agricultura, a indústria de transformação e a distribuição impõe uma visão mais abrangente do sistema produtivo e de suas articulações, bem como uma denominação, qual seja a de distrito agroalimentar. Tal denominação, a mais usada na Itália, não exclui que possa haver no distrito agroindústrias que processem as matérias-primas provenientes da agricultura, mas sem finalidade alimentar, ou que haja na aglomeração indústrias de insumos e equipamentos para a produção vegetal e animal.

Para Fanfani (2004), o distrito agroalimentar na Itália é na realidade um novo fenômeno de integração cooperativa e competitiva interempresas, diante de outros modelos, em razão do intenso enraizamento territorial. O distrito se afirma por meio de uma especialização flexível, um fenômeno que, *mutatis mutandis*, se assemelha às transformações na indústria resultantes das mudanças no paradigma fordista de organização do trabalho. Há nele uma especialização em alguns itens, mas que pode ser posta de lado, desde que haja sinalizações de mercado que sugiram outros interesses e outros investimentos.

Nesse modelo, as relações são sempre mais estreitas e explicitas entre todos os protagonistas da cadeia alimentar em seu conjunto. Os aspectos organizativos se transformam paulatinamente em relações contratuais entre agricultores, processadores e grandes distribuidores. Essas relações contratuais são sugeridas pela presença de agências públicas no território, decorrem de contratos e pactos explicitados e podem resultar de regras não tão explicitadas anteriormente, mas derivadas de rodadas de mesas de negociações (*batute di tavole*). Esses arranjos organizativos tornam o DAI e as empresas nele estabelecidas cada vez mais competitivos diante de empreendimentos

isolados e outros territórios nos quais essa governança não tenha se estabelecido (Fanfani, 2004).

Uma característica do DAI é que tanto a rentabilidade bruta, razão entre a renda operacional sobre o capital total, quanto a rentabilidade líquida, medida pela relação entre a renda líquida e o capital líquido (capital circulante mais a depreciação anual ou o capital despendido no período), aparecem como superiores aos outros territórios nos quais não há aglomeração virtuosa. Essas mensurações comparadas provam a existência do efeito distrito: as empresas reunidas em um território e se relacionando entre si exibem esses indicadores num nível mais elevado do que as empresas isoladas. A provável razão para tal performance é o pacto territorial que contempla um instrumento decisivo, a programação negociada (*programazione negoziata*), na qual a agricultura e a agroindústria desempenham um papel relevante nos contratos de áreas (Fanfani & Henke, 2001).

Os elementos essenciais para que um sistema local de aglomeração agroindustrial possa ter o tratamento de um distrito agroalimentar são: a) produção de bens típicos; b) relações entre a agricultura e a indústria de transformação; c) especialização flexível, entendida como flexibilidade no modo de produzir e capacidade de readaptar a produção de acordo com mudanças repentinas de várias naturezas, como tipologia dos produtos oferecidos; d) capacidade de inovação; e) desenvolvimento de capital humano; f) suporte das instituições; e g) participação no mercado comunitário (União Europeia).

A existência de entes locais, agências públicas e privadas, com capacidade de intervir nos distritos, também exerce, frequentemente, papel de relevo no nascimento do sistema local agroindustrial, seja para oferecer serviços gerais, seja para serviços específicos. Do mesmo modo, esses entes desempenham papel de destaque na concepção do projeto e de programas e políticas voltados para incentivar o desenvolvimento local por meio do DAI.

A distribuição atual do parque agroindustrial no território e a lógica da alocação dos investimentos podem ser uma pista para a definição de distritos agroalimentares. Entretanto, eles se tornaram mais óbvios e mais concretos a partir das iniciativas de zoneamento do território e da definição de áreas homogêneas, definidas com base em indicadores como: i) o PIB per capita; ii) o total de empregados na agricultura por 100 residentes; iii) a incidência da ocupação agrícola; iv) a incidência da ocupação industrial; v) a incidência da ocupação terciária; vi) a média de trabalhadores por unidade produtiva local; vii) o número de trabalhadores na indústria por 100 residentes; viii) o número de trabalhadores no comércio por 100 residentes; e ix) o número de trabalhadores no terciário por 100 residentes (Brasili & Macarinni, 2000).

A conjunção de movimentos como fluxos de investimentos buscando maior rentabilidade, concomitantemente agregando mais externalidades positivas ao território, e a afluência de organizações e instituições delimitando espaços, intervindo e ampliando a sinergia criam uma cascata de efeitos virtuosos. Estes se fazem presentes orientando o sentido das mudanças dessas aglomerações produtivas, que combinam a produção agrícola com a transformação agroindustrial e com serviços de distribuição para o atacado e para o varejo. A presença da cooperação e de competição com cooperação proporciona uma atmosfera tipicamente marshalliana, seja na configuração de um habitat da inovação, seja na coesão de interesses e objetivos no âmbito da aglomeração (Baiardi, 2008). Nessa linha, Giacomini et al. (2014) propuseram que o cooperativismo tivesse uma centralidade no desenvolvimento do sistema agroalimentar da Itália, pelo que pode promover em termos de desenvolvimento territorial.

Distritos agroalimentares italianos da região de Emilia Romagna

A região de Emilia Romagna, no nordeste da Itália (Figura 1), é considerada emblemática na exemplificação da ocorrência desse tipo de aglomeração produtiva. Isso decorre do fato de ela, mais do que em qualquer outra região do país,

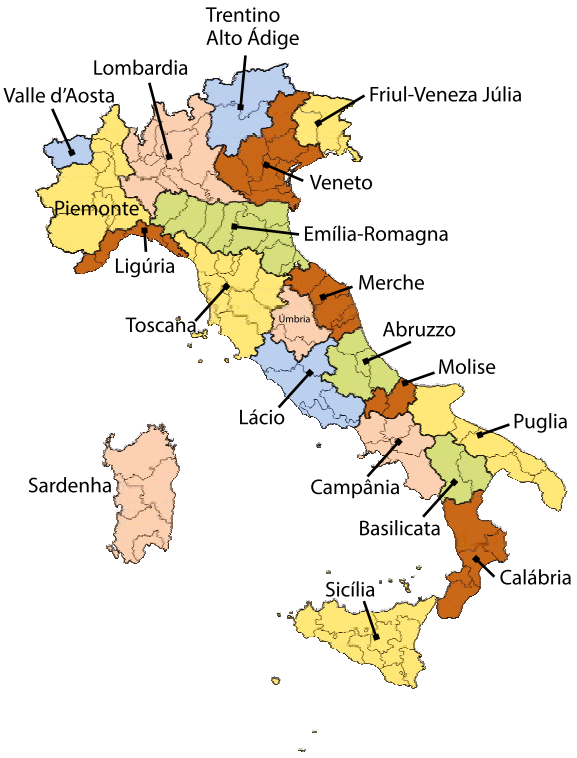


Figura 1. Mapa das regiões italianas.

Fonte: Cartina Online (2023).

possuir traços muito claros do processo verificado, não só na península itálica, mas na Europa e em outros continentes, qual seja, a formação de sistemas agroalimentares locais, que têm peculiaridades em relação aos conceitos de Filliéres, cadeia agroalimentar ou sistema agroindustrial e que se converteram em aglomerações inspiradas nos distritos industriais marshallianos e em genuínos habitats de inovação.

Os aspectos territoriais têm papel de destaque na análise das transformações da agricultura, sobretudo no Pós-Segunda Guerra Mundial, e isso é particularmente relevante na Emília Romagna, onde as transformações territoriais, entre elas o surgimento de distritos industriais (DAI), foram intensas e não encontradas em outras partes da Itália (Brasili & Macarinni, 2000).

A marca dessas aglomerações produtivas é a elevada capacidade de organização no território com vistas a cooperar intensamente em vários campos de interesse dos agentes econômicos e, com isso, criar uma atmosfera marshalliana. As pesquisas de Pyke et al. (1990) e Amin (1993) informam sobre esse processo que se tornou conhecido em todo o mundo por ser um modelo em que as pequenas e médias empresas inseridas nos distritos adquiriam, conjuntamente, capacidade de competir com grandes corporações integrantes de oligopólios. Essa aquisição de competências competitivas constituiu-se em foco de interesses por parte de universidades e organizações da sociedade civil e também em objeto de intervenções públicas, atraindo ações de políticas industriais virtuosas, visando, no entendimento de Morvan (1991), a uma maior eficiência, em acordo com os fundamentos da economia industrial. Esses arranjos demonstraram também uma grande capacidade de conceber e aplicar práticas de marketing que compensavam as desvantagens de escala e permitiam uma divulgação das virtuosidades do território, inspirando-se nos ensinamentos de Kotler (1994) e reapresentados em Neves (2000). Do mesmo modo, demonstraram ser mais aptos a competir nos mercados internacionais, segundo os cânones desse desafio (Jank & Nassar, 2000).

No caso de essas aglomerações estarem acolhendo indústrias integrantes do agronegócio não alimentar, não se constatam diferenças em termos do ambiente e das economias externas. Os fatores decisivos para que os territórios se convertessem em candidatos a distritos agroalimentares foram os elevados indicadores de capacidade produtiva na agricultura. Além disso, a Emilia Romagna possui uma estrutura agrária e social que ajuda a explicar a propensão a cooperar e a maior adaptabilidade dos estabelecimentos agrícolas ao perfil dos integrantes dos distritos agroalimentares.

Segundo Brasili & Macarinni (2000), a comparação intercensitária mostra claramente que o valor agregado por fatores se expande com o tempo, da mesma forma que o peso do setor manufatureiro com relação ao agrícola, que, por sua vez, também se expande, tudo sinalizando para uma maior concentração produtiva industrial nos distritos agroalimentares,

É um quadro diferente daquele descrito por Anania & Fanfani (1983), quando se referem ao Mezzogiorno[4], no qual, ao lado da agricultura profissional, a que visa ao mercado, existe uma agricultura menos eficiente, parte dela para o autoconsumo, com o tamanho dos estabelecimentos variável. Trata-se de diversidade de lógicas produtivas num mesmo espaço geográfico, caracterizando heterogeneidade no território, onde coexistem estabelecimentos com produção voltada para o mercado e estabelecimentos com produção visando à fruição e ao entretenimento, independentemente de serem estabelecimentos familiares ou empresariais.

O tamanho médio da propriedade rural, a predominante gestão familiar, o elevado rendimento físico e econômico e a pluriatividade estão entre as causas que contribuem para a emergência do distrito agroalimentar na Emilia Romagna. Trata-se de uma agricultura ao mesmo tempo profissional e de gestão familiar (Fanfani & Montresor, 2000).

Na região, as intervenções governamentais, feitas pelo governo central e pelos governos regionais, são articuladas. Além disso, as agências regionais têm estado presentes, conferindo às intervenções uma inequívoca marca de racionalidade econômica e gerencial, em todos os setores. Como parte dessas intervenções, praticamente todos os setores da indústria alimentar foram investigados com a abordagem territorial e, para eles, foram concebidas ações e intervenções visando a um fomento que premiava o desempenho. A industrialização e a conservação da carne, a industrialização e a conservação de frutas e hortaliças, a industrialização de óleos e graxas vegetais e animais, de derivados de leite, de derivados de grãos e de derivados do amido, de rações, de outros produtos alimentares e a indústria de bebidas fazem parte desse elenco beneficiado por políticas setoriais (Fanfani & Henke, 2001).

Apreende-se, pelo exposto, que a abordagem territorial, com a qual tem sido examinada a experiência agroalimentar na Emília Romagna, dá centralidade à interação setorial da economia formadora de aglomerações produtivas, como o elemento constitutivo do território, localizando-o num dado contexto de natureza. Essa compreensão concorda com a de Crocco et al. (2006), que define o território resultante de aglomerações produtivas como território localizado, construção socioespacial de uma superfície ativa e aberta, mutuamente influenciada pelas interações localizadas, o que é verificado como processo histórico nessa região da Itália.

Condicionantes do sucesso dos distritos agroalimentares

Em uma análise de distritos agroalimentares, diversos fatores de sucesso desses arranjos produtivos precisam ser considerados, sendo estes os principais: 1) a gestão do território e dos recursos naturais; 2) a cooperação nos distritos agroalimentares; e 3) as políticas implementadas de pesquisa e desenvolvimento (P&D), no âmbito das políticas mais amplas de ciência e tecnologia (C&T).

A gestão do território e dos recursos naturais

Entre os condicionantes de sucesso dos distritos agroalimentares, destaca-se o fato de os aspectos territoriais terem assumido um relevo maior na transformação da agricultura depois da Segunda Guerra Mundial. A identificação e o zoneamento das áreas agrícolas na Itália avançaram como tema de investigação, superando a interpretação dualística de um norte vocacionado para a indústria e um sul para a agricultura.

Segundo Iacoponi (1990), a análise territorial da agricultura passou a dar peso (e a incorporá-lo como objeto de pesquisa) ao processo de concentração e especialização produtiva, de

[4] O termo Mezzogiorno (literalmente meio-dia em italiano) indica, para fins sociais, econômicos e políticos, o sul da Itália e a Itália insular. Historicamente, o Mezzogiorno compreende o território do antigo Reino das Duas Sicílias (regiões de Abruzzo, Molise, Puglia, Campânia, Basilicata, Calábria, Sicília) mais uma parte do Lácio.

integração agricultura-indústria e à concepção de distrito agroalimentar. Vários estudos realizados na Itália destacaram a importância de se promover um zoneamento agrícola, levando em conta, além dos parâmetros e variáveis mais gerais da agricultura, outros de população e infraestrutura, por exemplo. A redação do Atlante Nazionale del Territorio Rurale, um mapa multitemático que instrui sobre as peculiaridades do território, deu uma contribuição ao esforço de zoneamento e de aprofundamento, já que desagregou as informações ao nível municipal, facilitando a coordenação para efeito de intervenção. É importante salientar que a intervenção de caráter territorial não se confunde com a intervenção como "polo", situação em que concentração e especialização produtiva determinam a ocupação locacional do espaço geográfico, territorializa o capital, mas não necessariamente capitaliza o território, mesmo quando o território decorre de ação político-administrativa (Boccafogli et al., 1997).

A renovação metodológica e o maior interesse pela análise territorial decorrem também da influência da União Europeia, cuja primeira preocupação foi identificar as zonas sem vantagens comparativas, como montanhosas, paludes e rochosas, que passaram a merecer outros tipos de intervenção e financiamento, para que se vocacionassem para outras atividades, como reservas e áreas de caça esportiva. Outra preocupação comunitária na definição de áreas vocacionadas para a agricultura foi a ambiental, sobretudo a proteção de aquíferos e de encostas. Nesse sentido, pode-se dizer que houve convergência nacional e internacional comunitárias, associada com financiamento e definição de papéis para todos os espaços, independentemente de terem tradição agrícola.

A influência da União Europeia na adoção do modelo de DAI vai além da Itália, pois a Romênia, depois de passar a integrar esse bloco de nações, assinou acordos de cooperação que levaram à implantação de distritos agroalimentares semelhantes em amplas áreas das planícies sulinas (Baiardi, 2016).

Na tarefa de zoneamento, foram levados em conta os dados gerados pelas comunas e a opinião das populações. Metodologias mais avançadas de *cluster* estatístico foram também utilizadas. A premissa de zoneamento leva em consideração uma exigência comunitária de promover o desenvolvimento, reduzir as desigualdades e estabelecer um clima de coesão. Os indicadores dos fatores de vantagem e desvantagem levados em conta foram os seguintes: 1) intensidade da produção agrícola; 2) rentabilidade do trabalho; 3) aptidão com base nos recursos naturais; 4) dados demográficos; 5) indicadores de infraestrutura; e 6) indicadores mais gerais de condições de vida.

Com base nos indicadores, fez-se um zoneamento do qual se excluía a área urbana e turística, bem como a industrial. O zoneamento permitiu, no limite, verificar a diversidade na semelhança ambiental e econômico-estrutural.

O papel da cooperação nos distritos agroalimentares

Levantamentos e pesquisas sistemáticas sugerem que a cooperação tem crescido de modo sustentado no setor agroindustrial, sobretudo no ramo agroalimentar, superando antigos problemas de descapitalização e de má gestão. Essa constatação vale, sobretudo, para a Emilia Romagna, considerada, juntamente com a Toscana, segundo Stefanini (2008), as regiões com os mais fortes laços do movimento cooperativo com o território e nas quais se consolidou uma cultura de cooperação, que vai além da organização formal (Legacoop Bologna, 2015).

Nessas regiões, de longa tradição quanto à ajuda mútua e consideradas na Itália como as que exibem maior dotação de capital social, o cooperativismo tem sobrevivido e se expandido, embora enfrente, frequentemente, na perspectiva da acumulação continuada de capital, problemas de subcapitalização. Esse fato tem, em muitos casos, alimentado o discurso da inviabilidade econômica do cooperativismo, contemporaneamente, e isso se explica porque, nessa visão, prevalece, em nível dos avaliadores econômicos e das agências de de-

senvolvimento, o raciocínio simplificado de que a viabilidade econômica das cooperativas deve ser medida pela eficiência estática ou pela que resulta da abordagem neoclássica tradicional. Tal concepção é fortalecida pelo paradigma da racionalidade instrumental, da *rational choice*. Entretanto, tanto o pragmatismo microeconômico neoclássico quanto o reducionismo racionalista abstraem outros elementos que devem entrar na análise da viabilidade do movimento cooperativo, como também ignoram a motivação intrínseca dos agentes de permanecerem nas cooperativas e se empenharem em obter resultados satisfatórios que garantam um processo de crescimento sustentável, como salientam Zamagni & Zamagni (2008). A Tabela 2 mostra uma ideia do peso das cooperativas no sistema agroindustrial italiano.

Tabela 2. Cooperativismo agroindustrial na Itália – número de associados, faturamento e número de empregados em 2007, 2011, 2016 e 2020.

Ano	Número de sócios	Faturamento (€ milhão)	Número de empregados
2007	731.564	32.127,30	89.424
2011	863.323	34.001,00	93.194
2016	742. 078	34. 969,00	91.584
2020	740. 000	35.600,00	135.000

Fonte: Fanfani (2009), Osservatorio della Cooperazione Agricola Italiana (2017), Regione del Veneto (2020) e Itália (2022).

No período considerado, apesar de uma oscilação do número de sócios, o número de trabalhadores não sócios vem se elevando, e o faturamento também. Segundo Fanfani (2009) e dados da Alleanze delle Cooperative Italiana (2022), a participação do faturamento do sistema agroalimentar cooperativo, no total do faturamento agroindustrial italiano, varia de 15% a 25%. O primeiro caso, em torno de 15%, é quando se contempla um agregado formado por agricultura, indústria de processamento da produção vegetal e animal, produção de meios técnicos, insumos e equipamentos, logística de distribuição e varejo, alcançando o faturamento total de aproximadamente € 220.000 milhões. O segundo caso (25%) ocorre quando se retira do agregado a indústria de insumos e equipamentos e a logística de distribuição, perfazendo um faturamento total de cerca de € 140.000 milhões. As fontes consideram tal participação como razoável. O último relatório do Osservatorio della Cooperazione Agricola Italiana (2017) informa que esse peso é de cerca de 23% de toda a renda gerada pelo setor agrícola na Itália, excluindo do agregado a indústria de insumos e equipamentos e a logística de distribuição (Tullio, 2011).

Encontram-se na esfera da cooperação, mas como uma estrutura à parte, não formalizada, os consórcios, que são associações de produtores familiares, de empresas e mistos, com características próprias que os distinguem das cooperativas, sobretudo quanto à não obrigação de "mutualidade prevalente", requerida das cooperativas regulares. O ramo da produção de meios técnicos, fatores de produção, tem na Emilia Romagna uma presença expressiva de consórcios. O valor total da produção de fatores ou meios técnicos alcançou na região € 18.770 milhões em 2007, e a participação dos consórcios no total chegou a € 3.000 milhões, cerca de 16%. Esses números evidenciam que a cooperação, formal (cooperativa) ou informal (consórcio), cumpre um papel relevante na criação e na gestão integrada dos distritos agroalimentares (Fanfani, 2009).

A P&D

Ao lado da qualidade da gestão do território, decorrente de condutas racionais que envolvem o respeito à natureza, o respeito aos pactos decorrentes das negociações, a criação de instituições adequadas e a elevada propensão a cooperar no interior dos distritos agroalimentares italianos, despontam também como fator de sucesso desses arranjos produtivos as políticas de pesquisa e desenvolvimento, que se inserem nas políticas mais amplas de ciência e tecnologia. A Plataforma Tecnológica e o programa Made in Italy são exemplos bem-sucedidos dessas políticas setoriais e surgem como respostas à intensa concorrência da indústria italiana de alimentos depois do ingresso da Itália na Zona do Euro.

Esse fato, bem como todos os ajustes financeiros e as políticas macroeconômicas que deles resultaram, encerrou a possibilidade de competição da economia italiana pela via da desvalorização cambial. A Plataforma Tecnológica e o programa Made in Italy deram uma ênfase extraordinária a programas e projetos de P&D. Estes se concentraram nas atividades de difusão de novas tecnologias digitais por todo o tecido produtivo e na formação de recursos humanos para atuar na geração de inovações e na formação de uma rede de empresas para explorar a plena função de P&D, design e comercialização. Com a criação do Fundo para a Competitividade e do Fundo para as Finanças Empresariais, foi resolvida a equação financeira desse esforço, em termos de política de ciência e tecnologia.

O enfoque dessas intervenções engloba as empresas, os entes de pesquisa, as universidades e o poder local. O envolvimento da União Europeia é também expressivo por meio dos programas de fomento à P&D e por meio de uma plataforma específica, a Food for Life, que contempla como linhas de pesquisa a serem apoiadas: Alimentos e saúde; Segurança alimentar; Qualidade alimentar e industrial; Produção alimentar sustentável; Alimentos e consumidores; Gestão da cadeia alimentar e Comunicação e transferência de tecnologia.

Segundo dados da Alleanze delle Cooperative Italiana (2022), o setor agroalimentar na Europa tem um investimento em P&D de menos de 2% em relação ao PIB setorial, inferior ao dos EUA (2,5%) e ao do Japão (3%). No caso da Itália, cuja estrutura industrial nesse setor é menos concentrada e com presença de numerosas pequenas e médias empresas, o dispêndio com P&D, historicamente, tem se concentrado mais em inovações de processo do que de produto. Diante desse fato, a Plataforma Tecnológica, o programa Made in Italy, o Fundo para a Competitividade e o Fundo para as Finanças Empresariais, juntamente com os programas da União Europeia, deram início a intervenções que já sinalizam resultados em termos de competitividade e de difusão de inovações de processo e de produtos (Cianfanelli et al., 2020). A diversidade de bens finais de consumo alimentar encontrada nas gôndolas dos supermercados, não só da Itália, mas em todos os países que com ela comercializam, é uma evidência de que a política de P&D voltada para os distritos agroalimentares já produz resultados.

Esses resultados fazem com que na Zona do Euro tenha ocorrido, nos últimos anos, uma penetração expressiva dos produtos da indústria alimentar italiana. Duas décadas atrás, isso era impensável, e os produtos da indústria alimentar italiana eram uma raridade nos países nórdicos. Hoje, eles não só estão presentes, mas ocupam um espaço maior nas gôndolas dos supermercados do que os produtos de qualquer outro país exportador de alimentos industrializados (Alleanze delle Cooperative Italiana, 2022).

Vicissitudes na adaptação do modelo de distritos agroalimentares italianos ao Brasil

Quando se sugerir que o modelo de distritos agroalimentares italianos, os DAIs, possa aduzir subsídios para as políticas de desenvolvimento rural e territorial no Brasil, não se está defendendo uma transposição mecânica dele, sem mediações. É preciso verificar sua maior ou menor adaptabilidade às macrorregiões brasileiras, pois na própria Itália ele se revelou mais dinâmico na Emilia Romagna do que em outras regiões. Uma hipótese para isso é que essa região do nordeste italiano reúne maiores indicadores de propensão a cooperar e maior dotação de capital social, conforme afirmam Brasili & Macarinni (2000) e Fanfani (2009).

A heterogeneidade do Brasil rural, à exaustão demonstrada em estudos recentes de Vieira Filho & Gasques (2020) e Barros & Navarro (2022), sugere que o modelo de DAI tem aplicabilidade seletiva no amplo território nacional, sendo mais bem adaptado a determinadas regiões. Nas diferenças regionais quanto à atratividade de investimentos para sua implantação, desenpenham papel relevante os recursos naturais, a infraestrutura e fatores como cultura e tradição. Alguns

territórios exibem, mais do que outros, agentes econômicos com maior dotação de capital social, mais propensos a cooperar e a assumir riscos, entre eles protagonismos em empreendimentos cooperativos e de identificação geográfica.

A concepção dos DAIs, como mostra as experiências italiana e romena, vai além da integração vertical agricultura-indústria. Isso, porque nessas aglomerações produtivas os agentes não se dividem, necessariamente, em produtores de matérias-primas, de um lado, e processadores, do outro, sendo desejável que tenham como meta a inserção crescente na cadeia produtiva, em mais de um estágio: produtor agrícola, beneficiador na etapa de pós-colheita e processador de alimentos em amplo espectro, que vai de produtos frescos aos industrializados com longa vida em prateleiras.

As experiências italiana e romena mostram também que nessas aglomerações produtivas o tamanho médio da área por produtor está abaixo de 50 hectares e que não são de monocultoras, o que sinaliza, no caso brasileiro, que elas não se adaptariam ao modelo as plantations de cana de açúcar, de essências florestais, de café, de laranja e de cereais, por exemplo. Da mesma forma, estariam excluídos os produtores familiares que se articulam às agroindústrias como meros fornecedores, casos da produção e abate de aves e do processamento de frutas e de fibras, por exemplo. (Brasili & Macarinni, 2000; Fanfani, 2009; Baiardi, 2016).

Então, quais seriam as áreas com potencial para territorializações a partir de institucionalizações e reinstitucionalizações nas quais os agentes cooperem e compitam na perspectiva de um pacto nos quais todos ganhem com a diferenciação da qualidade dos alimentos. Pesquisas empíricas sobre a tipologia e a inserção da agricultura familiar no agronegócio e sobre protagonismos de produtores rurais em termos de capacidade de gestão, de inovação, de cooperação e de sustentabilidade indicariam que o modelo de DAI teria mais viabilidade nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sobretudo nas zonas de colonização não ibérica, como as serras e planaltos gaúchos, catarinenses e capixabas, além de outros territórios no Cerrado que concentraram agentes com perfil de pioneiros e com propensão a cooperar, investir e inovar. Mesmo no Nordeste, região mais marcada pelas sociedades patriarcais e patrimoniais, existiriam ilhas apropriadas para os DAIs, em virtude da concentração de agentes com o perfil acima, a exemplo da Chapada Diamantina e do Oeste, ambos na Bahia, e do Polo Juazeiro-Petrolina, entre Bahia e Pernambuco. (Baiardi, 1999, 2022).

Também poderiam integrar esse rol de áreas, partes do Litoral Sul da Bahia nas quais os produtores de amêndoas de cacau deixaram de ser fornecedores do oligopólio de esmagamento que produz derivados, como manteiga, torta e liquor, para se tornarem produtores de chocolates finos mediante os processos *bean to bar* e *tree to bar*. Segundo Baiardi (2009), trata-se de uma metamorfose explicada por subjetividades socializadas, pela expressão de um habitus, no conceito de Bourdieu (2000), quando os atores socioeconômicos, no caso os produtores de amêndoa, interagem difundindo conhecimento e fortalecendo a indicação geográfica do Cacau Sul da Bahia

Considerações finais

Nas últimas décadas, ocorreram grandes transformações na indústria italiana de alimentos, decorrentes de mudanças estruturais. De um lado, houve a criação de grandes corporações mediante fluxos de capital estrangeiro que investiam em novos negócios, fundiam-se com empresas em atividade ou simplesmente assumiam o controle acionário mediante aquisição de ativos. De outro, surgiram concentrações produtivas no nível local, marcadas pela diferenciação tecnológica e pela especialização, predominando nesse agrupamento pequenas e médias empresas que promoviam no território um ambiente muito peculiar que favorecia a cooperação e o surgimento de novas institucionalidades.

Esses aglomerados produtivos deram ensejo a um típico sistema agroindustrial que ficou conhecido como distrito agroalimentar italiano (DAI). Uma vez percebido, esse fenômeno induziu

a concepção e implantação de políticas públicas específicas de investimentos em infraestrutura, financiamento produtivo e P&D no nível local. Com a formalização dos distritos agroalimentares, o interesse por estudá-los cresceu, levando à descoberta de uma vantagem competitiva que passou a ser denominada de "efeito distrito", que nada mais é do que um maior ganho comparativo por integração, maior eficiência das empresas dos distritos quando comparadas com as que permanecem isoladas e distantes umas das outras.

Inúmeros indicadores de produtividade do trabalho, como de retornos dos investimentos, confirmaram que o ambiente proporcionado pelos distritos, uma "atmosfera de natureza marshalliana", cria um diferencial, em parte derivado de uma governança eficiente e, em parte, resultante de crescentes propensões a confiar e a cooperar que fomentam novas institucionalidades. Essas mensurações comparadas comprovaram a existência do "efeito distrito": as empresas reunidas naquele território, e se relacionando entre si de forma virtuosa, exibem indicadores de eficiência microeconômica em um nível mais elevado do que as empresas isoladas. Para os pesquisadores dos distritos agroalimentares, a provável razão para tal performance seria o "pacto territorial" que contempla um instrumento decisivo de cooperação e integração horizontal e vertical em aglomerações produtivas, a *programazione negoziata*, programação negociada, uma forma superior, mais elevada, de relacionamento setorial e intrassetorial, que começa a fazer parte do interesse da nova economia institucional.

Os conceitos de CSA, de Filière e de SAG consistem em avanços teóricos em termos da abordagem sistêmica, quando há simetria nas relações entre os subsistemas que convergem para o objetivo comum de transformar uma commodity em produto para consumo final: uma eficácia empresarial. Há que se considerar, entretanto, quando se pretende a formulação de política pública, não ser mecânica a transposição do âmbito privado empresarial para o âmbito público, isso porque relações sociais de produção, assimétricas, integram todos os três sistemas, entre agentes na escala imediata do próprio SAG, CSA ou Filière, na escala nacional, na escala regional e interescalas. Distingue-se, desse modo, o planejamento estratégico empresarial que tende a suprimir os conflitos no sistema do planejamento governamental de políticas públicas, que deve equacionar os conflitos sistêmicos com equidade. Tal compreensão é potencializada pela abordagem territorial em que se reconhecem relações de poder entre as múltiplas dimensões da realidade como instituintes do território.

Tendo em vista o alcance do objetivo deste texto, que buscou repensar as políticas públicas em relação às aglomerações produtivas e às formas de organizações das empresas no território, chega-se à necessidade de repensar também o planejamento, já que o propósito do planejador não se confunde necessariamente com o pacto territorial, posto que o planejador é apenas um dos agentes constitutivos do potencial "efeito distrito".

Os pactos territoriais contidos no "efeito distrito" são, por suposto, enraizados no território, dificultando sua replicação universal como modelo técnico de aglomeração e de organização do agronegócio. Tal efeito expressa uma territorialidade socialmente construída ao longo de extensa história, como a italiana, tudo simbolizado pelos exemplos dos DAIs. O pacto territorial com um "efeito distrito" nem sempre converge para aglomerações produtivas influenciadas por lobbies dos oligopólios de indústrias que vendem para a agricultura e compram dela. No contexto italiano aqui examinado, o agronegócio, como parte dos negócios derivados da agricultura, é conduzido quase que totalmente por agricultores familiares cuja coesão é determinante do efeito territorial virtuoso, denominado "efeito distrito", e o território, nesse sentido, é a complexificação de todas as relações econômicas, sociais e políticas do espaço geográfico.

Os distritos agroalimentares italianos carregam fortes conteúdos para o repensar de políticas públicas, considerando a multiterritorialidade brasileira, marcada por concentração fundiária, assimetria de condições educacionais, de saúde

e de inserção produtiva e desigualdades sociais, condições que dificultam a abordagem territorial.

Há ainda que se considerar, dada a multiterritorialidade brasileira, o fato que o ideário para o desenvolvimento da agropecuária pela modernização do campo, vigente desde meados do século 20, não foi inclusivo em relação a todos os agentes localizados no meio rural. O agronegócio hegemônico no Brasil, malgrado os benefícios gerados para o País, não é a única opção para a dinâmica socioespacial brasileira, razão pela qual o "efeito distrito" emerge como ideia-força. Contudo, que fique absolutamente claro para o caso brasileiro a necessidade de conceber normas de convivência entre os agentes, as quais reforcem o pacto territorial, a coexistência da cooperação com a competição e a compliance, para que, então, possam emergir o "efeito distrito" e a *programazione negoziata*, instrumento comprovadamente decisivo para a elevada performance das aglomerações produtivas da inspiradora região italiana analisada neste ensaio.

Referências

ALLEANZE DELLE COOPERATIVE ITALIANA. **Uffici Studi Alleanza Cooperative Italiane**. Disponível em: <http://www.alleanzacooperative.it>. Acesso em: 2 jun. 2022.

AMIN, A. Distretti industriali in un contesto globale che cambia: Santa Croce sull'Arno. In: LEONARDI, R.; NANETTI, R.Y. (Org.). **Lo sviluppo regionale nell'economia europea integrale**. Venezia: Marsilio, 1993. p.213-229.

ANANIA, G.; FANFANI, R. **Trasformazione dell'agricoltura e intervento pubblico nel mezzogiorno**. Cosenza: Marra, 1983.

BAIARDI, A. Agricultura familiar na Romênia: tradição, coletivização, autonomia e modernidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2016, Maceió. **Anais**. Brasília: Sober, 2016. p.1045-1066.

BAIARDI, A. Competição e competição/cooperação. **O&S. Organizações & Sociedade**, v.15, p.47-60, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S1984-92302008000200003.

BAIARDI, A. Formas de Agricultura Familiar, à luz dos imperativos de desenvolvimento sustentável e inserção no mercado Internacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz de Iguaçu. **Anais**. Brasília: Sober, 1999. p.285-297.

BAIARDI, A. O Brasil agrícola e rural contemporâneos: a cultura fazendo a diferença. In: BARROS, G.S.A. de C.; NAVARRO, Z. (Org.). **O Brasil rural contemporâneo**: interpretações. São Paulo: Baraúna, 2022. p.85-121.

BAIARDI, A. The Cocoa Producers "Habitus" in Bahia and its Change with the Late Crisis. In: WORLD ECONOMIC HISTORY CONGRESS, 15., 2009, Utrecht. **Annais**. Utrecht: International Economic History Association, 2009. v.2, p.183-200.

BARRA, G.M.J.; LADEIRA, M.B. Teorias institucionais aplicadas aos estudos de sistemas agroindustriais no contexto do agronegócio café: uma análise conceitual. **REGE - Revista de Gestão**, v.23, p.159-171, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rege.2015.12.005.

BARROS, G.S.A. de C.; NAVARRO, Z. **O Brasil rural contemporâneo**: interpretações. São Paulo: Baraúna, 2022.

BATALHA, M.O.; SILVA, A.L. da. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: BATALHA, M.O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2001. p.24-48.

BOCCAFOGLI, F.; BRASILI, C.; FANFANI, R. **L' articolazione territoriale dello sviluppo agricolo in Emilia Romagna**. Bologna: Universitá di Bologna, 1997. DOI: https://doi.org/10.6092/unibo/amsacta/2183.

BOURDIEU, P. **Las estructuras sociales de la economía**. Barcelona: Editorial Anagrama, 2000.

BRASILI, C.; MACARINNI, E.R. **I distretti agroindustriali**: un'analisi economica strutturale e dell'eficienza delle'imprese alimentari. Bologna: Università degli Studi di Bologna, 2000. Disponível em: <https://amsacta.unibo.it/2250/1/DistrettiAgroindustriali_2000.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2022.

CARTINA ONLINE. **Mappa regioni Italia**. Disponível em: <https://cartinaonline.it/cartina-politica-italia-mappa-italia-politica>. Acesso em: 13 maio 2023.

CIANFANELLI, E.; GIORGI, D.; TUFARELLI, M.; MAKKI, F.; DE GENNARO, M.; SORECA, M.G. Le Italie del saper fare: Verso una nuova geografia relazionale del Made in Italy. **Md Journal**, v.9, 2020, p.126-135.

CROCCO, M.A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M.B.; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**, v.16, p.211-241, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-63512006000200001.

DAVIS, J.H.; GOLDBERG, R.A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.

DE ROSA, M. **Modelli locali di svilupo e sistema agroalimentare**. Napoli: Liguori Editore, 1997.

FANFANI, R. **Il sistema agroalimentare in Italia**: i grandi cambiamenti e le tendenze recenti. Milano: Eedagricola, 2009.

FANFANI, R. **L'agricolotura in Italia**. Bologna: Il Mulino, 2004.

FANFANI, R.; HENKE, R. **La specializzazine territoriale dell'industria alimentare**. Napoli: Scientifiche Italiane, 2001.

FANFANI, R.; MONTRESOR, E. **L'strutura sociale della'agricultora italiana verso il 2000**. Milano: Franco Angeli, 2000.

FARINA, E.M.M.Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. **Gestão e Produção**, v.6, p.147-161, 1999. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-530X1999000300002.

GIACOMINI, C.; DELL'AQUILA, C.; PERITO, M. **La cooperazione**: una nuova centralità nello sviluppo del sistema agroalimentare italiano. Roma: Inea, 2014. Disponível em: <https://www.camera.it/temiap/2014/11/10/OCD177-585.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

GOLDBERG, R.A. **Agribusiness coordination**: a systems approach to the wheat, soybean and Florida orange economies. Boston: Harvard University, 1968.

IACOPONI, L. Distretto industriale marshalliano e forma di organizzazione delle imprese in agricoltura. **Rivista di Economia Agraria**, v.4, p.711-743, 1990.

ITÁLIA. Ministero Delle Imprese e del Made in Italy. **Direzione Generale per la Vigilanza Sugli Enti Cooperativi e Sulle Societa**. 2022. Disponível em: <https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Descrizione_del_Mondo_cooperativo_Italiano_-_Novembre_2022.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

JANK, M.S.; NASSAR, A.M. Competitividade e globalização. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p.138-163.

KOTLER, P. **Administração de marketing**: análise, planejamento, implementação e controle. São Paulo: Atlas, 1994.

LEGACOOP BOLOGNA. **Centro Italiano di Documentazione Sulla Cooperazione e L'economia Sociale**. 2015. Disponível em: <https://www.legacoop.bologna.it/associazione/storia/subpage-di-storia>. Acesso em: 3 maio 2022.

MORIN, E.; LISBOA, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2007.

MORVAN, Y. **Fondements d'Economie Industrielle**. Paris: Economica, 1991.

NEVES, M.F. Marketing no agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p.109-136.

OMOTE, H.S.G. **Coordenação de sistemas agroindustriais**: uma análise crítica à cadeia produtiva da carne bovina. Marília: Instituto Superior de Tecnologia, Fundação Eurípides Soares da Rocha, 2009.

OSSERVATORIO DELLA COOPERAZIONE AGRICOLA ITALIANA. **Rapporto 2017**. 2017. Disponível em: <https://areastudi.legacoop.coop/wp-content/uploads/2017/12/Osservatorio-cooperazione_dicembre-2017.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

PYKE, F.; BECATTINI, G.; SENGENBERGER, W. **Industrial districts and inter-firm co-operation in Italy**. Geneva: International Institute for Labour Studies, 1990.

REGIONE DEL VENETO. Portal de la Regione del Veneto. **Agricoltura e foreste**. 2020. Disponível em: <https://www.regione.veneto.it/web/agricoltura-e-foreste/schede-informative>. Acesso em: 12 mar. 2022.

STEFANINI, P. **Le sfide della cooperazione**. Roma: Donzelli, 2008.

TULLIO, E. **La cooperazione agroalimentare associata in Italia**: dimensioni, caratteristiche e comportamenti, con focalizzazione sull'impresa cooperativa orientata all'export. Bologna, 2011. Disponível em: <http://amsdottorato.unibo.it/4029/1/DiTullio_Ersilia_tesi.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

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

ZAMAGNI, S.; ZAMAGNI, V. **La cooperazione**: tra mercato e democrazia econômica. Bologna: Il Mulino, 2008.

ZYLBERSZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M.F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p.1-20.

ZYLBERSZTAJN, D. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness**: uma aplicação da nova economia das instituições. 1995. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

Ponto de Vista

Agronegócio brasileiro
50 anos de sucesso

Décio Luiz Gazzoni[1]

Na década de 1960, o Brasil padecia de um crônico déficit na balança comercial, especialmente por causa da necessidade de importação de alimentos e petróleo. Dependíamos de diversos produtos do exterior, sendo o trigo o grande ícone, pela sua importância transversal na alimentação do brasileiro. Era necessário reverter, estruturalmente, essa condição. Os dois choques de preços do petróleo precipitaram decisões políticas. Em apenas cinco meses, de outubro de 1973 a março de 1974, o preço do petróleo subiu 400%, desestabilizando a economia em todo o mundo (Estados Unidos, 2023b; Vendruscolo et al., 2023), com o Brasil sendo fortemente afetado. Isso foi uma das causas do fim do ciclo das altas taxas de crescimento de nossa economia, o "milagre econômico".

No início da década de 1970, diversas ações foram tomadas pelo governo brasileiro, com incentivos à produção interna de alimentos, destacando-se linhas de crédito subsidiadas e a criação do dueto Embrapa (pesquisa e desenvolvimento) e Embrater (assistência técnica e extensão rural). A Embrapa perpetuou-se e é uma das alavancas do sucesso do agronegócio brasileiro, enquanto a Embrater foi extinta no início da década de 1990.

Soja, o eixo do sucesso

Embora o agronegócio brasileiro como um todo tenha crescido ao longo das últimas cinco décadas, a cultura da soja é considerada o grande eixo propulsor[2].

Introduzida no Brasil pela Bahia, em 1882, por Gustavo D'Utra, a soja não se adaptou à condição prevalente no Recôncavo Baiano (Leal, 1967; Gazzoni & Dall'Agnol, 2018). Foi no Rio Grande do Sul, na primeira metade do século 20, que a soja começou sua expansão, inicialmente de forma lenta, pela dependência total de tecnologia de cultivo norte-americana, em especial as cultivares. Durante anos, a cultura ficou restrita ao noroeste gaúcho, por causa das limitações tecnológicas, de mercado e de hábitos alimentares. (Silva, 2013; Gazzoni & Dall'Agnol, 2018).

A crise de oferta de farinha de peixe, base da produção de rações para a criação de animais, no fim da década de 1960, desencadeou a busca por novas fontes proteicas, de baixo custo, alta qualidade e oferta estável. A primeira resposta veio dos Estados Unidos, que iniciou a expansão da cultura, em áreas do Meio Oeste, onde já era tradicional o cultivo do milho. No Brasil, a expansão se iniciou pelas terras do planalto rio-grandense, sendo a oleaginosa levada para outros estados pelos migrantes gaúchos, que se aventuravam em outras localidades brasileiras, por causa da forte minifundização das propriedades agrícolas do estado.

Mas a soja, originalmente, é adaptada a altas latitudes, sendo seu centro de origem o nordeste da China, a 54º de latitude norte – portanto, o material genético existente era adaptado ao cultivo em altas latitudes (Gazzoni, 1994; Sedivy et al., 2017). Além disso, as cultivares utilizadas à época eram muito sensíveis ao comprimento do dia. Semeada no Brasil, abaixo dos 28º de latitude do

[1] Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Embrapa. E-mail: decio@gazzoni.eng.br

[2] Para os interessados em conhecer a trajetória da oleaginosa, no Brasil e no mundo, recomenda-se a leitura da obra "A saga da soja: de 1050 a.C a 2050 d.C", disponível em: <https://bit.ly/3qOGpJr>.

norte do Rio Grande do Sul, a soja crescia pouco, e sua produtividade era baixa. Foi necessária uma quebra de paradigma tecnológico – a descoberta do controle genético do período juvenil longo – para permitir a criação de cultivares adaptadas às regiões subtropicais e tropicais do Centro e do Nordeste do País.

Resolvido esse problema, havia outro: as terras do Cerrado brasileiro, apesar de topograficamente adequadas e situadas em região de clima estável e favorável para o cultivo da soja, eram ácidas e inférteis. Novamente os cientistas foram chamados para solucionar o problema, o que permitiu a enorme expansão da soja nessas regiões. Ironicamente, 100 anos depois da introdução pioneira da soja próximo a Salvador, os cerrados do oeste da Bahia tornaram-se um dos maiores polos produtivos, inicialmente de soja, cujo sucesso propiciou condições para outros cultivos e criações.

Soja no mundo e no Brasil

Nos últimos 63 anos, a produção mundial de soja subiu de 27 milhões de toneladas (Mt) para 410 Mt, e as perspectivas são de expansão continuada, ao menos nas próximas três décadas. Esse crescimento produtivo de 15 vezes contrasta com o aumento da colheita de milho (seis vezes), do trigo (quatro vezes) e do arroz (três vezes). A grande propulsão da soja, em especial no período mais recente, foi conferida pelo crescimento da colheita brasileira, que subiu 60.000%, desde 1960. Nos últimos dez anos, o Brasil duplicou sua produção de soja; no mundo, o crescimento foi de 48%, e no conjunto dos demais países a produção subiu 27% (Figura 1). (Conab, 2023a; Estados Unidos, 2023a; FAO, 2023).

A expansão para novas áreas foi fundamental, cujo crescimento, de 58%, nos últimos dez

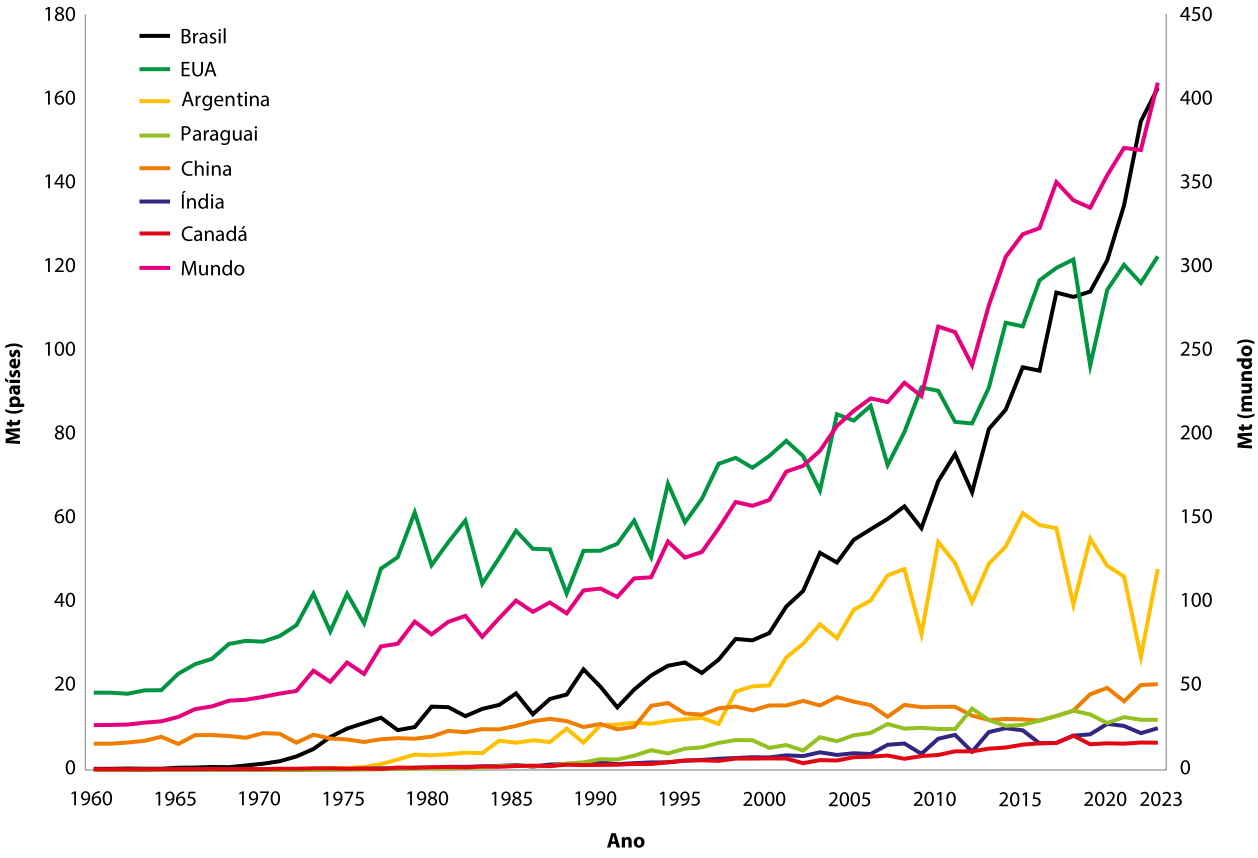


Figura 1. Produção de soja no mundo e nos principais países produtores.

Fonte: Conab (2023a), Estados Unidos (2023a) e FAO (2023).

anos ocorreu quase que integralmente nos cerrados – houve alguma expansão no Pampa Gaúcho. Mas é importante ressaltar que, desde 1960, a produtividade da soja brasileira cresceu 230%, tendo sido de 27% nos últimos dez anos. (Conab, 2023; FAO, 2023). Com o incentivo do governo e as imposições de mercado, a expansão da soja avança sobre áreas de pastagens, degradadas ou não, sendo cada vez menor a participação de novas áreas não anteriormente antropizadas (Gazzoni & Dall'Agnol, 2018; Ferrarini, 2021; Brasil, 2023). A expansão do sistema de duas a três safras também permite que a produção, não apenas da soja, mas de outros grãos – principalmente milho, algodão e feijão –, aumente e com avanço cada vez menor sobre novas áreas.

Tecnologias fundamentais

Agricultores de primeira linha, solos de topografia adequada, clima favorável e tecnologia têm sido os pilares do sucesso da soja. Os sistemas de produção de soja incorporam novos avanços tecnológicos a todo o instante, mantendo-se no estado da arte do conhecimento, e muitas tecnologias foram fundamentais para o sucesso da cultura.

Plantio direto – A maioria da soja brasileira é cultivada em áreas sujeitas à erosão, razão pela qual o sistema de plantio direto tem sido primordial. Trata-se de uma ferramenta importante para o manejo do solo e para a conservação da água, essencial para suportar os eventuais períodos de estiagem durante a estação. Cerca de 80% da área de soja adota o plantio direto (Federação Brasileira do Sistema de Plantio Direto, 2023), mas o valor ultrapassa os 95% entre os produtores mais tecnificados (Cesb, 2023a).

Fixação biológica de nitrogênio – Os agricultores brasileiros não usam fertilizantes nitrogenados na cultura da soja, substituindo-os pela inoculação das sementes com bactérias fixadoras do nutriente. Com isso, evitaram o uso de 11 milhões de toneladas de fertilizantes nitrogenados e emissões de 250 Mt de CO_2 equivalente a cada ano. (Hungria & Nogueira, 2022; Telles et al., 2023).

Nutrição vegetal – Acidez e baixa fertilidade são características comuns da maioria dos solos nos quais a soja é cultivada. Os cientistas brasileiros desenvolveram protocolos apropriados de amostragem de solo e fórmulas de recomendação adequada de correção da acidez e da fertilidade (Bernardi et al., 2003; Sousa & Lobato, 2004).

Manejo do solo – Técnicas de manejo e melhoria do solo têm sido essenciais para que o perfil seja profundo, bem estruturado, com maior teor de matéria orgânica, aerado, sem compactação subsuperficial e com capacidade de penetração e acúmulo de água. O uso de plantas melhoradoras de solo é responsável por parcela substancial da melhoria dos perfis.

Novas cultivares – A soja não teria rompido a barreira da região Sul sem a criação de cultivares adaptadas às regiões tropical e subtropical. Outras características também têm sido fundamentais, particularmente a resistência ou tolerância a diversas pragas, como insetos, bactérias, fungos, vírus e nematoides.

Manejo de pragas – O Brasil está situado na faixa tropical e subtropical do planeta e, por isso, as condições são mais propicias ao estabelecimento de pragas, por causa do clima e da presença de alimento e substrato para elas durante a maior parte do ano. Em países temperados, especialmente de invernos rigorosos, o ciclo biológico das pragas sofre sérias restrições, sendo menor a intensidade do ataque. (Hollingsworth, 2011; Rapisarda & Cocuzza, 2017). Por essa razão, os programas de manejo de pragas são essenciais para a obtenção de altas produtividades, de forma sustentável.

O destino da soja

Desde 2017, o Brasil é o maior produtor mundial de soja, respondendo, na última safra, por 40% da produção global; o País é também o maior exportador mundial da oleaginosa. Na safra 2021/2022, o Brasil exportou 61% do grão produzido, in natura. O processamento dos restantes 39% gerou aproximadamente 80% de fa-

relo e 20% de óleo. (Abiove, 2023; Agroadvance, 2023; FAO, 2023).

Do farelo produzido, 52% foi exportado e 48% foi destinado à indústria nutricional, especialmente de rações. Destaca-se que quase um terço da carne produzida no Brasil é exportada, sendo parte dela (frango e suínos) produzida com rações, em cuja composição entra o farelo de soja (Abiove, 2023).

Do óleo obtido no processamento, 26% é exportado nessa condição e 74% é destinado à indústria, tanto nutricional quanto de biodiesel. A mistura de biodiesel ao óleo diesel está legalmente estabelecida em 12%. Do biodiesel produzido, três por cento é exportado. (Abiove, 2023; Brasil..., 2023).

No total, o Brasil exportou, em 2022, 79 Mt de grãos, 20 Mt de farelo e 3 Mt de óleo, com valor estimado de US$ 61 bilhões (Abiove, 2023; Brasil, 2023).

O principal destino da soja brasileira é a China, seguida da União Europeia. Outros destinos importantes são a Rússia, o Oriente Médio, o Japão e países do Sudeste Asiático, com exportações menores para países africanos e das Américas. (Abiove, 2023; Agroadvance, 2023; Talura, 2023).

Sustentabilidade

Os vários elos da cadeia produtiva de soja no Brasil, juntamente com o governo brasileiro, internalizaram o conceito de que não basta produzir alimentos sem que sejam sustentáveis. Diversas ações, públicas e privadas, concorrem para que a soja brasileira e, em um contexto mais amplo, a própria agropecuária incorporem ações, atitudes e tecnologias que confiram sustentabilidade a elas.

Do ponto de vista governamental, os dois grandes ícones são a legislação florestal – tida como a mais avançada e severa do mundo – e o Plano ABC+. As restrições ao avanço sobre áreas de vegetação nativa, essenciais para compor a imagem de sustentabilidade do nosso agronegócio, bem como o estímulo ao avanço tecnológico (por meio das linhas de crédito dirigidas do ABC+), criam um ambiente propício à constituição de sistemas de produção sustentáveis. Os programas de mitigação de emissões, em cujo bojo se inserem programas da Embrapa, como a carne carbono neutro, são icônicos. Na esteira desse programa pioneiro, outros estão sendo desenvolvidos, entre eles, a soja carbono neutro. (Brasil, 2012, 2021; Alves, 2015, Embrapa Soja, 2023).

O setor privado também concorre para o fortalecimento da sustentabilidade da agropecuária brasileira. Na presente safra, foi exportado o primeiro lote de soja com mitigação de 71% das emissões de gases de efeito estufa, em um programa de parcerias público-privadas, compostas pela Embrapa e empresas do agronegócio, juntamente com consórcios de produtores (Canal Rural, 2023).

A iniciativa mais ampla é conduzida pelo Cesb, o Comitê Estratégico Soja Brasil. Entre outras ações, o Cesb é responsável pelo Desafio Anual de Máxima Produtividade de Soja, que tem demonstrado o enorme potencial de crescimento da produtividade de soja no País. O recorde de produtividade foi obtido na safra 2016/2017, com quase 9.000 kg/ha, enquanto, na mesma safra, a produtividade média do Brasil foi de 3.240 kg/ha, de acordo com a Conab (Figura 2) (Cesb, 2023c).

Porém, não se trata apenas de alta produtividade, pois é necessário que ela seja obtida em condições sustentáveis, com rentabilidade para o produtor, em obediência às legislações trabalhista e ambiental, e em respeito às regras de boa governança, no âmbito dos conceitos de ESG. Para tanto, o Cesb criou um índice de ecoeficiência que leva em consideração os seguintes parâmetros: baixas emissões, menor uso de água, menor eutrofização da água marinha ou fluvial, baixa acidificação, menor demanda por recursos renováveis, menor geração de ozônio fotoquímico, baixa toxicidade para os seres humanos, menor impacto na biodiversidade e menor uso da terra. (Estadão, 2021; Gazzoni, 2022).

O campeão da última edição do desafio de máxima produtividade do Cesb reduziu, compa-

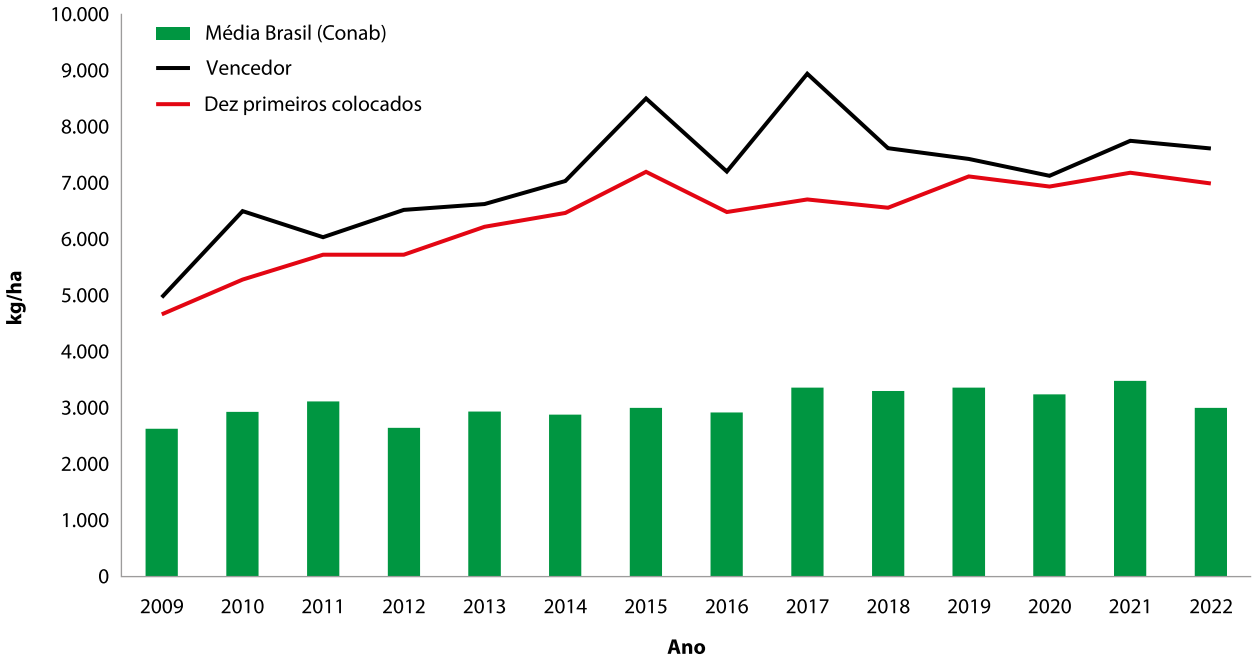


Figura 2. Produtividade da soja do vencedor do Desafio Cesb, média dos dez primeiros colocados e produtividade média do Brasil.

Fontes: Cesb (2023c) e Conab (2023b).

rativamente a um produtor de soja padrão em sua região, em 51% o impacto ambiental e em 48% o custo de produção de uma tonelada de soja. Mais especificamente, para cada real investido na produção de soja, o agricultor campeão obteve um retorno líquido de R$ 3,20, o que significou uma margem líquida extra de R$ 1,80 sobre a renda líquida de um produtor médio, estimada em R$ 1,40. (Cesb, 2022, 2023b).

Como consequência das ações governamentais e privadas, a cultura da soja é, hoje, um exemplo de sustentabilidade em seu conceito mais amplo, sendo responsável pela melhoria do Índice de Desenvolvimento Humano nas regiões onde ela se estabelece, com um efeito "dominó" positivo na economia, alavancando outros setores, sejam eles de comércio, indústria ou serviços, e aumentando a arrecadação de impostos. A soja é responsável também por parcela substancial dos empregos de alta remuneração nessas regiões e, em seu conjunto, por parcela substancial do saldo da balança comercial brasileira.

Outros setores

A soja é a grande protagonista do agronegócio brasileiro, mas é ladeada por outros produtos da nossa agropecuária, sejam eles tradicionais – como açúcar e suco de laranja –, sejam de evolução mais recente, como milho e algodão. Nesse particular, o Brasil avança a passos largos para o protagonismo no mercado internacional desses dois últimos cultivos, devendo assumir posição de liderança nas exportações de milho e algodão no curto prazo. A integração dos seus sistemas produtivos com a soja tem sido fundamental, pela sinergia que ocorre tanto na produção de campo (mesma área, mesma mão de obra, mesmo parque de máquinas, diluição de custos fixos, acúmulo de nitrogênio e adubo residual) quanto no restante da cadeia, como as operações de logística, incluindo armazenamento, transporte intermodal e operações portuárias.

Passados meros 60 anos, o Brasil transmutou-se de importador para o maior exportador líquido de produtos agrícolas (Rural Pecuária, 2023). O trigo, um dos grandes responsáveis pe-

las importações de alimentos na década de 1960, hoje se expande da região tradicional do sul do País para o Cerrado brasileiro. Especialmente se cultivado sob irrigação, as possibilidades são espetaculares, podendo-se prever para a próxima década não apenas a autossuficiência, mas o Brasil se ingressando no mercado internacional, exportando o cereal (Caldas, 2021).

As oportunidades que se abrem para o Brasil, nos próximos anos, são entusiasmantes. Além dos produtos acima descritos, outros setores experimentarão crescimento substancial no mercado internacional, como a madeira e derivados; frutas, sucos e derivados; hortaliças; e plantas ornamentais. Mas para ganhar com isso, algumas ações serão fundamentais. Acima de tudo, está a temática da sustentabilidade ao longo de toda a cadeia produtiva, que é uma imposição da sociedade civil global, que se insere paulatinamente nas legislações, nos acordos internacionais e nas certificações privadas.

Além disso, o Brasil precisa atentar para quatro grandes ações:

1) Atuar agressivamente para a consolidação e ampliação dos atuais mercados importadores, seja em número de destinos, seja nos produtos para eles exportados, com ações diplomáticas, de marketing e de comunicação.

2) Agregar valor aos produtos ainda em território brasileiro, conferindo mais oportunidade de renda para nossa população.

3) Incentivar o desenvolvimento tecnológico, com apoio irrestrito à Embrapa e a outras instituições, para que continuem a ser a grande alavanca propulsora de um agronegócio sustentável.

4) Investir em logística, na estrutura de armazenamento das fazendas ou fora delas, em hidrovias e ferrovias, na modernização dos portos, na criação de um ambiente negocial favorável, em especial com a redução do chamado Custo Brasil.

Capturar as oportunidades que se abrem para o agronegócio brasileiro, no futuro imediato, depende apenas de nós. Portanto, precisamos assestar o foco das ações para que o agronegócio brasileiro cresça sempre mais, em bases sólidas e sustentáveis.

Referências

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Estatística**. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas>. Acesso em: 1 jul. 2023.

AGROADVANCE. **Subprodutos da soja**: conheça os destinos e usos da soja brasileira. 2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-subprodutos-da-soja/#:~:text=As%20exportações%20do%20grão%20in,milhões%20de%20toneladas%20de%20óleo>. Acesso em: 1 jul. 2023.

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. 32p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210).

BERNARDI, A.C. de C.; MACHADO, P.L.O. de A.; FREITAS, P.L. de; COELHO, M.R.; LEANDRO, W.M.; OLIVEIRA JUNIOR, J.P. de; OLIVEIRA, R.P. de; SANTOS, H.G. dos; MADARI, B.E.; CARVALHO, M. da C.S. **Correção de solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 1 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Exportações do agronegócio fecham 2022 com US$159 bilhões em vendas**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2022-com-us-159-bilhoes-em-vendas#:~:text=Os%20setores%20exportadores%20que%20se,1%25%20do%20total)%20e%20complexo>. Acesso em: 1 jul. 2023.

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. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-portugues.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CALDAS, J. **Trigo irrigado no Cerrado bate sucessivo recorde mundial de produtividade com cultivar da Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64981073/trigo-irrigado-no-cerrado-bate-sucessivo-recorde-mundial-de-produtividade-com-cultivar-da-embrapa>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CANAL RURAL. **MT começa a exportar soja com 71% de redução de pegada de carbono mensurada**. 2023. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/mato-grosso/mt-comeca-exportar-soja-com-71-de-reducao-de-pegada-de-carbono-mensurada>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. [**Base de dados**]. Disponível em: <https://www.cesbrasil.org.br>. Acesso em: 1 jul. 2023a.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Case campeão sul – safra 21/22**. 2022. Disponível em: <https://www.cesbrasil.org.br/case-campeao-sul-safra-21-22>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Cases campeões**. Disponível em: <https://www.cesbrasil.org.br/category/cases-campeoes>. Acesso em: 1 jul. 2023b.

CESB. Comitê Estratégico Soja Brasil. **Desafio Nacional de máxima produtividade de soja - CESB**. Disponível em: <https://www.cesbrasil.org.br>. Acesso em: 1 jul. 2023c.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da Safra de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 1 jul. 2023a.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**: soja. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/911-soja>. Acesso em: 1 jul. 2023b.

EMBRAPA SOJA. **Soja baixo carbono começa a estabelecer diretrizes da certificação**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79659212/soja-baixo-carbono-comeca-a-estabelecer-diretrizes-da-certificacao>. Acesso em: 1 jul. 2023.

ESTADÃO. **Cesb quer provar em números que soja preserva**. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/canal-agro/uncategorized/cesb-quer-provar-em-numeros-que-soja-preserva>. Acesso em: 1 jul. 2023.

ESTADOS UNIDOS. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds**: world markets and trade. 2023a. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>. Acesso em: 1 jul. 2023.

ESTADOS UNIDOS. United States Department of State. Office of the Historian, Foreign Service Institute. **Oil embargo 1973-1974**. Disponível em: <https://history.state.gov/milestones/1969-1976/oil-embargo>. Acesso em: 1 jul. 2023b.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**: Food and Agriculture Data. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. **Evolução da área sob plantio direto no Brasil**. Disponível em: <https://febrapdp.org.br/download/14588evolucao-pd-no-bbasil-2021-jpg.jpg>. Acesso em: 1 jul. 2023.

FERRARINI, A. dos S.F. A expansão das áreas de soja e pastagens nas microrregiões de Mato Grosso. **Revista de Política Agrícola**, ano30, p.5-21, 2021.

GAZZONI, D. **Produzir mais com sustentabilidade**: conheça a análise da ecoeficiência. 2022. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/videos/produzir-mais-com-sustentabilidade-conheca-a-analise-de-ecoeficiencia>. Acesso em: 1 jul. 2023.

GAZZONI, D.L. Botany. In: TROPICAL soybean: improvement and production. Rome: FAO, 1994. p.1-12. (FAO Plant Production and Protection Series, 27).

GAZZONI, D.L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja**: de 1050 a.C a 2050 d.C. Brasília: Embrapa, 2018. 199p.

HOLLINGSWORTH, R.G. Insect pest management of tropical versus temperate crops; patterns of similarities and differences in approach. **Acta Horticulturae**, v.894, p.45-56, 2011. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.894.3.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A. Quanto o Brasil economiza com a fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja? **Jornal da Ciência**, ed.7022, 22 set. 2022. Disponível em: <http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/28-quanto-o-brasil-economiza-com-a-fixacao-biologica-do-nitrogenio-com-a-cultura-da-soja>. Acesso em: 1 jul. 2023.

LEAL, J.C. **Plantas da lavoura Sul-rio-grandense**. Porto Alegre: UFRGS, 1967. 274p.

RAPISARDA, C.; COCUZZA, G.E.M. (Ed.). **Integrated pest management in tropical regions**. 2nd ed. London: CABI, 2017. 312p.

RURAL PECUÁRIA. **Brasil amplia liderança no ranking mundial de superávits agrícolas**. Disponível em: <http://ruralpecuaria.com.br/noticia/brasil-amplia-lideranca-no-ranking-mundial-de-superavits-agricolas.html#:~:text=O%20Brasil%20se%20consolidou%20nos,no%20comércio%20global%20de%20alimentos>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SEDIVY, E.J.; WU, F.; HANZAWA, Y. Soybean domestication: the origin, genetic architecture and molecular bases. **New Phytologist**, v.214, p.539-553, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.14418.

SILVA, J.T. da C. da. **Evolução da produção de soja no Mato Grosso e Rio Grande do Sul**: 1970 a 2010. 2013. 54p. Monografia (Graduação) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/2022/Evolução%20da%20Produção%20de%20Soja%20no%20Mato%20Grosso%20e%20Rio%20Grande%20do%20Sul%201970-2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/555355/cerrado-correcao-do-solo-e-adubacao>. Acesso em: 1 jul. 2023.

TALURA. **Conheça o processo, principais destinos e desafios da exportação de soja no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.talura.io/blog/conheca-o-processo-principais-destinos-e-desafios-da-exportacao-de-soja-no-brasil#:~:text=A%20

China%20é%20o%20principal,país%20comprou%2079%25%20do%20produto>. Acesso em: 1 jul. 2023.

TELLES, T.S.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Economic value of biological nitrogen fixation in soybean crops in Brazil. **Environmental Technology & Innovation**, v.31, art.103158, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103158.

VENDRUSCOLO, L.; KÄFER, S.M.; SANTOS, C.R. dos. **A Crise do Petróleo de 1973**: um estudo sobre seu impacto na economia mundial e brasileira. Disponível em: <https://www.unilasalle.edu.br/uploads/files/e5e5dac6a891386d055deb54a6e5da18.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2023.

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 E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 018164