

Revista de **Política Agrícola**

VENDA
PROIBIDA

ISSN 1413-4969
Publicação Trimestral
Ano XXVII - Nº 2
Abr./Maio/Jun. 2018

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



Análise de risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri

Pág. 39

**Novos desafios
para a
agroindústria
canavieira
no Brasil**

Pág. 55

**A dimensão
econômica da
sustentabilidade
na agropecuária
brasileira**

Pág. 95

**Ponto de Vista
O Programa
Labex-USA
da Embrapa**

Pág. 120



Sumário

Conselho editorial	
Eliseu Alves (Presidente) <i>Embrapa</i>	
Elísio Contini <i>Embrapa</i>	
Biramar Nunes de Lima <i>Consultor independente</i>	
Carlos Augusto Mattos Santana <i>Embrapa</i>	
Antonio Flavio Dias Avila <i>Embrapa</i>	
Alcido Elenor Wander <i>Embrapa</i>	
José Garcia Gasques <i>Mapa</i>	
Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros <i>Consultor independente</i>	
Secretaria-Geral	
Luciana Gontijo Pimenta	
Editor-Chefe	
Wesley José da Rocha	
Foto da capa	
Francisco C. Martins	
Embrapa Informação Tecnológica	
Supervisão editorial	
Wesley José da Rocha	
Revisão de texto	
Wesley José da Rocha	
Normalização bibliográfica	
Sabrina Déde de C. L. Degaut Pontes	
Projeto gráfico, editoração eletrônica e capa	
Carlos Eduardo Felice Barbeiro	
Impressão e acabamento	
Embrapa Informação Tecnológica	
Carta da Agricultura	
Plano Agrícola e Pecuário 2018–2019 3 <i>Wilson Vaz de Araújo</i>	
O financiamento do agronegócio em Goiás 6 <i>Iury Vicente Silva Borges / Alcido Elenor Wander</i>	
Brazilian agriculture: innovation and production distribution 18 <i>José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho</i>	
Imperfeições de mercado e concentração de renda na produção agrícola..... 31 <i>Geraldo da Silva e Souza / Eliane Gonçalves Gomes / Eliseu Alves</i>	
Análise de risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri 39 <i>Cícero Francisco de Lima / Kilmer Coelho Campos</i>	
Novos desafios para a agroindústria canavieira no Brasil..... 55 <i>Kálid Ahmad Yusuf / Carlos Eduardo Caldarelli</i>	
O leite no Cerrado: o que esperar em ganhos de produção e produtividade..... 66 <i>Duarte Vilela / Ricardo Andrade / José Luiz Bellini Leite</i>	
Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite 79 <i>Adriano Provezano Gomes / Gabriel Teixeira Ervilha / Lucas Ferreira de Freitas / Christiano Nascif</i>	
A dimensão econômica da sustentabilidade na agropecuária brasileira 95 <i>Dienice Ana Bini / Sílvia Helena Galvão de Miranda / Carlos Eduardo de Freitas Vian / Luís Fernando Guedes Pinto</i>	
Subsídios de política agrícola na cacauicultura dos biomas Mata Atlântica e Amazônia..... 106 <i>Amilcar Baiardi / Maria Clotilde Meirelles Ribeiro</i>	
Ponto de Vista	
O Programa Labex-USA da Embrapa 120 <i>Geraldo B. Martha Jr.</i>	

Interessados em receber esta revista, comunicar-se com:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Política Agrícola

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

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento

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

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

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

Tiragem

2.000 exemplares (impressão suspensa)

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 Informação Tecnológica

Revista de política agrícola. – Ano 1, n. 1 (fev. 1992) - . – Brasília, DF :
Secretaria Nacional de Política Agrícola, Companhia Nacional de
Abastecimento, 1992-
v. ; 27 cm.

Trimestral. Bimestral: 1992-1993.
Editores: Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento, 2004- .
Disponível também em World Wide Web: <www.agricultura.gov.br>
<www.embrapa.br>
ISSN 1413-4969

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

CDD 338.18 (21 ed.)

Plano Agrícola e Pecuário 2018–2019

Wilson Vaz de Araújo¹

O Plano Agrícola e Pecuário (PAP) concretiza a política agrícola brasileira, em harmonia com as demais diretrizes públicas a ela relacionadas, e se destaca pela relevância da contribuição dessas normas para o crescimento sustentável do setor agropecuário e sua inserção no mercado internacional.

O desempenho do setor agropecuário, por sua vez, é de fundamental relevância para o crescimento da economia, cuja recuperação a partir de 2017, depois de dois anos de retração, foi possível graças ao crescimento do PIB agrícola, que atingiu 13% em 2017, o maior observado desde 1996.

O PAP tem por objetivo contribuir para a sustentabilidade do crescimento da produção e das exportações agropecuárias, assegurando aos produtores rurais e suas cooperativas as condições necessárias à expansão de suas atividades, ancoradas em ganhos de produtividade e de competitividade.

Nesse sentido, os principais instrumentos de apoio, aos produtores rurais e às suas cooperativas, são o crédito rural, a gestão de risco rural e o apoio à comercialização, anualmente revistos, à luz das disponibilidades orçamentárias, aprimorando-os em sintonia com as necessidades do setor, com o comportamento

dos mercados interno e externo e com o cenário macroeconômico.

Foram adotadas medidas que reafirmam a estratégia de assegurar a adequada disponibilidade de recursos para o setor agrícola, a manutenção das prioridades atribuídas ao seguro rural e aos programas de investimento e aos financiamentos destinados à pecuária e ao cooperativismo.

O volume de recursos disponibilizado para o ano agrícola 2018–2019, de julho a junho, é de R\$ 194,3 bilhões, sendo R\$ 600 milhões para a subvenção ao prêmio do seguro rural, R\$ 2,6 bilhões para apoio à comercialização e R\$ 191,1 para o crédito rural, sendo 153,7 bilhões a juros controlados, dos quais R\$ 118,8 bilhões são destinados aos financiamentos de custeio.

E estima-se a disponibilidade de R\$ 32,29 bilhões de recursos livres e de R\$ 27,18 bilhões de recursos da fonte LCA controlada, cuja taxa de juro é de até 8,5% a.a.

No intuito de contribuir para o fortalecimento da capitalização do setor agropecuário e consolidar a retomada dos investimentos agropecuários, a disponibilidade de recursos para essas finalidades, na safra 2018–2019, foi ampliada em 5%, situando-se em R\$ 40 bilhões. Desse total,

O desempenho do setor agropecuário é de fundamental relevância para o crescimento da economia

¹ Secretário de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

destacam-se a destinação de R\$ 8,9 bilhões para o Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota); R\$ 2,15 bilhões para o Programa para Construção e Ampliação de Armazéns (PCA); R\$ 2 bilhões para o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (ABC); e R\$ 1,15 bilhão para o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária (Inovagro).

Entre as principais inovações introduzidas pelo PAP 2018–2019, em relação ao crédito rural, destacam-se a adoção de metodologia de cálculo das taxas de juros, reduzidas para níveis de 5,25% a 9,5%, a criação de uma linha de capital de giro para as cooperativas de produção de leite e a admissão da possibilidade de utilizar recursos dos depósitos à vista para financiar a aquisição de bovinos e bubalinos para reprodução ou cria. E foi admitida a possibilidade de financiamento de custeio para as despesas de aquisição de insumos para a restauração e recuperação das áreas de reserva legal e das áreas de preservação permanente, inclusive controle de pragas e espécies invasoras, manutenção e condução de regeneração natural de espécies nativas e prevenção de incêndios.

No âmbito do Programa ABC, a taxa de juros fixa foi estabelecida em até 6% a.a., sendo de até 5,25% a.a. para as operações de crédito destinadas à adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal e das áreas de preservação permanente, em consonância com o Código Florestal.

A taxa de 5,25% a.a., a mais baixa para o ano agrícola 2018–2019, prevalece também nos financiamentos para a construção de armazéns de até 6.000 toneladas de grãos, no âmbito do Programa PCA, com o objetivo de ampliar a capacidade instalada de armazenagem em nível de fazenda.

[...] a agricultura brasileira é uma das mais eficientes, destacando-se por sua competitividade, pelos baixos níveis de subsídio e de proteção tarifária

Outra medida de fortalecimento do setor agropecuário foi a criação de uma linha de financiamento no âmbito do BNDES, para empresas do agronegócio não beneficiárias do Sistema Nacional de Crédito Rural, destinada à construção e ampliação de armazéns pelas agroindústrias de carnes, leite, açúcar e trigo (BNDES Agro).

Em face da limitada disponibilidade de recursos do orçamento para a equalização de taxas de juros do crédito rural, tem-se buscado a diversificação das fontes de financiamento agropecuário, principalmente por meio do direcionamento, para essa finalidade, de 35% dos recursos oriundos da emissão de Letras de Crédito do Agronegócio (LCA's) e por meio do aumento da participação de recursos livres no *funding* do crédito rural.

Em relação à política de apoio à comercialização, os principais destaques para a safra 2018–2019 são a definição dos preços mínimos e de referência dos produtos de verão e de inverno, extrativos e de cultivo regional, e a disponibilidade de R\$ 2,6 bilhões, sendo R\$ 680 milhões para equalização de preços e R\$ 1,92 bilhão para formação de estoques públicos.

Para o setor cafeeiro, o Funcafé dispõe de R\$ 4,96 bilhões nas linhas de custeio, estocagem, Financiamento para a Aquisição de Café (FAC), recuperação de cafezais e capital de giro para indústrias e cooperativas.

No que se refere à gestão de risco rural, tem-se buscado minimizar os riscos climáticos e de renda com maior eficiência, por meio do aprimoramento do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) e do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR). Almeja-se, assim, reduzir o custo das apólices de seguro rural, ampliar a área segurada e induzir a inovação tecnológica na propriedade.

Uma das medidas inovadoras em relação ao Zarc consiste no desenvolvimento de referen-

cial tecnológico para avaliação de riscos, visando ao acompanhamento sistemático do efeito do clima nas culturas agrícolas, contribuindo para a identificação e precificação de riscos e para o monitoramento de safras. Em relação ao PSR, a principal inovação consiste em incentivar a contratação do seguro receita/faturamento, cuja indenização é baseada no preço e na produtividade, de modo a garantir efetivamente a renda do produtor rural. Outras iniciativas estão previstas no sentido de melhorar o acesso dos produtores ao benefício da subvenção, com destaque para a disponibilidade de dados de sinistros do PSR e para a publicação do Plano Trienal do Seguro Rural (PTSR).

Não obstante a preponderância do mérito do produtor rural pelo seu empreendedorismo, da abundante disponibilidade de recursos naturais e dos ganhos de produtividade resultantes das pesquisas lideradas pela Embrapa, a adoção das medidas constantes do PAP 2018–2019 e a continuidade do apoio ao produtor rural, em níveis que atendam às suas reais necessidades, são fundamentais para assegurar a sustentabilidade do crescimento do setor agropecuário. Nesse sentido, cumpre assinalar o fato de a agricultura brasileira ser uma das mais eficientes, destacando-se por sua competitividade, pelos baixos níveis de subsídio e de proteção tarifária e por situar o Brasil entre os principais países produtores e exportadores agrícolas mundiais.

O financiamento do agronegócio em Goiás¹

Iury Vicente Silva Borges²
Alcido Elenor Wander³

Resumo – O objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação comparativa dos modelos de financiamento do agronegócio identificados em Goiás por meio da combinação de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo de campo com os produtores rurais do estado. O modelo oficial analisado compreende os agentes financeiros que oferecem linhas de crédito de acordo com as regras do Banco Central. O modelo comercial consiste em contratos firmados de forma livre com condições estabelecidas entre os produtores rurais e as agroindústrias. Os resultados da pesquisa identificaram amplo e abrangente material com várias oportunidades de melhoria para o processo de financiamento do agronegócio.

Palavras-chave: agricultura, crédito rural, política agrícola.

Agribusiness funding in Goiás State, Brazil

Abstract – The objective of the present work was to conduct a comparative evaluation of the agribusiness financing models identified in the state of Goiás, using the combination of a bibliographical research and a field study carried out with the rural producers of the State of Goiás. The official model analyzed comprises the financial agents that offer lines of credit, according to the rules defined by the Brazilian Central Bank. The commercial model consists of contracts signed in a free way with conditions established between rural producers and agroindustries. The results of the research identified a broad and comprehensive material with several opportunities for improvement for the agribusiness financing process.

Keywords: agriculture, rural credit, agricultural policy.

Introdução

O agronegócio é o conjunto das atividades econômicas ligadas à agricultura e à pecuária e envolve todas as etapas da cadeia produtiva, que se inicia na produção, passa pela industrialização e termina com a comercialização dos produtos. Atualmente, o agronegócio responde por aproximadamente 23% do Produto Interno Bruto (PIB)

brasileiro. Com condições climáticas favoráveis, extensa área de terras cultiváveis, solos férteis e grande disponibilidade de água, o Brasil se destaca mundialmente como um dos maiores exportadores de produtos agrícolas e pecuários.

O setor tem sustentado o crescimento do PIB em Goiás nos últimos anos, mostrando-se cada vez mais como uma atividade que pode

¹ Original recebido em 26/8/2017 e aprovado em 12/1/2018.

² Pós-graduando em Administração. E-mail: iuryvicen@gmail.com

³ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, professor do Centro Universitário Alves Faria (Unialfa). E-mail: alcido.wander@unialfa.com.br

contribuir de maneira altamente significativa quando há o apoio necessário, como o financeiro.

De acordo com dados da Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás (Seplan-GO), o setor agrícola cresceu mais de 50% nos últimos cinco anos – saiu de uma safra de 7,5 milhões de toneladas de grãos em 1998 para 11,2 milhões de toneladas em 2003 (Ferreira, 2016) – e é responsável por cerca de 33% do PIB do estado.

Segundo Leite & Wesz Junior (2014), a leitura corrente entre os atores do agronegócio brasileiro deixa explícita a ideia de que as transformações operadas nas suas áreas de atuação, do fim da década de 1980 até hoje, foram tributárias exclusivamente da iniciativa privada. Contudo, algumas investigações apontam que não se pode falar em agronegócio sem pensar no Estado e nas políticas públicas, que não só viabilizam sua origem, mas também sua expansão.

Para Barros (2006),

Pode-se dizer que o desempenho do agronegócio brasileiro está condicionado a fatores exógenos e endógenos ao setor. Os fatores exógenos têm origem tanto no exterior, frutos da evolução da economia internacional, como no próprio país, originando-se nas evoluções de caráter macroeconômico. Os fatores endógenos vinculam-se a iniciativas e eventos do próprio setor, muitas vezes em resposta aos fatores exógenos.

Durante as décadas de 1970 e 1980, para Pintor et al. (2015) os estudos e as políticas econômicas passaram a estimular o papel da agricultura no processo de desenvolvimento econômico. Assim, a sociedade começou a enxergar que existe uma correlação positiva entre o crescimento do setor agrícola e o dos demais setores da economia. Contudo, a expansão do setor agrícola está atrelada ao crescimento da oferta de crédito. O crédito rural foi, e continua sendo, o principal alicerce do desenvolvimento do segmento agrícola. Schumpeter (1982) entende que conceder crédito ao empresário significa ampliar a capacidade produtiva, em que o dinheiro exerce função determinante no estímulo

da economia. Ele define a função essencial do crédito: o crédito é essencial à criação do poder de compra com o propósito de transferi-lo ao empresário, mas não simplesmente de transferência de poder de compra existente.

A criação de poder de compra caracteriza, em princípio, o método pelo qual o desenvolvimento é levado a cabo em um sistema com propriedade privada e divisão do trabalho. Por meio do crédito, os empresários obtêm acesso à corrente social de bens antes que tenham adquirido o direito normal a ela. Ele substitui, temporariamente, o próprio direito por uma ficção deste.

A concessão de crédito opera nesse sentido como uma ordem para o sistema econômico se acomodar aos propósitos do empresário, como um comando sobre os bens de que necessita: significa confiar-lhe forças produtivas. É só assim que o desenvolvimento econômico poderia surgir a partir do mero fluxo circular em equilíbrio perfeito. E essa função constitui a pedra angular para a moderna estrutura de crédito (Schumpeter, 1982, p.111).

Nesse mesmo sentido, Pereira et al. (2006) concluíram que o crédito é um instrumento importante para a agricultura por possibilitar o investimento em capital fixo e capital humano, insumos básicos da atividade, e por facilitar o processo de produção e inovação. O crédito também permite que o agricultor possa regular o fluxo de seu consumo pessoal e de insumos para a produção, compatibilizando-o com o fluxo de sua renda, que pode ser contínuo ou sazonal.

Recentemente, Melo et al. (2013) apontaram para a existência de uma relação de causalidade bidirecional entre o crédito rural total, como proporção do PIB real agropecuário, e o PIB real do setor agropecuário. Quando o crédito rural total é injetado no setor primário da economia, a produção agropecuária tende a crescer e a aumentar o PIB real do setor. O estudo apontou também que o crédito destinado ao setor rural, em geral, é indutor de uma maior produção agropecuária, e que as linhas de

financiamento que não apresentaram impacto positivo no PIB real da agropecuária devem ser reavaliadas e aprimoradas.

O Crédito Rural foi institucionalizado no Brasil pela Lei nº 4.829, de 1965 (Brasil, 1965). Atualmente, é o mais importante instrumento de incentivo à produção, ao investimento e à comercialização agropecuária e, conseqüentemente, à economia nacional. Possui basicamente três modalidades: investimento, custeio e comercialização. Aprovadas pelo Conselho Monetário nacional (CMN), suas regras, finalidades e condições estão estabelecidas no Manual de Crédito Rural (MCR), elaborado pelo Banco Central do Brasil (Bacen, 2018). Essas normas são seguidas por todos os agentes financeiros que integram o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR).

A modalidade Custeio se subdivide em agrícola, pecuário, e beneficiamento ou industrialização. O objetivo desse grupo de linhas de crédito é possibilitar que o produtor consiga cobrir as despesas dos ciclos produtivos dos animais, como a compra de vacinas, ração e suplementos, e com a aquisição de sementes, fertilizantes e outros insumos. É destinado para cobrir as despesas habituais dos ciclos produtivos, da aquisição de insumos até a colheita.

A modalidade Investimento é destinada à aquisição bens ou à realização de serviços duráveis, cujos benefícios repercutam durante muitos anos. Os principais itens financiáveis são plantio de cana-de-açúcar, construções rurais, formação, correção e recuperação de pastagens e aquisição de matrizes reprodutoras. Os beneficiários podem ser cooperativas de produtores rurais e demais produtores, pessoas físicas e jurídicas. O prazo para pagamento é de 24 meses, e a forma pode variar de acordo com a atividade econômica – trimestral, semestral ou anual.

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) é destinado a estimular a geração de renda e melhorar o uso da mão de obra familiar, por meio do financiamento de atividades e serviços rurais agropecuários e não agropecuários desenvolvidos em

estabelecimento rural ou em áreas comunitárias próximas. Para o Plano Safra de 2015 e 2016 foram disponibilizadas as seguintes linhas de financiamento: Pronaf Custeio, Pronaf Mais Alimentos, Pronaf Agroindústria, Pronaf Floresta, Pronaf Semiárido, Pronaf Mulher, Pronaf Jovem, Pronaf Custeio Agroindústrias Familiares e de Comercialização, Pronaf Cota-Parte, Pronaf “B”, Pronaf Agroecologia, Pronaf ECO Sustentabilidade Ambiental, Pronaf “A”, Pronaf “A/C”, Normas Transitórias e Pronaf Produtivo Orientado. Com taxas de juros de 0,5% a 4,5% ao ano, o programa contempla uma diversidade de projetos conforme estabelecido no MCR.

O Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (Pronamp) tem por objetivo promover o desenvolvimento das atividades rurais dos médios produtores rurais. Podem ser financiados empreendimentos individuais ou coletivos relativos a bens e serviços, desde que constituam um projeto de investimento e estejam diretamente relacionados com a atividade produtiva e de serviços, e destinados a promover o aumento da produtividade e da renda do produtor rural, ou economia dos custos de produção, observado o disposto no MCR.

Para complementar os recursos distribuídos pelo SNCR, o governo federal disponibiliza também alguns programas específicos para o segmento agrícola via BNDES (2016). São opções de crédito destinadas a produtores rurais e suas associações e cooperativas, com o objetivo de financiar investimentos em modernização, reflorestamento e capitalização de cooperativas, entre outras. Cabe ao BNDES a administração desses programas.

ABC - Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura; **Inovagro** - Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica na Produção Agropecuária; **Moderagro** - Programa de Modernização da Agricultura e Conservação de Recursos Naturais; **Moderfrota** - Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras; **Moderinfra** - Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem;

PCA - Programa para Construção e Ampliação de Armazéns; **Procap-Agro** - Programa de Capitalização de Cooperativas Agropecuárias; **Procapred** - Programa de Capitalização de Cooperativas de Crédito; **Prodecoop** - Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária; **Pronaf Investimento** - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar; **Pronamp** - Programa Nacional de Apoio ao Médio Produtor Rural (BNDES, 2016).

Os Fundos Constitucionais de Financiamento também atuam no financiamento do agronegócio. Eles foram criados com o objetivo de combater as desigualdades inter-regionais e intrarregionais. Na medida em que o governo federal procura estimular a produção por meio de elementos formadores da demanda agregada da economia brasileira, como é o caso desses recursos, ele não pode desobrigar-se, como tem ocorrido nas últimas duas décadas e meia, de atuar também como coordenador e indutor do crescimento do investimento privado.

De acordo com convenções mundiais de cooperação e interação de negócios e agronegócios, em países de capitalismo tardio e periférico cabe ao Estado investir na construção do avanço das bases materiais de apoio às atividades produtivas que promovam a desconcentração econômica e demográfica, criando condições para que áreas menos dinâmicas atraiam investimentos (Macedo & Mattos, 2008).

O Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO) foi criado juntamente com os demais, pela Constituição Federal de 1988 (CF/1988) (Brasil, 1988) e regulamentados pela Lei no 7.827/1989 (Brasil, 1989). Constituem um dos principais instrumentos de financiamento para o desenvolvimento regional e a redução das desigualdades. O FCO juntamente com os outros fundos constitucionais são considerados um dos principais instrumentos de financiamento da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR). O FCO visa, sobretudo, contribuir para o desenvolvimento econômico e social do Centro-Oeste, por meio da instituição financeira

federal de caráter regional, mediante a execução de programas de financiamento aos setores produtivos, em consonância com os respectivos planos regionais de desenvolvimento. Estudo recente tem mostrado dados interessantes sobre a eficácia do FCO. Resende et al. (2015, p.65) concluíram que

No que dizem respeito ao FCO, os resultados das estimações dos modelos em painel não espacial mostraram que os recursos apresentam, para a tipologia alta renda, efeito positivo sobre o crescimento do PIB per capita em nível municipal. Haja vista que na região Centro-Oeste 46% dos municípios estão classificados como alta renda, este resultado tem como evidência o desempenho do FCO como um possível redutor da desigualdade regional ao contribuir para a melhoria dos índices de crescimento da região como um todo. No entanto no tocante a ao objetivo de reduzir a desigualdade intra-regional, esta evidência se mostra desfavorável ao fundo, dado que justamente as áreas que apresentaram os maiores PIB per capita de acordo com a PNDR estão obtendo os melhores resultados da política em termos de crescimento.

O trabalho constatou que, na averiguação da dependência espacial, apenas a densidade populacional usada como variável de controle apresentou efeito marginal estatisticamente significativo sobre o crescimento do PIB per capita da vizinhança no nível municipal.

Os instrumentos usados na formalização do Crédito Rural são as Cédulas Rurais criadas pelo Decreto-Lei nº 167, de 14 de fevereiro de 1967 (Brasil, 1967). Consistem em promessas de pagamento garantidas por penhor ou hipoteca, com exceção da nota de crédito rural. Atualmente, existem quatro tipos de cédula rural: Cédula Rural Pignoratícia, Cédula Rural Hipotecária, Cédula Rural Pignoratícia e Hipotecária e Nota de Crédito Rural.

Esses títulos de crédito consistem em promessas de pagamento com ou sem garantia real cedularmente constituída, ou seja, no próprio título; portanto, não é necessária a existência de

documento à parte. A garantia pode ser oferecida pelo próprio financiado ou por terceiros. Embora seja considerado um título civil, possui natureza comercial e por isso está sujeito às regras do direito cambiário. Em caso de peculiaridades que caracterizem a inadequação desses títulos, é facultada a formalização do crédito rural por meio de contrato. De acordo com a Carta Circular nº 3.203, de 30/8/2005 (Bacen, 2005), a Cédula de Crédito Bancário (CCB), nos termos da Lei nº 10.931, de 2/8/2004, é um instrumento para formalização de crédito de qualquer modalidade, também admitido no crédito rural. Em geral, as cédulas de crédito são consideradas espécies de títulos de crédito. Por isso, às vezes, são denominadas títulos de crédito agrícola, títulos de crédito industrial, títulos de crédito comercial e títulos de crédito à exportação.⁴

Complementando o Modelo Oficial, existe o Modelo Comercial, que é a captação de recursos por meio da emissão de títulos privados de crédito do agronegócio. De acordo com a bolsa BM&FBOVESPA, os títulos do agronegócio têm por objetivo viabilizar o financiamento do setor com recursos privados. Existem cinco tipos de título do agronegócio admitidos para registro e negociação em seu balcão de negócios. Os primeiros títulos de crédito rural foram instituídos no Brasil pelo Decreto Lei n. 167/1967, que disciplina os requisitos e particularidades das cédulas rurais, da nota de crédito rural, da nota promissória real e da duplicata rural (Brasil, 1967).

Almeida & Zylbersztajn (2008) explicam bem que em 2004, com a Lei nº 11.076/2004, foram criados novos títulos de financiamento do agronegócio que, a exemplo da CPR, também representam uma forma de captar recursos no mercado financeiro pelos agentes do agronegócio: CDCA/WA (Certificado de Depósito Agropecuário e Warrant Agropecuário), LCA (Letra de Crédito do Agronegócio), CRA (Certificado de Recebíveis do Agronegócio) e CDCA (Certificado de Direitos Creditórios do

Agronegócio). Os novos títulos do agronegócio contribuem para complementar os recursos disponibilizados pelo Estado para o financiamento do setor, por meio de instrumentos mais estruturados e atrativos para as instituições financeiras e pela maior canalização de recursos de fundos de investimento para o agronegócio.

Metodologia

A técnica metodológica usada é uma combinação de dois tipos de pesquisa: bibliográfica e estudo de campo. A pesquisa bibliográfica foi feita com o objetivo de levantar dados numéricos e a legislação aplicável, mostrando o esgotamento do modelo tradicional de crédito rural e a evolução da legislação aplicável, desde a criação do Programa Nacional de Crédito Rural, em 1965. Para complementar, foi feita uma pesquisa exploratória, em 2016, para estudar a população de 135.692 produtores rurais que atuam em Goiás. Como amostragem, foram entrevistados 270 produtores, distribuídos entre todas as mesorregiões do estado, com uma abordagem não probabilística, elegendo amostras por quotas. Como instrumento da coleta de dados, foi aplicado um questionário, com o uso da ferramenta Google Forms, com uma série ordenada de perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha.

Os dados levantados foram submetidos a uma verificação crítica com o objetivo de detectar falhas ou erros, evitando assim informações confusas, distorcidas ou incompletas. O nível de aproveitamento dos questionários foi de 100%. Também foram usadas técnicas de estatística descritiva para descrever e resumir o conjunto de dados levantados. A análise dos dados foi feita com o Microsoft Excel e o software estatístico R (R Core Team, 2017). Foram feitos testes de associação com correção para verificar se existe associação entre as variáveis de interesse.

Com isso, foi possível confirmar, por exemplo, se os pequenos, médios e grandes

⁴ Palestra proferida por Luiz Egon Richter, no XXXV Encontro dos Oficiais de Registro de Imóveis do Brasil, em João Pessoa, PB, em 22 de outubro de 2008.

produtores se comportam de maneira semelhante diante dessas variáveis ou se as variáveis de interesse influenciam o comportamento dos produtores que usam diferentes tipos de recurso. O modelo multinomial foi aplicado para quantificar a relação das variáveis explicativas diante da variável resposta. Foi usado o teste de associação com correção – chi-quadrado (χ^2) de Pearson para avaliar se conjuntos de dados categóricos relacionados em tabelas de contingência – para descobrir se existe uma associação entre a variável da linha e a variável da coluna em uma tabela de contingência construída com dados da amostra trabalhada na pesquisa de campo.

Resultados e discussão

A pesquisa revelou que em Goiás são praticadas 29 modalidades de financiamento do agronegócio, com taxas de juros que variam de zero a 65% ao ano. Foi confirmado mais uma vez que o problema da concentração de recursos desse modelo persiste desde sua criação. Em 2016, foram registrados 2.236.172 contratos em todo o Brasil – 160.153 no Centro-Oeste e 69.969 em Goiás.

Para entender o problema da concentração, é importante ressaltar que o Centro-Oeste possui a maior área produtiva do País. São 105.351.087 hectares, que representam 32% do território nacional. No caso de uma distribuição igualitária, o Centro-Oeste deveria receber recursos do SNCR proporcionalmente aos das demais regiões. No entanto, Goiás responde por 3% e o Centro-Oeste responde por apenas 7% da quantidade de contratos firmados pelo SNCR no Brasil. Quanto ao valor contratado, Goiás participa com 9% e o Centro-Oeste com 22% da carteira de crédito total do SNCR. Os dados revelam que, quanto à concentração, existe um problema macro na distribuição dos recursos feita pelo SNCR e ainda um problema intrarregional.

Cruzando as informações relativas à quantidade de estabelecimentos existentes e à quantidade de contratos firmados em 2016 com o valor

dos contratos, a conclusão é que tanto em Goiás, quanto nos demais estados do Centro-Oeste, principalmente na modalidade agrícola, o valor médio dos contratos é bem maior do que o dos contratos das demais regiões (Tabela 1).

O ranking de municípios no ano agrícola 2015/2016 mostra que o SNCR concentra 24,97% dos recursos em 50 municípios. Nessa lista, estão quatro municípios goianos, três na mesorregião do sul goiano – Rio Verde, Jataí, Chapadão do Céu – e o Município de Cristalina, na mesorregião do leste goiano, que faz parte da região integrada de desenvolvimento do Distrito Federal e entorno. Esse fenômeno, por um lado, demonstra a força e competitividade desses municípios no agronegócio, mas, por outro, evidencia o já conhecido problema da concentração de recursos do sistema. O ranking traz, por exemplo, o Município de Chapadão do Céu, com território de 2.354,822 km², mas não traz os municípios do norte, como Niquelândia, o maior município do estado, com território de 9.843,170 km². Os fundos constitucionais de financiamento foram criados para combater as desigualdades inter-regionais e intrarregionais. Entretanto, diante do cenário, pode-se afirmar que em Goiás o programa tem contribuído para reduzir a desigualdade inter-regional mas que precisa aprimorar os mecanismos de distribuição de recursos para diminuir a desigualdade intrarregional.

Existem atualmente 20 tipos de recurso destinados para realização de operações de crédito rural no sistema oficial, podendo ser agrupados em seis categorias: recursos obrigatórios que são decorrentes da exigibilidade de depósito à vista; operações oficiais de crédito sob supervisão do Ministério da Fazenda; outras fontes destinadas ao crédito rural na forma da regulação aplicável, quando sujeitos à subvenção da União, sob a forma de equalização de encargos financeiros, inclusive os recursos administrados pelo BNDES; oriundos da poupança rural, quando aplicados segundo as condições definidas para os recursos obrigatórios; fundos constitucionais de financia-

Tabela 1. Quantidade e valor dos contratos por região e UF.

Região	UF	Tipo	Quantidade de contratos	Valor (R\$)	Valor médio por contrato (R\$)
Sul	Total	Total	710.924	62.286.574.834,80	87.613,55
Sudeste	Total	Total	386.480	44.366.956.652,84	114.797,55
Centro-Oeste	GO	Agrícola	18.271	8.362.667.690,73	457.701,70
		Pecuária	51.698	5.774.137.390,54	111.689,76
		Total	69.969	14.136.805.081,27	202.043,83
	MT	Agrícola	15.604	9.676.481.876,84	620.128,29
		Pecuária	36.481	4.139.620.594,43	113.473,33
		Total	52.085	13.816.102.471,27	265.260,68
	MS	Agrícola	15.544	5.059.754.227,62	325.511,72
		Pecuária	21.901	3.118.106.719,59	142.372,80
		Total	37.445	8.177.860.947,21	218.396,61
		DF	Agrícola	559	132.790.351,79
Pecuária	95		21.349.034,32	224.726,68	
Total	654		154.139.386,11	235.687,13	
Total	Total	Total	160.153	36.284.907.885,86	226.564,02
Nordeste	Total	Total	897.538	12.047.406.490,57	13.422,73
Norte	Total	Total	81.077	6.581.401.511,92	81.174,70
Total	Total	Total	2.236.172	161.567.247.375,99	72.251,71

Fonte: adaptado de Bacen (2005).

mento regional; e Fundo de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé).

A pesquisa revelou que em 2016 as operações de Custeio foram financiadas basicamente por duas fontes; poupança rural, controlados e subvenção econômica, e recursos obrigatórios. As operações envolvendo outras fontes de recursos, como a LCA, representam apenas 9% de todo o montante. Com base nas informações levantadas na pesquisa de campo, pode-se afirmar que esse fenômeno se explica pela falta de conhecimento, pois apenas 17,24% da população entrevistada conhece essa alternativa de capital. As operações de Investimento apresentam o mesmo cenário com pouca utilização de lastro em LCA. Nessa modalidade, a fonte de recurso mais usada é BNDES/Finame, que responde por 43,32%; a Poupança Rural de recursos controlados por subvenção econômica responde por 22,06% de todo o volume das fontes de recursos.

As operações de Comercialização são, normalmente, destinadas às cooperativas de produção agropecuária. Nessa modalidade, são disponibilizados recursos financeiros às cooperativas para conceder adiantamentos a cooperados, por conta de produtos entregues para venda. Essa modalidade apresenta um panorama diferente, pois a dependência de Recursos Obrigatórios é menor e as operações lastreadas em LCA representam 30,92% de todo o volume de recursos.

A pesquisa revelou que, diante da dificuldade de acessar recursos do SNCR, grande parte dos produtores de Goiás está usando capital próprio na produção, principalmente os pequenos (39,47%) e médios (38,16%); os grandes são 14,47% e as cooperativas, 7,89%. Em relação aos que usam capital de terceiros, 66,67% são pequenos produtores e 33,33% são de médio porte. Já em relação ao capital oficial, 56,96% são grandes produtores, enquanto ape-

nas 16,46% são médios e 15,19% são pequenos. Todas as propriedades que contam com recursos oficiais e de agroindústrias são grandes produtoras. As que possuem capital próprio e oficial são grandes produtoras (50,91%); 38,18% são de médio porte. Das que possuem recursos de agroindústria, 50% são grandes produtoras e 33,33% são pequenas. Por fim, todas as que usam outro tipo de recurso são cooperativas.

Quanto à condição legal das terras, 88,16% dos produtores que usam recursos próprios dizem que a terra é própria, e apenas 7,89% dizem que são arrendadas. Dos que usam apenas capital de terceiros, a grande maioria (66,67%) possui terras próprias; para 33,33%, as terras são arrendadas. Em relação ao capital oficial, 49,37% possuem terras próprias e 45,04%, arrendadas. Todos os que utilizam de recursos oficiais e de agroindústria possuem terras arrendadas. Dos que usam recursos próprios e oficiais, 76,36% são proprietários das terras e 16,36% lançam mão de arrendamentos. Já a grande maioria dos que usam capital próprio e outros e capital de agroindústria (68,42% e 83,33%, respectivamente) possuem terras arrendadas; os demais possuem terras próprias.

Dos que fazem uso de capital próprio, 89,47% são pecuaristas. Os que fazem uso do capital de terceiros estão divididos entre pecuária, lavoura temporária e lavoura permanente; 39,24% dos que lidam com recursos oficiais são pecuaristas e 32,91% são de lavouras permanentes. Todos os que usam capital oficial e de agroindústria são de lavouras temporárias, e todos os que possuem outro tipo de recurso são pecuaristas.

Os que fazem uso de capital próprio e oficial se dividem em lavoura temporária (49,09%) e lavoura permanente (32,73%); em relação ao capital próprio e outros, eles se dividem em lavoura temporária (68,42%) e pecuária ou lavoura permanente (15,79%), muito similar aos que lidam com capital de agroindústria – 50% de lavoura temporária e 16,67% de pecuária ou lavoura permanente (Tabela 2).

Os bancos públicos continuam sendo protagonistas do SNCR e vem crescendo mais do que as demais instituições que compõem o sistema. Em 2016, eles foram responsáveis por 1.782.443 contratos (80% do total) e liberaram R\$ 90.886.852.443,67, 56% do valor contratado. Sozinhos, os bancos públicos concederam R\$ 34,9 bilhões em crédito com juros controlados para operações de custeio e comercialização no segundo semestre de 2015, o que representa aumento de 33% em relação ao total concedido em igual período da safra anterior (R\$ 26,1 bilhões).

A pesquisa revelou que as instituições financeiras demoram mais para a liberação de recursos: 32,43% afirmam que o prazo é de 31 a 60 dias; 27,80%, de 11 a 30 dias; o restante, acima de 90 dias. As instituições não financeiras são mais ágeis nesse processo: 46,72% dos entrevistados afirmam que o prazo é de 11 e 30 dias; 30,57%, de até 10 dias; 12,2%, de 31 a 60 dias; 7,9%, acima de 90 dias; e 2,6%, de 61 a 90 dias.

Para a liberação de recursos, 55% dos produtores dizem que as instituições exigem hipoteca como garantia e 33,46%, penhor. Para as instituições não financeiras: 42,06% exigiram penhor; 31,46%, outras garantias; e 23,61%, hipotecas.

Quanto ao uso de Cédula de Produtor Rural (CPR) física, apenas 6,9% usaram esse mecanismo com as empresas CCAB Agro, Arroz Brejeiro, Adubos Araguaia, W2 Agronegócios, Dow Agrocience, Agrex, Adama, UPL, Nufarm, Bayer, Comigo, Louys Dreyfus, Cargill e algumas revendas de insumos não nominadas. As taxas pactuadas foram 38,97% de 8,1% a 15%; 31,62% de 1% a 8%; e 18,38% não cobraram taxas.

Com relação ao uso do crédito rural, 77,55% dos produtores já contrataram operações com o Banco do Brasil; 37,96%, com o Santander; 22,04%, com o Bradesco; 14,69% com o BNDES; e 13,88% com a Caixa Econômica Federal. Quanto às taxas cobradas, 47,54% pagaram taxas de até 8% ao ano, e 42,21% pagaram taxas de 8,1% a 15% ao ano.

Por fim, há a questão a respeito do que o produtor acredita que pode ser melhorado em relação à dinâmica do agronegócio: 54,29% dos entrevistados sugerem mais agilidade no processo do crédito; 39,05% dizem que as taxas poderiam ser menores; 18,57%, que existe muita burocracia e que a diminuição delas traria boa melhora; 10% pedem por melhores financiamentos, que sejam mais adequados à realidade do produtor rural, relacionado ao volume de crédito; 6,67% reclamam dos atendimentos; 4,76% afirmam que existem muitas vendas casadas envolvendo produtos como seguros de vida comercializados pelas instituições financeiras; e 4,29% pedem por prazos maiores.

Considerações finais

Goiás possui 135.692 empreendimentos agropecuários, a maioria em atividade há mais de 30 anos, o que mostra ser um negócio sustentável, com gestão familiar.

O estudo analisou os modelos adotados de financiamento do agronegócio, e os resultados mostraram a predominância da opção de produção com capital próprio, no grupo de produtores classificados como de pequeno e médio portes, principalmente em relação aos pecuaristas, em que 89% optam por essa alternativa. Esse ponto merece atenção e sugere estudos que identifiquem o motivo pelo qual esse grupo tem adotado a alternativa de capital que, aparentemente, é mais onerosa do que as demais – pelo custo do dinheiro brasileiro e pelo benefício fiscal que os produtores possuem. As despesas pagas com encargos financeiros de operações de natureza rural são usadas para abater a base de cálculo do imposto de renda. O Pronaf, que é destinado ao financiamento de projetos individuais ou coletivos de pequenos agricultores familiares, não está amparando na totalidade o grupo de pequenos produtores rurais goianos. O programa possui as mais baixas taxas de juros dos financiamentos rurais e os menores índices de inadimplência entre os sistemas de crédito do País.

Em relação à produção com uso de capital oficial de instituições financeiras, predomina o grupo de grandes produtores. Com base nas pesquisas, bibliográfica e estudo de campo, pode-se afirmar que o SNCR atende, maioritariamente, aos grandes produtores e apresenta oportunidades de melhoria para atender aos pequenos e médios produtores que estão produzindo com capital próprio. Nessa modalidade, a pesquisa revelou que os produtores rurais de Goiás usam, atualmente, 29 tipos de linhas de financiamento, com taxas de juros e prazos variados. Os bancos públicos continuam no protagonismo do SNCR – o Banco do Brasil sozinho possui uma carteira de aproximadamente 179 bilhões de reais. Em 2016, foram responsáveis por 1.782.443 contratos, 80% do total, e liberaram R\$ 90.886.852.443,67, 56% de todo o valor contratado.

Na pesquisa bibliográfica, trabalhou-se com a hipótese de Silva (2012). O autor afirma que a produção com capital privado de agroindústrias ou fornecedores via CPR física já é predominante no financiamento da agricultura do Centro-Oeste. Este estudo revelou que essa alternativa é pouco adotada em Goiás. A pesquisa permite afirmar que essa modalidade tem atendido apenas poucos e grandes produtores – mesmo constatando que essa seja uma das melhores fontes de capital. Por esse instrumento, os produtores recebem o pagamento à vista, lastreado na venda de produtos e mercadorias, e, com isso, é possível realizar a negociação da safra agrícola sem endividamento atrelado a taxas de juros. Reduz-se, assim, a pressão sazonal da oscilação de preços dos produtos rurais.

As empresas que trabalham com essa alternativa conseguem liberar o recurso financeiro com mais agilidade do que as instituições financeiras; nessa modalidade, não existe cobrança de IOF e há maior flexibilidade no oferecimento de garantias, pois, ao contrário das operações firmadas pelo modelo oficial, o penhor é bem aceito e, em boa parte dos casos, as empresas que financiam a produção aplicam taxas de antecipação menores do que as taxas cobradas nas demais modalidades.

A pesquisa revelou que em alguns casos foi praticada taxa zero. Diante dos dados levantados, pode-se afirmar que a falta de conhecimento faz essa alternativa não ser tão adotada. A grande maioria dos produtores diz que tem conhecimento só das modalidades de crédito rural de recursos obrigatórios, linhas do BNDES e crédito rural de recursos livres. É perceptível que o grupo de produtores tem pouco conhecimento dos títulos privados de financiamento do agronegócio.

Em relação ao tempo de liberação dos recursos, a pesquisa revelou que as instituições não financeiras são mais rápidas que as instituições financeiras. Esse é um fator extremamente relevante, que merece atenção, pois essa atividade sofre muita interferência de oscilações climáticas e cambiais.

Foram identificadas oportunidades de melhoria no processo de financiamento do agronegócio, que devem ser observadas pelos envolvidos na cadeia: agilidade no processo de concessão do crédito; disponibilização de linhas de crédito com taxas menores; existência de muita burocracia no processo de formalização, desde a etapa de avaliação até a liberação do empréstimo; disponibilização de financiamentos que sejam mais adequados à realidade do produtor rural; reclamações de produtores quanto à prática de vendas casadas, como seguros de vida, no processo de concessão do crédito e quanto aos curtos prazos dos empréstimos.

Referências

ALMEIDA, L.F. de; ZYLBERSZTAJN, D. Crédito agrícola no Brasil: uma perspectiva institucional sobre a evolução dos contratos. **Interxnet – Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, v.3, p.267-287, 2008. DOI: 10.18568/1980-4865.32267-287.

BACEN. Banco Central do Brasil. **Manual do Crédito Rural (MCR)**. Atualização MCR nº 651, de 3 de julho de 2018. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/mcr/completo>>. Acesso em: 7 out. 2018.

BACEN. Banco Central do Brasil. Carta-circular nº 3203, de 30 de agosto de 2005. **Esclarece acerca da formalização de operações de crédito rural**. 2005.

Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BARROS, G.S'.A. de C. **Agronegócio brasileiro: perspectivas, desafios e uma agenda para seu desenvolvimento**. Piracicaba: Cepea/Esalq, 2006.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Agropecuária**: [forma de apoio]. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/navegador/finalidades/agropecuaria#!/>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 5 out. 1988. Seção 1, p.1-32.

BRASIL. Decreto-Lei nº 167, de 14 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre títulos de crédito rural e dá outras providências. **Diário Oficial**, 15 fev. 1967. p.1841.

BRASIL. Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural. **Diário Oficial da União**, 9 nov. 1965. Seção 1, p.11465.

BRASIL. Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989. Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 set. 1989. Seção 1, p.17361.

FERREIRA, K.C. **A importância do agronegócio para Goiás**. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/pub/conj/conj2/07.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

LEITE, S.P.; WESZ JUNIOR, V.J. Estado, políticas públicas e agronegócio no Brasil: revisitando o papel do crédito rural. **Revista Pós Ciências Sociais**, v.11, p.83-108, 2014.

MACEDO, F.C.; MATTOS, E.N. O papel dos Fundos Constitucionais de Financiamento no desenvolvimento regional brasileiro. **Ensaio FEE**, v.29, p.355-384, 2008.

MELO, M.M.; MARINHO, É.L.; SILVA, A.B. O impulso do crédito rural no produto do setor primário brasileiro. **Revista Nexos Econômicos**, v.7, p.9-35, 2013. DOI: 10.9771/1516-9022rene.v7i1.6763.

PEREIRA, S.E.; FIGUEIREDO, A. dos S.; LOUREIRO, P.R.A. Avaliação do impacto da utilização de crédito, da educação e da escolha do canal de comercialização na horticultura: caso do núcleo rural do Distrito Federal. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.44, p.773-799, 2006. DOI: 10.1590/S0103-20032006000400008.

PINTOR, E. de; SILVA, G.M. da; PIACENTI, C.A. Crédito rural e crescimento econômico no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, p.5-19, 2015.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical

Computing, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 7 jan. 2017.

RESENDE, G.M.; SILVA, D.F.C. da; SILVA FILHO, L.A. da. **Avaliação dos efeitos econômicos dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Nordeste, do Norte e do Centro-Oeste**: uma análise por tipologia da Política Nacional de Desenvolvimento Regional entre 1999 e 2011. Brasília: Ipea, 2015. (Ipea. Texto para discussão, 2145).

SCHUMPETER, J.A. **A teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SILVA, F.P. **Financiamento da cadeia de grãos no Brasil**: o papel das tradings e fornecedores de insumos. 114p. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Brazilian agriculture Innovation and production distribution^{1,2}

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho³

Abstract – This study aims to analyze the evolution of Brazilian agricultural production from the 1960s to now. We will summarize some of the main findings from the historical view of Brazilian agriculture development. The arguments should rest here on how technical change and the national system of innovations have built an institutional environment to boost the agricultural sector, particularly in the past few decades. It is not easy to describe the path of Brazilian agricultural development, but organizing some important historical facts can help creating a full picture. The future challenge is to include marginalized farmers into the technology revolution. From the standpoint of public policy-making, the internal diversity of farming therefore requires specific actions to promote production and reallocate resources to the different segments and regions. There needs to be a clear policy for increasing technology absorption capacity, which entails making progress in rural extension outreach and education.

Keywords: agriculture, development, economic growth.

Agricultura brasileira: inovação e distribuição da produção

Resumo – O objetivo deste estudo é analisar a evolução da produção agrícola brasileira da década de 1960 até o momento. Faz-se um resumo das principais conclusões da visão histórica do desenvolvimento da agricultura brasileira. Os argumentos devem repousar sobre como as mudanças técnicas e o sistema nacional de inovações construíram um ambiente institucional para impulsionar o setor agropecuário, particularmente nas últimas décadas. Não é fácil descrever o caminho do desenvolvimento agropecuário brasileiro, mas a organização de alguns fatos históricos importantes pode ajudar a criar um quadro completo. O desafio futuro é incluir os agricultores marginalizados na revolução tecnológica. Do ponto de vista da formulação de políticas públicas, a diversidade interna da agricultura requer ações específicas para promover a produção e realocar recursos para os diversos segmentos e regiões. É necessário que haja uma política clara para aumentar a capacidade de absorção de tecnologia, o que implica avançar no alcance da extensão rural e na educação.

Palavras-chave: agricultura, desenvolvimento, crescimento econômico.

¹ Original recebido em 25/9/2017 e aprovado em 15/1/2018.

² I am very grateful to Ipea colleagues for helpful comments and critiques. Furthermore, I acknowledge financial support from the Institute for Applied Economic Research (Ipea-Brazil). The usual disclaimers apply.

³ Planning and research analyst at the Institute for Applied Economic Research (Ipea-Brazil) from Agricultural Studies Department; Professor in the Graduate Agribusiness Program at the University of Brasília (Propaga/UnB); and Visiting Scholar at Technological Change Lab (TCLab) and at the Institute of Latin American Studies (ILAS), Columbia University, 2014. E-mail: jose.vieira@ipea.gov.br

Introduction

This study aims to analyze the evolution of Brazilian agricultural production from the 1960s to now. We will summarize some of the main findings from the work written by Vieira Filho & Fishlow (2017). The arguments should rest here on how technical change and the national system of innovations have built an institutional environment to boost the agricultural sector, particularly in the past few decades. It is not easy to describe the path of Brazilian agricultural development, but organizing some important historical facts can help creating a full picture⁴.

In order to understand the economic view, one needs to discuss two different but correlated processes. The first relates to the source of knowledge, for which the case of Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), created in 1973, is an example of institutionally induced innovation (Hayami & Ruttan, 1985; Alves, 2010). The second is related to technology adoption and its diffusion. The innovation generated by public atmosphere cannot be understood as a separate step from the rural extension services and the educational system. Technology transfer is successful only when the role of public research organizations reaches the core of production units increasing the absorptive capacity (Cohen & Levinthal, 1989; Lundvall, 1992).

Brazil was a net importer of food in the 1960s. At that time, there was a pessimistic scenario in food production regarding the imbalance of the supply side (low productivity and food scarcity) and the demand side (fast growth of population and economy). Afterwards, in the following decades, research was conducted on improving degraded tropical soils, plant breeding, genetic engineering, integrated management of pests, intensive use of mechanization, and multi product diversification in the same harvest land.

Since the 1970s, development of agricultural knowledge and its effective use by local

producers was central to the spread of productivity gains. From 1961 to 2012, the food production index increased more than eight times, while, during the same period, the size of the Brazilian population grew around 2.5 times. In 1961, the Brazilian population was around 75 million people. More recently the latest demographic census estimates the population at roughly 200 million. This means that Brazil increased its agricultural production *per capita*. This performance, consequently, helped to improve domestic food security and boost foreign trade.

The country became a net exporter and a global player in agribusiness. However, just a small part of producers benefited from this tropical agriculture revolution. Data shows, according to agricultural census, that from roughly 5.1 million of agricultural exploitations in 2006, only 10 percent of farms (medium and high income) generated 85 percent of the gross value of production. In contrast, 90 percent of farms (classified as in extreme poverty and low income) accounted for only 15 percent of production (Alves & Rocha, 2010).

This discrepancy is related to the diffusion process associated to market failures. While a small part of farmers was able to contract private technical consulting, around 4 million farm units were out of the market. Farms with small-scale production sell their output in the domestic market at a lower price and import input at a higher price. On the other hand, large-scale production offers its output into the international market at a better price and negotiates lower costs (inputs) with the supplier segment. It is clear that rural extension and education that connect learning and innovation to growth require closer attention through policy design in the years ahead.

This paper is organized as follows. The first section characterizes the theoretical approach based on the evolutionary theory. The following section presents the evolution of Brazilian production and shows us how a cluster of agricul-

⁴ To deeply study Brazilian agriculture, we recommend a reading on several documents that were published in the past few years, such as Gasques et al. (2010), Buainain et al. (2014), and Vieira Filho & Gasques (2016).

tural technologies has changed the productive environment since the creation of Embrapa. The third section analyzes the production inequalities in Brazil as it is the biggest problem to be faced by the government in the forthcoming period. Finally, there are concluding remarks.

Theoretical approach

The idea that I will present here on production and agricultural growth relies on the evolutionary theory of economic change as supported by Nelson & Winter (1982). It is the core theoretical concept of my main studies, which I then apply towards the agriculture sector. On one hand, motivation for relying on the evolutionary theory lies in the traditional criticism of orthodox theory as being based on unrealistic and highly constraining assumptions like rationality, profit maximization, and market equilibrium. For example, the definition of agriculture by the mainstream theory as a sector that faces a kind of *treadmill effect*⁵ is a very restrictive assumption as it implies that technological change would be given. Agriculture cannot only be understood as a sector that imports exogenous technology.

On the other hand, thoughts based on evolutionary theory examine industrial innovation and economic change under more realistic hypotheses. From my point of view, technical change is understood as a part of a process that begins outside the farm (external knowledge) but is increasingly embodied within the unit of

production (Vieira Filho et al., 2005; Vieira Filho & Silveira, 2011, 2012). Nonetheless, there are also feedback effects from the unit of production that influence the parameters of technological innovations in the supplier industry, thus modifying adoption and diffusion of technology. Chiaromonte & Dosi (1993) developed a model to explain the learning process between the interactions of two sectors: suppliers and receptors of knowledge. The coevolution of sectors is at the heart of analyzing agricultural innovations. To support this argument, we should think differently about the learning process and the absorptive capacity of recognizing new knowledge in agriculture (Srinivas & Vieira Filho, 2015).

Technological competition for productive resources in the agricultural sector leads to persistent searches for innovations, characterizing an evolutionary dynamic enhanced by agents, and to higher regional concentration of capital. The science and technology play an important role in a dynamic context as well as in the importance of regional interaction and sustainable development. The main assumptions are: i) local learning determines regional growth in agriculture and ii) the development of social productive networks increases the spread of knowledge, thus raising productivity. It should be emphasized that innovation in the agricultural sector depends on an institutional framework that stimulates public knowledge and technological opportunities, as theorized by Lundvall (1992) through the concept of “national system of innovation”. This is the example of Embrapa. In addition, the producers’

⁵ Pure, or perfect, competition embodies very restrictive assumptions. On this basis, Cochrane (1958) develops a model of technological change in agriculture. Innovation results in a reduction of cost and a shift up in the production frontier. Likewise, with the same amount of inputs it is possible to produce larger output moving the supply function to the right. Total economic welfare increases as a consequence of technological progress. Its allocation between producers and consumers depends on supply and demand price elasticities. If producers are able to increase profit by larger sales and thereby compensate for the decline of revenue by a fall in price, their welfare will increase. Consumers will also gain because their consumption will be at a lower price. When demand elasticity is zero, a large decline of price cannot be compensated by any increase in sales. So there is a sharp fall in total revenue resulting in a net loss to producers. In this extreme case, the entire welfare increase is transferred to consumers paying a lower price for the same quantity. Technological change does not benefit the adopters; the only beneficiaries are consumers. When introduction of new technologies increases the quantity supplied and pushes down product prices, producers seek innovation in order to reduce their production costs. First movers and early adopters gain profits. As innovation diffuses more widely, the supply curve shifts to the right, price falls and surplus profit disappears. Laggards incorporate new technology unless they decide to leave the market. To sum up, farmers unable to keep the running on the treadmill are expelled from agriculture. They move to urban areas and to the nonagricultural sector. This process helps industry and services in urban areas by lowering wage cost. In a subsistence economy, the treadmill effect transfers welfare to producers by augmenting the quantity consumed on each family farm. To develop agriculture as a business, investment in new knowledge is crucial to increase production. Mainstream economic analysis assumes that technical change is largely an exogenous process.

absorptive capacity of accumulating knowledge determined by site location also drives innovation in the agricultural sector.

Technical change is the main source of growth in the economy. Agents search for innovations to build new products (creating monopolistic market and increasing profits) and to create new knowledge or technologies (expanding efficiency and saving productive factors). According to Dosi (1984), the concept of industrial *filières* (or productive chain) illuminates a system of interdependence based on input-output and technological relations. The adoption of new technology is based on previous accumulated knowledge as well as on a mechanism of experimentation that, once successful, influences the diffusion of this new technology. The diffusion process is important to the supplier segment in order to increase sales and expand profits. When adapting the new technology into specific regional productive conditions, the interdependence between the unit of production and the supplier industry is defined by the exchange of information (Vieira Filho, 2012).

On the opposite side, the definition of agricultural activities by Pavitt (1984) as a *supplier-dominated sector* suggests that technological change would be not internally generated. It should be recognized that not all technological development and new knowledge in agriculture come with the acquisition of inputs offered by outside agents. To support the alternative ideas, as stated by Vieira Filho et al. (2005), as well as by Vieira Filho & Silveira (2011), the learning process and the absorptive capacity of recognizing new knowledge in agriculture should also incorporate endogenous processes. It is quite similar to the approach discussed by Cohen & Levinthal (1989).

The innovation process in agriculture (adoption and diffusion of technology) is organized through complex production systems in the productive chain. Foster & Rosenzweig (1995) have demonstrated how agricultural sectors with imperfect knowledge about management of the new seeds developed significant barriers

to adoption, and how these barriers diminished simultaneously as farmers' experience with the new technologies increased. These are some comments sustaining the focus of this study.

We shall address the following questions: How was the creation of Embrapa an example of institutional induced innovation? Can public research increase the absorptive capacity of agricultural firms? Can local learning influence regional growth? How is this growth linked to learning and dissemination of knowledge? Can productivity growth be applied in different Brazilian regions and how? What kind of solution could be addressed to deal with production inequalities in the near future?

To answer these questions in a comprehensive manner, we focus on the explanation of the learning process and the absorptive capacity of recognizing new knowledge. Investments in research and experimentation activities in the unit of production increase the farmers' ability to exploit external knowledge, which is a critical component of innovative capabilities. The theoretical framework of innovation may be essential to show the importance of agricultural production in Brazil. However, this thinking cannot explain a huge inequality where a great number of producers are excluded from the market. The marginal producers do not incorporate technology. Furthermore, they face market failures, and need different innovation policies to evolve.

Technological clusters in tropical agriculture: the case of Brazil

Brazil used to be a net importer of food until the 1980s. However, over the past fifty years, intensive use of science and technology resulted in dramatic gains in productivity. Even though technological breakthroughs have played an important role in production, the green revolution cannot be understood solely as a transfer process of technology. Induced innovation based on local institutional change was central to Brazil becoming one of the world's largest food exporters.

Brazilian agriculture is a good case study to understand that green revolution cannot be a process separate from local transformations. Brazil was one of the few developing countries that incorporated external knowledge from international research centers to adapt new information to tropical conditions. Evolve from net food importer to self-sufficiency in the domestic and external markets, institutional changes were essential to promote research and development in the tropical agriculture. Technologies created by developed countries could not easily be adapted to the Brazilian environment. By the time, agricultural production suddenly changed. During the 1960s, there was less diversity of crops and livestock production as well as high risk of food insecurity. Since the middle of 1980s, Brazilian agriculture has experienced a huge expansion in its economic indicators.

In the 1970s, policy makers were aware of the production problem and they decided to invest in research and rural extension services. Embrapa was created in 1973 to provide solutions for research, development and innovation in agriculture in order to avoid an imminent domestic food crisis. Public investments were oriented to establish the system of technical assistance and rural extension. Institutional changes were responsible for creating national strategies (top down and universally) and for funding policy design at the state level. The main objective was to offer knowledge applied to tropical conditions, as well as essential rural extension services to producers.

While Embrapa was the core of innovation, a technical assistance system was responsible for the diffusion process to connect farm units with applied knowledge generated by research centers. In the beginning, the executive board of Embrapa invested in human resources and then decided to decentralize research centers in different parts of Brazil. It was important to improve applied research to deal with local reality. In 1975, a branch of Embrapa specializing in soybean crops was created in Paraná state. Nowadays, there are 46 decentralized units

spread around the country, and divided by crop, regional environment and agricultural themes. In 1973, there was a predominance of workers without post-graduation. In 1978, this situation was reversed, increasing the share of researchers with master's degree. Since then, the evolution of PhD researchers has increased continuously, while, in 2000, this group became the most relevant in the total research staff. In 2013, there were more than two thousands PhD scientists, representing 83 percent of the scientific team. In a comparison, as noted by Correa & Schmidt (2014), the main agricultural research branch in Argentina (INTA) employed about 2300 researchers, in which less than 20 percent hold a PhD. Embrapa's success would not have been achieved if agricultural exploitations had not absorbed the new knowledge to raise productivity and reduce production costs.

Around the 1980s, development of agricultural knowledge and its effective use by local producers was central to productivity gains. Research was conducted in three main fields: i) improvement of degraded tropical soils; ii) plant breeding and genetic engineering; and iii) integrated management practices. To summarize several clusters of innovation linked to these institutional changes, Vieira Filho & Fishlow (2017) pointed some of them out to give an idea of the impact on national production:

- 1) Agricultural liming technique turned the acidic soil of the Cerrado into arable land. Cerrado is a biome quite similar to African savanna. For a long time, Brazilian farmers had referred to this region as "*campos cerrados*" (or closed and inaccessible land), because of inappropriate soil characteristics (with high acidity and aluminum levels) to sustain agricultural production. As land is a scarce resource and the potential for growth is restricted, the expansion of the agricultural frontier toward the Cerrado turned into one of the most productive and attractive marginal lands worldwide. From 1955 to 2014, the Cerrado incorporated more than

40 million hectares from only 200 thousand hectares of arable land. The Midwest became the most important region in Brazil to produce grains and livestock. In the same period, the regional Midwest share of gross value of total agricultural production went from 6 percent to almost one third (1/3). The largest growth of this share occurred after the 1990s. In 2011, Midwest exceeded its production compared to traditional regions, such as South and Southeast. Ranked as the third region in national production in the 1960s, Northeast lost ranking over time, from 24 to 13 percent. This region remained behind in the technological development;

- 2) The “tropicalization” of the soybean crop, in which seed varieties became more tolerant to tropical climates (drier and warmer at lower latitudes) with a lifecycle shorter than the traditional plant, enabled two harvests per year. Starting in 1976, the corn planting after the 1st soybean crop was called “*safrinha*”, which means small harvest. In the beginning, it was a residual production, with a low quantitative importance and a high market risk. The *safrinha* planting provides a better use of soil, and represents a national comparative advantage against international competitors. In the past, the *safrinha* production involved only Paraná and São Paulo. Later, with learning advances over time, production expanded to Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso and Minas Gerais. The expansion of *safrinha* was attributed primarily to the need of corn consumption on the farm unit, and to domestic demand in the production of pigs and poultry. Afterwards, as production was given in a more favorable season because of shorter lifecycle of soybean seed, the economic return increased. On one hand, the final price of corn became better, once the productive

supply was reduced in the off-season. On the other, the costs were smaller, since the seed planted came from the previous harvest that was purchased at a lower price. Another factor was that fertilization carried out in 1st harvest still remained in the soil. In 1980, *safrinha* represented less than 1 percent of the total production (79 thousand tons). In 2001, when the production of corn began to grow exponentially, its share hit close to 12 percent (or 3.9 million tons). In 2011, *safrinha* production became superior to that in the 1st crop. The diminutive term – *safrinha* – lost its reason to exist. The vigorous harvest has achieved a status of 2nd crop, which reached roughly 54 percent, or equivalent to 39 million tons. In 2014, total production of corn (1st plus 2nd crops) reached 85 million tons, with approximate *safrinha* share of 64 percent from total corn production;

- 3) Biological nitrogen fixation is a technique that has been adjusted to Brazilian tropical conditions. It offers a natural means of providing nitrogen for plants, an essential nutrient for plant growth in a farming system. The inoculation of bacteria on soybean seeds that capture nitrogen from the soil allowed more production with less fertilizer use, contributing to higher yields per hectare. This technique has boosted not only the rapid growth of soybean production in Brazil but also the development of Proálcool – the biggest bioenergy program to substitute oil in the 1970s worldwide. The economic result would be enough to recover all the investment in the creation and consolidation of Embrapa. For example, in a production of 27 million hectares of soybeans, the necessary parameter for nitrogen fertilization without fixation would spend a surplus annually to nearly US\$ 7 billion. Therefore, this technol-

ogy enabled resource savings, providing cheap and healthy foods to society;

4) The no-tillage system was developed to differ from the traditional techniques of soil tillage that were practiced in temperate climate farming. The organic material left in the soil becomes rich natural fertilizer, arising from decomposed straw in the previous harvests. The advantages are a less use of agrochemicals and a better control of the erosion process. Therefore, it can save water and reduce carbon emissions. With more than half of cultivated land, Brazil has become a reference in using this kind of system. It is an innovation process that results in competitiveness gains, particularly in the conservation of natural resources. In 1973, the no-tillage planting began with 180 hectares, but only since 1990 has the system intensified. In 1995, this innovation process was applied in 3.8 million hectares and, in 2012, 31.8 million hectares. Particularly in the soybean crop, planted area already represents around 90 percent nowadays;

5) The enhancement of pasture by a *Brachiaria* breeding⁶ transformed the Cerrado into a region with high-yielding livestock production and reduced the average time to slaughter an animal. At the same time, it expanded the international competitiveness of Brazilian beef exports. The livestock production growth in Brazil depended on pasture land expansion until 1985. Subsequently, this growth was based on animal performance (carcass weight) and stocking rate (animal head per hectare). Currently, Brazil has become the second largest exporter of beef worldwide;

6) High-yield seed varieties were developed in the 1980s to be more resistant to diseases, reducing crop losses and expenditures on insecticides. In the 1990s, the diffusion of planting genetically modified (GM) organisms has grown in the world. In Brazil, GM soybean was illegally planted for the first time in 1997. The legalization of planting GM varieties occurred later: soybeans in 2003, cotton in 2005, and corn in 2008. The legalization of GM cropping spreads the use of biotechnology in Brazil. In 2011, Embrapa produced the first variety of GM beans, a basic food of Brazilian culture and an important crop cultivated by small farms. The planting of GM organisms simplified management and agricultural practices, reducing the use of herbicides and pest controls as well as increasing income. In 2014, the area planted with GM varieties of soybean, corn and cotton was, respectively, 93, 83 and 67 percent, high standards by international comparison. According to the national system of property rights in Brazil, as studied by Vieira Filho & Vieira (2013), in 2012, the accumulated amount of protected seeds counted for 1708 varieties in different crops. The share of Embrapa in this number was about one third of the properties. The percentage share of Embrapa was also significant when analyzing the crops separately: soybean (29.3), corn (86.3), and cotton (46.7);

7) As a result, with a new frontier for production, the marginal price of land was to a large degree kept down by competition facilitating a large scale introduction of mechanization together with geographic characteristics such as flat lands and pattern suitable rainfall. So it

⁶ As viewed by Correa & Schmidt (2014), this breeding was a result of crossbreeding between an African grass called *Brachiaria* and a native grass, many times more productive than native species and three times higher than the African plant. Related to this, the time to slaughter was reduced from four years to less than two (around 18 and 20 months).

was possible to expand the agricultural frontier toward the Midwest in the Cerrado and sustain Brazilian production of agriculture and livestock at international levels of productivity. Mechanization in agriculture has increased, as shown by a significant reduction of crop area per tractor. Not only are more vehicles used, but their power has increased;

- 8) Finally, migration played an important role on learning and diffusion process of technology. Accumulated knowledge by agents in the South was essential to improve productivity in the new agricultural frontier. The capacity to answer productive problems combines, on one hand, agents' experience and, on the other hand, investment on research and science.

The Cerrado covers an area of 204 million hectares, nearly 24 percent of Brazil's surface (or even a size 34 percent larger than the Corn Belt region in the United States, 73 percent of all the Argentine territory or equal to 3.7 France). The expansion of Brazilian agriculture follows the Cerrado region over time, spreading agricultural production from South to Midwest and Northeast more recently. Before the 1980s, the land was incompatible with most crops and large-scale production of food. By the 1970s, the pioneer states were Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina and São Paulo. In the following decade, production grew to Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais and lastly Mato Grosso. And then, during the 1990s and 2000s, there was a final push of the agricultural frontier toward the Northeast and North regions that are still developing.

To give an idea about the dimension of technical change mentioned here, quantifying the amount of land used in a situation where technological breakthrough remains constant, from the 1960s to 2010s, as measured by Vieira Filho & Fishlow (2017), the land-saving effect in the crop production is estimated at approximately 129 million hectares over this period. By analogy, the land-saving effect in livestock farming would be

equal to nearly 646 million hectares. The total land-saving effect including the contribution of food crops and beef production is estimated at 775 million hectares, an area almost equal to a country the size of Brazil (851.5 million hectares). In other words, the use of technology was able to save around 91% of Brazilian surface as a strategic resource and also to supply more food to the domestic and international markets.

Production inequalities

The only factor that explains a sharp reduction of food prices is technology. The production cost does not fall without adoption of new technologies. So innovation means food supply growth and lower prices for consumers. There are two effects: one is in the producer's response to research and development to keep growing, and the other is the indirect effect on consumer income. The first effect shifts the supply curve to the right, and the second increases the demand for food. The role of agriculture should also be considered from the perspective of poverty reduction. Poor people are more influenced by a decline in food prices than rich people. If the shift in supply curve is higher than the non-price related growth in demand, prices fall and the poorest consumers represent the majority of the beneficiaries.

Nonetheless, the success of Brazilian agriculture in recent years was not sufficient to develop all regions and diminish productive inequalities. The growth in Brazilian agriculture co-evolved with structural heterogeneity and dualities, as stated by Vieira Filho (2013) and Vieira Filho & Fornarzier (2016). Despite great increases in production, some challenges still remain. The technological changes in agricultural productions that have occurred in Brazil in recent decades point to growth in productivity.

The technological changes in agricultural production that have occurred in Brazil in recent decades point to growth in productivity (Vieira Filho et al., 2012). According to Figure 1, the agricultural total factor of productivity (TFP), a

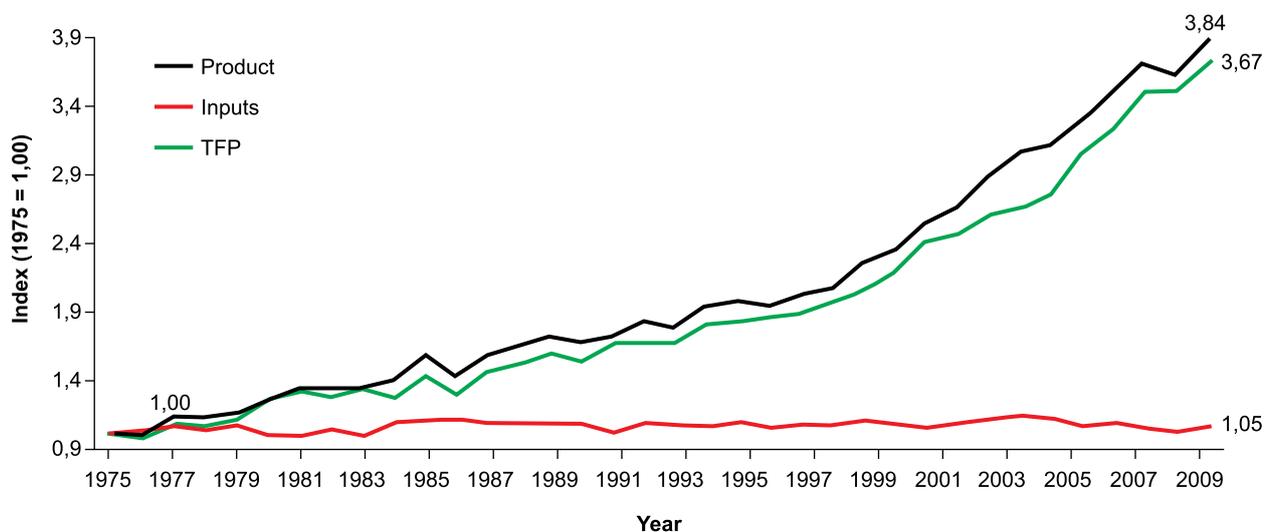


Figure 1. Indices representing growth in agricultural production, input use, and total factor productivity - TFP (1975 to 2010).

Source: Vieira Filho et al. (2012).

measure of efficiency in the use of productive factors, has increased by 267 percent since 1975. This indicates a trend of continuous growth in Brazilian agriculture. In the period analyzed, the index for input use (use of labor, capital and land) was stable (only 5 percent growth) while the production index indicates a 284 percent increase in agricultural output. Most of the growth in production is attributed to the growth in technology, showing that it is possible to produce more with fewer resources. As studied by Gasques et al. (2016), a structural change was showed after the year of 1997. Before, TFP growth was almost 3 percent, while after this year the growth rate increased to more than 4 percent.

By contrast, most producers have a rather low absorptive capacity of knowledge and thus they do not necessarily benefit from these technology efficiency gains. In addition, they continue to have limited access to new technologies⁷. TFP growth represents the technology efficiency gains for small part of farms units (the richest ones), which are responsible for a huge percentage of the gross value of production. Therefore,

for comprehensive agricultural development in Brazil, one must incorporate growth with inclusive production.

As previously reviewed by Alves & Rocha (2010), the high concentration of production stands out (Table 1). According to Agricultural Census (IBGE, 2006), data shows that 10 percent of farms (medium and high income) generated 85 percent of the gross value of production. In contrast, 90 percent of farms (extreme poverty and low income) accounted for only 15 percent of production. In the group of extreme poverty, 63 percent of the unit exploitations contributed less than 4 percent of product. Variations between regions and crops indicate a very strong structural heterogeneity that makes the widespread implementation of technology more difficult.

Considering this, farm units can be subdivided into three income strata: i) extreme poverty; ii) low-income; and iii) medium and high-income. At the top of population, represented by the medium and high-income groups, the farm units are very efficient. At the lower

⁷ Absorptive capacity of knowledge is the ability of agents to recognize, assimilate and apply a new knowledge to generate innovations in the production process. For its application to agriculture, see Vieira Filho & Silveira (2011).

Table 1. Farm revenue distribution by income groups (2006).

Income groups by minimum wage equivalent	Monthly minimum wage equivalent	Number of farms (in thousands)	%	Gross value of annual production (billion)	%
Extreme poverty	(0 a 2]	3.242	69.6	6.5	3.9
Low income	(2 a 10]	960	20.9	18.5	11.1
Medium income	(10 a 200]	416	9.0	59.9	35.9
High income	>200	23	0.5	81.7	49.0
Total – Brazil		4.641	100.0	166.7	100.0

Source: IBGE (2006).

Minimum wage equivalent = monthly gross value of production/monthly minimum wage.

limit, the agricultural establishments have a lack of technological content.

First, in the bottom group, extreme poverty includes about 3.2 million farm units, which are marginalized from agricultural production, as well as excluded from any sector of economic activity. This group lacks basic structures of productive organization (micro and macroeconomics). Around 60 percent of the total farm units considered to be in extreme poverty are concentrated in the Northeast. By contrast, the Midwest has the lowest percentage of extreme poverty, around 4 percent. In order to push efforts into the reduction of rural poverty, public policies should be focused on regional strategies. Regarding the data related to demographic analysis, the highest urbanization rate is found in the most developed areas like Southeast, Midwest and South. The Northeast and North have the lowest urbanization rates (approximately, 73 percent each), although the former has the second largest regional population in Brazil (28 percent) just behind the Southeast region. Thus, the Northeast has the highest percentage of extreme poverty in rural areas and the lowest urbanization rate. This means that Northeast has the highest probability to face a rural exodus in the near future.

Second, the low-income group (960 thousand agricultural units) should be assisted by the government with policies to support and promote small-scale production, usually family farming. These farm units have a low ability to use

external knowledge and restricted technological content, with deficiencies on management and microeconomic levels. Access to credit and use of new technologies should be improved. The government should develop technical assistance and public research in order to reduce market failures and include more farms in production.

Finally, the agricultural wealthy includes the upper and middle incomes (439 thousand farm units). For this group, the absorptive capacity of technology becomes a secondary issue. However, they demand stable and favorable macroeconomic guidelines for sales growth. Public policy should be conducted on questions that focus on macroeconomics, such as competitiveness stimulus, export promotion, agricultural insurance, and logistics.

At the microeconomic level, although Brazilian agriculture has experienced tremendous growth in TFP, the absorptive capacity of technology on farms is still very low. According to the Agricultural Census of 2006 (IBGE, 2006), the low education levels of the majority of farm units plus the weakness in applied management of knowledge limit their capacity to absorb external knowledge, which discourages growth in productivity. Two indicators can examine this limitation: i) educational level; and ii) received technical guidance.

As for educational level, 90 percent of impoverished landowners did not have elementary education, with 27 percent illiterate and 12

percent not educated. These producers do not know how to seek technical guidance in the use of new technology, leading them to underuse or inefficiently use such innovations. In a regional comparison, Northeast has the worst performance in education, with 59 percent of landowners illiterate and not educated of which only 36 percent with elementary school, and a small number with high school and higher education. These numbers stand in contrast to other regions and they show a huge gap between developed and non-developed regions.

In terms of received technical guidance, only 22 percent of farm managers received some kind of technical assistance in 2006. The large majority (78 percent) did not receive any technical guidance at all. Regional statistics show once more that Northeast presents a lag-behind in rural extension services compared to other regions. In Northeast, 92 percent of farm managers did not receive technical support in the production process. South has shown better indicators than other regions. While in the South and Northeast there is a predominance of small farms, in the Midwest large-scale production dominates. The small-scale production in the South has better institutions and infrastructure to develop, but this situation is not the same in the Northeast.

The challenge is to include marginalized farmers into the technology revolution. From the standpoint of public policy-making, the internal diversity of farming therefore requires specific actions to promote production and reallocate resources to the different segments and regions. There needs to be a clear policy for increasing technology absorption capacity, which entails making progress in rural extension outreach and education. This requires policy instruments that are more closely integrated across the federal, state and municipal levels. Transforming market-based extreme poverty farming will be the main challenge for agricultural planning and policy in Brazil over the next few years.

Final remarks

The general objective addressed here is to investigate the importance of learning spillovers and the ability of agents to explore external knowledge, with particular emphasis on the case of Brazilian agriculture. Specifically, it evaluates the process of technological innovation in agriculture and its regional determinants in terms of productivity gains, giving explanations for differential growth among agricultural regions in Brazil (for example, a discussion that compares the poverty-stricken regions of the Northeast *versus* the most modernized rural areas of Southern regions). A scenario of public policies to reduce structural heterogeneity in Brazilian agriculture should be developed.

This study attempts to build arguments necessary to formulate public policies designed to promote economic growth and, at the same time, attenuate the social and environmental impacts of small, medium and large crop and livestock farming production in different Brazilian regions. The results should be highly instrumental in designing extension service and planning educational policies in different agricultural areas, in order to develop potential and marginal areas. Since the creation of Embrapa, clusters of innovation have changed Brazilian production. From 1989 to 2015, the agribusiness sector also contributed positively to the trade surplus of Brazil. While the manufacturing industry experienced a trade deficit, agribusiness, crop and livestock farming jointly, generated a positive surplus in the entire period. The overall trade balance for Brazil was not worse due to the agricultural performance in the past few years. The recent commodity boom helped in this trajectory, but of course the relevant fact was the technological breakthrough, as we observed over this analysis. The balance trade of agribusiness (exports minus imports) increased from approximately US\$ 11 billion in 1989 to US\$ 82.9 billion in 2013, showing an annual growth rate of 8.8 percent in the period. In 2015, this agribusiness performance represented more than a half of the total Brazilian foreign trade.

The public intervention took place primarily in the institutional research construction. The diffusion was stimulated by the private sector. There are market failures that exclude a lot of farm units from modernization. We should note that the function of Embrapa was to produce technology, not sell it. Whenever the government interferes in prices, there is a market distortion, which can expand the market failures. This is what happened in the last decade when the government decided to keep the price of gasoline down, impacting negatively on the sugar and alcohol sectors. There is a strong pattern of gross income concentration, on the one hand, and a heavy burden of extreme poverty in farming, on the other. In the most backward regions, farming is more unequal and accounts for a large proportion of rural poverty. The government needs to create a favorable environment for innovation. The firm-centered knowledge networks within innovation systems as a part of institutional change are essential to developing a dynamic growth process. The example of Embrapa shows that intervention should not be targeting production but regulatory policy design trying to stimulate international trade.

References

- ALVES, E. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, ano 19, p.64-72, 2010. Edição especial.
- ALVES, E.; ROCHA, D. de P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. Cap.11, p.275-290.
- 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.
- CHIAROMONTE, F.; DOSI, G. The micro foundations of competitiveness and their macroeconomic implications. In: FORAY, D.; FREEMAN, C. (Ed.). **Technology and the wealth of nations: the dynamics of constructed advantage**. London: Pinter, 1993. p.107-134.
- COCHRANE, W.W. **Farm prices: myth and reality**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1958.
- COHEN, W.M.; LEVINTHAL, D.A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, v.99, p.569-596, 1989. DOI: 10.2307/2233763.
- CORREA, P.; SCHMIDT, C. Public research organizations and agricultural development in Brazil: how did Embrapa get it right? **Economic Premise**, v.145, p.1-10, 2014.
- DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**. London: Macmillan, 1984. DOI: 10.1007/978-1-349-17521-5.
- FOSTER, A.D.; ROSENZWEIG, M.R. Learning by doing and learning from others: Human capital and technical change in agriculture. **Journal of Political Economy**, v.103, p.1176-1209, 1995. DOI: 10.1086/601447.
- GASQUES, J.G.; BACCHI, M.R.P.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E.T.; VALDES, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. Cap. 5, p.143-163.
- GASQUES, J.G.; VIEIRA FILHO, J.E.R.; NAVARRO, Z. (Org.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010.
- HAYAMI, Y.K.; RUTTAN, V.W. **Agricultural development: an international perspective**. rev. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro, 2006.
- LUNDEVALL, B.-Å. (Ed.). **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.
- NELSON, R.R.; WINTER, S.G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, p.343-373, 1984. DOI: 10.1016/0048-7333(84)90018-0.
- SRINIVAS, S.; VIEIRA FILHO, J.E.R. **Farms versus firms in economic development: the assumptions and consequences of learning dynamics in agriculture and manufacturing**. Brasília: Ipea, 2015. (Ipea. Discussion Paper, 207).
- VIEIRA FILHO, J.E.R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista CEPAL**, v.111, p.103-121, 2013. DOI: 10.18356/7248f152-es.
- VIEIRA FILHO, J.E.R. Technological trajectories and learning in agricultural sector. In: GLOBELICS INTERNATIONAL CONFERENCE, 10., 2012, Hangzhou. **Innovation and Development: opportunities and challenges in globalisation: anais**. Hangzhou: Globelics, 2012.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; CAMPOS, A.C.; FERREIRA, C.M. de C. Abordagem alternativa do crescimento agrícola: um modelo de dinâmica evolucionária. **Revista Brasileira de Inovação**, v.4, p.425-476, 2005. DOI: 10.20396/rbi.v4i2.8648919.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. Brasília: Ipea, 2017.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; FORNAZIER, A. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista CEPAL**, v.118, p.215-233, 2016. DOI: 10.18356/06f8a4ae-es.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; SILVEIRA, J.M.F.J. da. Modelo evolucionário de aprendizado agrícola. **Revista Brasileira**

de Inovação, v.10, p.265-300, 2011. DOI: 10.20396/rbi.v10i2.8649017.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; SILVEIRA, J.M.F.J. da. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, p.721-742, 2012. DOI: 10.1590/S0103-20032012000400008.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; VIEIRA, A.C.P. **A inovação na agricultura brasileira**: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares. Brasília: Ipea, 2013. (Ipea. Texto para Discussão, 1866).

VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G.; SOUSA, A.G. Can Brazil feed the world? Not yet, but it has the potential! In: THE FUTURES of agriculture. Rome: Global Forum on Agricultural Research, 2012. (Brief No. 33 - English). GFAR.

Imperfeições de mercado e concentração de renda na produção agrícola¹

Geraldo da Silva e Souza²

Eliane Gonçalves Gomes³

Eliseu Alves⁴

Resumo – O desempenho da agricultura brasileira é calculado por medidas de eficiência técnica por meio de um modelo de envoltória com disponibilidade plena – *Free Disposal Hull* (FDH). A modelagem do processo de produção é condicional a variáveis contextuais potencialmente associadas a imperfeições de mercado. A fronteira de produção é gerada por uma medida de probabilidade produto. As observações de produção são agregadas por município, tomando-se os microdados do Censo Agropecuário 2006. A medida de eficiência é orientada a produto e assume retornos variáveis à escala. A produção é medida pela renda total rural, e os insumos considerados são gastos com terra, trabalho e insumos tecnológicos. As covariáveis do processo de produção são crédito, assistência técnica, indicador social (infraestrutura), indicador ambiental, indicador demográfico e concentração de renda, medida pelo índice de Gini. O desempenho da produção responde favoravelmente no nível de 95% aos indicadores social e demográfico. As demais variáveis não são estatisticamente significantes no nível de 95%. As intensidades dos efeitos marginais diferem por região. Desse modo, políticas públicas direcionadas à inclusão de pequenos produtores no fluxo produtivo demandam orientação regional.

Palavras-chave: desempenho da produção agrícola, FDH condicional, método de momentos generalizados, regressão fracionária.

Market imperfections and income concentration in agricultural production

Abstract – The Brazilian agriculture performance is assessed by means of technical efficiency measures obtained using an envelope model under free disposability of inputs – *Free Disposal Hull* (FDH). The production process is conditional to contextual variables potentially related to market imperfections. The production frontier is generated by a product probability measure. Production observations are aggregated by municipalities using the micro data reported in the Brazilian agricultural census of 2006. The technical efficiency measure is product oriented under variable returns to scale. The production variable is total rural income and the inputs are expenditures with land, labor and technological inputs. The covariates of the production process are credit, technical assistance,

¹ Original recebido em 26/9/2017 e aprovado em 15/1/2018.

² Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas. E-mail: geraldo.souza@embrapa.br

³ Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas. E-mail: eliane.gomes@embrapa.br

⁴ Assessor do Presidente da Embrapa, pesquisador da Embrapa. E-mail: eliseu.alves@embrapa.br

social indicator (infrastructure), environment indicator, demographic indicator and income concentration computed by the Gini index. Production performance responds favorably, at the 95% level, to the social and demographic indicators. The remaining covariates are not statistically significant at the 95% level. The intensities of marginal effects differ by region. Thus, public policies envisaging productive inclusion of small farmers require regional orientation.

Keywords: performance of agricultural production, conditional FDH, generalized method of moments, fractional regression.

Introdução

Como enfatizado em Alves & Souza (2015), há evidências no Censo Agropecuário 2006 de que a modernização da agricultura no passado recente excluiu 3,9 milhões de estabelecimentos rurais, de um total de 4,4 milhões. Além disso, o censo mostra que apenas 500 mil estabelecimentos rurais, 11,4% do total, produziram 87% do valor total da produção em 2006. É importante notar também que, dos 3,9 milhões excluídos, 2,9 milhões produziram valor que correspondente a meio salário mínimo, em média, por estabelecimento. Ao considerar a população dos 500 mil estabelecimentos principais geradores de renda, aproximadamente 27.300 geraram 51% do valor total da produção. Ou de outro modo, 0,62% do número total de estabelecimentos rurais foi responsável por mais que 50% do valor total da produção agrícola em 2006. Depreende-se desses números uma enorme concentração na renda da produção rural brasileira.

Alves et al. (2013a, 2013b) identificaram a tecnologia, e não terra e trabalho, como o principal insumo responsável pela concentração observada da renda. As imperfeições de mercado seriam a causa principal que impede o acesso dos produtores rurais à tecnologia. O conceito de imperfeição de mercado é discutido em Alves & Souza (2015). As imperfeições de mercado resultam de assimetrias no acesso ao crédito para produção e exportação, à infraestrutura, à disponibilidade de informação, à extensão rural e assistência técnica e à educação.

Elas são tipicamente desfavoráveis à pequena produção. A falta de infraestrutura física e a educação deficiente dificultam a extensão

rural e, portanto, o acesso à tecnologia. Alves & Souza (2015) realçam o fato de que os pequenos produtores são forçados a comercializar sua produção a preços baixos relativamente aos gastos com insumos – não conseguem negociar a preços favoráveis. Em outras palavras, a negociação desfavorável na obtenção de insumos pode conduzir a preços mais altos para a adoção de tecnologias melhores, e isso impede a produção eficiente.

A contribuição deste trabalho está na identificação de covariáveis de importância no contexto de imperfeições de mercado, que potencialmente afetam o processo de produção no nível municipal.

A medida condicional de eficiência técnica que se considera aqui é calculada por meio do conceito de envoltória de dados com disponibilidade plena condicional – *Free Disposal Hull* (FDH) condicional – como definido em Daraio & Simar (2007) e Bădin et al. (2012). O tratamento econométrico apropriado leva em conta a noção de regressão fracionária (Ramalho et al., 2010).

Variáveis de produção e covariáveis

A fonte de dados primária deste artigo é o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2012b). Outras fontes são o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2012a) e indicadores do Ministério da Saúde (Brasil, 2014) e do Ministério da Educação (Ideb, 2012). No sistema produtivo, toma-se como resposta a renda bruta da produção agropecuária agregada no nível municipal (soma das rendas dos estabelecimentos). Como insumos, consideram-se gastos com terra, com trabalho e com insumos tecnológicos, incluindo fluxos de capital (soma dos gastos dos estabelecimentos

em cada dimensão de insumo). A definição desses construtos é a mesma usada em Souza et al. (2013). O número de observações válidas é de 4.965 municípios.

As variáveis contextuais consideradas são o índice de Gini municipal (concentração de renda municipal), a proporção de estabelecimentos que receberam assistência técnica, total do crédito agrícola municipal e indicadores de infraestrutura (indicador social), demográfico e ambiental.

As variáveis da dimensão social refletem o nível de bem-estar propiciado por fatores como disponibilidade de água e energia elétrica e forma de esgotamento sanitário no domicílio rural. Refletem também indicadores do nível de educação e de saúde, diretamente relacionados com a melhor qualidade de vida dos residentes.

Os dados usados na dimensão social foram extraídos do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2012a), do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2012b) e das bases de dados do Ideb – educação (Ideb, 2012) e do SUS – saúde (Brasil, 2014).

As variáveis da dimensão demográfica captam os aspectos relacionados à dinâmica da população que tende a acompanhar o desenvolvimento rural. Mudanças na composição etária da população têm chamado a atenção dos estudiosos da questão demográfica. Foi incluída a razão de dependência que mede o peso relativo da população considerada inativa (de 0 a 14 anos e de 60 anos ou mais de idade) sobre a população potencialmente ativa (de 15 a 59 anos de idade). Essa medida reflete as condicionantes demográficas que favorecem o desenvolvimento do município. A fonte de informação para os atributos demográficos é o Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2012a).

A dimensão ambiental foi aferida a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2012b) sobre as práticas recomendadas de uso do solo adotadas nos estabelecimentos rurais.

Os indicadores social, demográfico e ambiental aqui considerados são aqueles propostos em estudo não publicado, apoiado pelo Instituto CNA (2013)⁵, cujo objetivo é o desenvolvimento de um indicador global de desenvolvimento rural.

Medidas FDH e FDH condicionais de eficiência técnica

A discussão que segue tem por base Daraio & Simar (2007) e Bădin et al. (2012). Esses trabalhos introduzem uma interpretação probabilística para a análise não paramétrica de processos de produção, que permite a avaliação de variáveis contextuais ao processo produtivo (potencialmente endógenas ou não). A associação desses resultados com a proposta binomial de Ramalho et al. (2010) – *two part model* – para modelos DEA (*Data Envelopment Analysis*), permite propor uma abordagem original para caracterizar estatisticamente a influência de covariáveis, endógenas ou não, no estudo de fronteiras não paramétricas sob disponibilidade plena.

Considere observações de produção (x_j, y_j) , $j = 1, K, n$, de n unidades produtoras (DMUs). O vetor de insumos x_j é um vetor de R^3 com componentes não negativas com pelo menos uma componente estritamente positiva. A resposta y_j , produção, é um ponto de R^+ , o conjunto dos números reais não negativos. A eficiência técnica FDH orientada a produto da DMU τ é definida por

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}(x_\tau, y_\tau) &= \text{Max} \left\{ \lambda; \lambda y_\tau \leq \sum_{j=1}^n \gamma_j y_j, x_\tau \geq \sum_{j=1}^n \gamma_j x_j, \right. \\ &\quad \left. \sum_{j=1}^n \gamma_j = 1, \gamma_j \in \{0, 1\} \right\} \\ &= \text{Max}_{i: x_i \leq x_\tau} \left\{ \frac{y_i}{y_\tau} \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

A medida FDH acima é sensível à presença de observações atípicas. Em estatística

⁵ CNA. Confederação Nacional da Agricultura. Índice de Desenvolvimento Rural. [Brasília]: CNA, 2013. Documento não publicado.

não paramétrica, a abordagem usual para o tratamento de observações atípicas e da heteroscedasticidade é a consideração de ranks (ordens) como resposta (Conover, 1999). Adota-se aqui a mesma abordagem, i.e., o processo de produção é definido por meio dos ranks das variáveis de produção normalizados pelo máximo – 4.965 –, com exceção do índice de Gini.

Para avaliar a importância de uma variável contextual contínua Z , de dimensão m , na medida de eficiência FDH, condiciona-se o processo de produção à observação $Z = z$ e calculam-se as medidas apresentadas em

$$\hat{\lambda}(x_j, y_j | z_j) = \max_{\{i: x_i \leq x_j, |z_i^l - z_j^l| \leq h_{in}, L, |z_i^u - z_j^u| \leq h_{ou}\}} \left\{ \frac{y_i}{y_j} \right\} \quad (2)$$

em que os z_j são observações de Z para a DMU j , e z_j^i é a observação da i -ésima componente do vetor Z . As componentes h_{in} representam janelas ótimas necessárias para a estimação da função densidade condicional. O processo de cálculo dessas janelas, trabalhoso, não será descrito aqui. A abordagem usada neste trabalho segue a proposta de Souza et al. (2017).

Para a avaliação da influência de covariáveis em processos de produção, Daraio & Simar (2007) sugerem a estatística

$$q_n(x_j, y_j | z_j) = \frac{\hat{\lambda}_n(x_j, y_j | z_j)}{\hat{\lambda}_n(x_j, y_j)}$$

como variável resposta. Dada a dificuldade de interpretação dessa razão, optou-se pela análise do numerador. Em um modelo orientado a produto, o inverso dessa variável assume valores no intervalo (0,1], com percentual positivo de observações unitárias. Desse modo, pode-se formular o modelo

$$\hat{\lambda}^{-1}(x_j, y_j | z_j) = \begin{cases} 1 & \text{com probabilidade } F(\beta'z_j) \\ G(\delta'z_j) & \text{com probabilidade } 1-F(\beta'z_j) \end{cases} \quad (3)$$

com valor esperado para a resposta apresentado em

$$E[\hat{\lambda}_n^{-1}(x_j, y_j | z_j)] = F(\beta'z_j) + [1-F(\beta'z_j)]G(\delta'z_j) \quad (4)$$

A equação de momentos viabiliza o uso de técnicas clássicas de regressão, como o método de mínimos quadrados não lineares e o método de momentos generalizados – *Generalized Method of Moments* (GMM) (Gallant, 1987; Greene, 2011), e, portanto, permite a avaliação da significância estatística de covariáveis endógenas presentes na especificação. O GMM foi a opção deste estudo, considerando crédito, assistência técnica e concentração de renda como variáveis endógenas. A consistência das medidas reduz os problemas de correlação entre as observações de eficiência induzida pelo método de cálculo. Essa abordagem pode ser estendida a modelos com resposta DEA na presença de endogeneidade e trata propriamente a condição de separabilidade em modelos inferenciais em dois estágios, discutida em Simar & Wilson (2007) nesse contexto.

Resultados estatísticos

A Tabela 1 mostra as medidas FDH por região normalizadas ao intervalo (0,1]. Nota-se maior eficiência no Centro-Oeste, seguido de Sudeste, Sul, Norte e Nordeste. Nessa tabela, duas regiões classificadas com o mesmo código não diferem significativamente.

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos com GMM. Como função resposta, considera-se a especificação definida pela função de distribuição normal para a probabilidade de resposta unitária, combinada com a função logística para as respostas entre 0 e 1. As duas formulações são dependentes do mesmo construto linear μ :

$$\mu = (1, \text{crédito, assistência técnica, indicador demográfico, indicador social, indicador ambiental, concentração de renda})'\theta \quad (5)$$

Tabela 1. Médias da eficiência FDH não condicional por região.

Região	Média	Desvio padrão	Frequência	Código
Norte	0,4773	0,0118	405	A
Nordeste	0,3175	0,0058	1.666	B
Sudeste	0,6482	0,0061	1.531	C
Sul	0,6474	0,0070	1.143	C
Centro-Oeste	0,7771	0,0160	220	D
Total	0,5288		4.965	

Isto é, admite-se que o valor esperado da razão seja dado por

$$E[\hat{\lambda}_n^1(x_j, y_j | z_j)] = \Phi(\mu_j) + [1 - \Phi(\mu_j)] \frac{e^{\mu_j}}{1 + e^{\mu_j}} \quad (6)$$

O valor do teste de sobreidentificação de Hansen é de 6,4647 (p-valor = 0,1670), com distribuição qui-quadrado com quatro graus de liberdade sob a hipótese nula de especificação correta do modelo. Não há evidência suficiente para rejeição da hipótese nula.

A resposta esperada é uma função monótona crescente de μ . A correlação entre valores

preditos e observados no modelo GMM é de 62%.

Os fatores contextuais que influenciam significativa e positivamente a eficiência condicional são o indicador de infraestrutura (social) e o indicador demográfico. Crédito, assistência técnica e concentração de renda são positivos e não significativos. O indicador ambiental é negativo e não estatisticamente significativo. Nota-se um efeito regional marcante na média do construto linear. A Tabela 3 mostra os valores médios do construto linear estimado por região e a probabilidade média de um município da região se tornar eficiente por influência dos valores

Tabela 2. Resultados do modelo estimado via GMM.

Parâmetro	Estimativa	Desvio padrão	Valor t	Pr > t
Constante	-2,0607	0,4490	-4,59	<0,0001
Crédito	0,2610	0,2359	1,11	0,2685
Social	1,1503	0,3431	3,35	0,0008
Ambiental	-0,0804	0,2394	-0,34	0,737
Assistência técnica	0,5302	0,4583	1,16	0,2473
Gini	0,3835	0,7106	0,54	0,5895
Demográfico	1,2356	0,1535	8,05	<0,0001
Centro-Oeste	0,2780	0,0841	3,31	0,001
Norte	0,2858	0,0523	5,47	<0,0001
Nordeste	0,0086	0,0576	0,15	0,8816
Sul	0,0476	0,0860	0,55	0,5795

Instrumentos: indicador demográfico, indicador demográfico², indicador social, indicador ambiental, existência de energia elétrica, taxa de alfabetização de pessoas com dez anos ou mais de idade, tipo de abastecimento de água no domicílio rural, razão entre população rural e urbana no município, índice de desenvolvimento da educação básica, índice de desempenho do SUS, variável indicadora da região Centro-Oeste, variável indicadora da região Norte, variável indicadora da região Nordeste, variável indicadora da região Sul.

Tabela 3. Construto linear estimado e probabilidade de se tornar eficiente, por região.

Região	Probabilidade de μ				Construto linear μ			
	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Norte	0,4091	0,1465	0,1505	0,7566	-0,2486	0,3992	-1,0340	0,6953
Nordeste	0,2180	0,0832	0,0784	0,6635	-0,8065	0,2735	-1,4160	0,4220
Sudeste	0,5550	0,1691	0,1246	0,8467	0,1423	0,4572	-1,1524	1,0223
Sul	0,6150	0,1010	0,2489	0,8640	0,3011	0,2683	-0,6781	1,0985
Centro-Oeste	0,6601	0,1224	0,3445	0,8938	0,4379	0,3524	-0,4003	1,2470

das variáveis contextuais. Nota-se que esse efeito será mais facilmente observado no Centro-oeste (66%), seguido do Sul (61%), Sudeste (55%), Norte (41%) e Nordeste (22%). Esses valores acompanham as estimativas dos valores médios do construto linear μ .

A Tabela 4 mostra a correlação de posições entre as variáveis crédito, assistência técnica, concentração de renda e eficiência técnica. As correlações são relativamente altas e positivas, indicativo de que a eficiência não condicional observada é associada a municípios com valores elevados dessas variáveis contextuais. Já a não significância desses fatores no modelo condicional (Tabela 2) é indicativo de que mudanças substanciais na agricultura por meio dessas variáveis seriam efetivas na melhoria do desempenho do processo produtivo. A redução das

imperfeições de mercado, no sentido de Alves & Souza (2015), tem potencial de redução da concentração da renda e de melhoria do acesso da extensão rural aos produtores não incluídos no processo produtivo.

Considerações finais

Usando dados de Censo Agropecuário 2006 e de outras fontes oficiais brasileiras, examinou-se a influência de variáveis associadas à imperfeição de mercado e à concentração de renda na eficiência da produção rural do Brasil no nível municipal. Como medida de eficiência técnica, foi usado o FDH orientado à produção, com retornos variáveis à escala. A análise explora uma visão de probabilística da fronteira de produção e é levada a cabo por uso de dis-

Tabela 4. Correlação de Spearman entre crédito, assistência técnica, concentração de renda e eficiência técnica não condicional.

	Eficiência	Crédito	Concentração de renda	Assistência técnica
Eficiência	1,0000	0,6483	0,3696	0,6006
		<0,0001	<0,0001	<0,0001
Crédito	0,6483	1,0000	0,0437	0,6758
	<0,0001		0,0021	<0,0001
Concentração de renda	0,3696	0,0437	1,0000	-0,0824
	<0,0001	0,0021		<0,0001
Assistência técnica	0,6006	0,6758	-0,0824	1,0000
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

tribuições condicionais e não condicionais. A fronteira de eficiência condicional às variáveis contextuais é estimada pelo método de momentos generalizados (GMM) e considera a potencial endogeneidade das variáveis crédito, assistência técnica e concentração de renda.

As variáveis críticas para a melhoria do desempenho da eficiência técnica condicional são infraestrutura (indicador social) e o indicador demográfico. Encontrou-se evidência de que a redução de imperfeições de mercado, por meio de seus efeitos no crédito e na assistência técnica, será benéfica para a produção. Entende-se que a melhoria do indicador social é um passo nessa direção.

Regionalmente, a agricultura do Centro-Oeste tem o melhor desempenho. *Ceteris paribus*, para o status quo essa região tem maior potencial de resposta no sentido de aumento de eficiência do que as demais regiões, via variáveis contextuais. A inclusão produtiva para ser efetiva deve passar por ações de redução de assimetrias de mercado (políticas públicas), para permitir o aumento uniforme dos desempenhos regionais.

Pelos Censo Agropecuário 2006, 500 mil estabelecimentos, num total de 4,4 milhões, modernizaram a agricultura; 3,9 milhões ficaram à margem e compõem a pobreza rural do Brasil. O índice de eficiência técnica capta a modernização e sintetiza isso num número para cada estabelecimento. As imperfeições de mercado, sintetizadas em duas variáveis, influenciam o desempenho da eficiência técnica que mede quão distante o agricultor ficou da fronteira de produção. As imperfeições de mercado impõem restrições ao produtor que impedem a localização correta em relação à fronteira de produção. Elas afetam também o desempenho da extensão rural, pois implicam que a tecnologia que depende da compra de insumos não seja lucrativa e, por isso, não poderá ser adotada. Assim, as políticas públicas precisam reunir em seu arsenal iniciativas que deem aos pequenos produtores chances de competirem em igualdade com os grandes quanto aos preços que pagam pelos insumos e aos preços de venda dos produtos.

O mesmo vale para crédito rural, educação e contratos. Sem envolver as lideranças, prefeitos, governadores e o nível federal, a luta contra as imperfeições de mercado fracassará, e a agricultura não será capaz de extirpar a pobreza rural. E o peso da luta contra a pobreza rural recairá nas políticas de transferência de renda, como o Bolsa Família e a aposentadoria rural.

Referências

- ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, p.7-21, 2015.
- ALVES, E.R.; SOUZA, G. da S. e; ROCHA, D. de P. Desigualdade nos campos sob a ótica do censo agropecuário 2006. **Revista de Política Agrícola**, ano 22, p.67-75, 2013a.
- ALVES, E.R.A.; SOUZA, G.S.; ROCHA, D. de P.; MARRA, R. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013b. p.13-45.
- BÄDIN, L.; DARAIO, C.; SIMAR, L. How to measure the impact of environmental factors in a nonparametric production. **European Journal of Operational Research**, v.223, p.818-833, 2012. DOI: 10.1016/j.ejor.2012.06.028.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **IDSUS: Índice de Desempenho do SUS**. [2014]. Disponível em: <http://idsus.saude.gov.br/documentos/IDSUS_Texto_Base_13-03-14.pdf>. Acesso em: 3 out. 2018.
- CONOVER, M.J. **Practical nonparametric statistics**. 3rd ed. New York: Wiley, 1999. 584p.
- DARAIO, C.; SIMAR, L. **Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: methodology and applications**. New York: Springer, 2007. 248p.
- GALLANT, A.R. **Nonlinear Statistical Models**. New York: J. Wiley & Sons, 1987. DOI: 10.1002/9780470316719.
- GREENE, W.H. **Econometric Analysis**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011.
- IBGE. **Censo 2010**. [2012a]. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 24 jan. 2012.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. 2012b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

IDEB. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica. **Nota Técnica**. [2012]. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado/>>. Acesso em: 24 jan. 2012.

RAMALHO, E.A.; RAMALHO, J.J.S.; HENRIQUES, P.D. Fractional regression models for second stage DEA efficiency analyses. **Journal of Productivity Analysis**, v.34, p.239-255, 2010. DOI: 10.1007/s11123-010-0184-0.

SOUZA, G. da S. e; GOMES, E.G.; ALVES, E.R. de A. Conditional FDH efficiency to assess performance

factors for Brazilian agriculture. **Pesquisa Operacional**, v.37, p.93-106, 2017. DOI: 10.1590/0101-7438.2017.037.01.0093.

SOUZA, G. da S.; ALVES, E.R. de A.; MAGALHÃES, E.; ROCHA, D.P. Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. In: ALVES, E.R. de A.; SOUZA, G. da S.; GOMES, E.G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o Desenvolvimento da Agricultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2013. p.47-86.

Análise de risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri¹

Cícero Francisco de Lima²
Kilmer Coelho Campos³

Resumo – O objetivo deste trabalho é avaliar o risco da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri cearense em 2013. Os dados da pesquisa são de natureza primária, coletados por questionários. A amostra envolveu 66 produtores rurais e, como técnica de análise, adotou-se o cálculo de indicadores econômicos em condição determinística e de risco via Método Monte Carlo. Os principais resultados evidenciaram que é baixa a probabilidade de os produtores se manterem na atividade no longo prazo, ou seja, os indicadores de margem líquida, lucro, índice de lucratividade e taxa de remuneração do capital mostram probabilidades inferiores a 50%. Já na análise por grupos, para os produtores de pequeno porte e principalmente para os de médio e grande portes os resultados são favoráveis no curto e longo prazos.

Palavras-chave: análise de rentabilidade, Método Monte Carlo, produção de frutas.

Risk analysis of irrigated fruit farming in the Northeast Region of Cariri, Ceará

Abstract – This study is relevant considering that the fruit growing sector in the State of Ceará and particularly in the Cariri region has great importance in the agricultural production and generation of income in the State. The objective of this study was to evaluate the risk of economic return on irrigated fruit production in the micro region of Cariri, Ceará, Brazil, in the period of 2013. The data of the research are of primary nature, collected through questionnaires. The sample used was 66 farmers. Economic analysis of the deterministic and risk conditions obtained through the Monte Carlo method was used as analysis technique. The main results showed that producers present low probability of staying in the activity in the long run, that is, the net margin, profit, profitability and return on capital rate presented odds below 50 %. In the analysis by groups, small producers and especially medium and large producers showed favorable results in the short and long terms.

Keywords: profitability analysis, Monte Carlo method, fruit production.

Introdução

O Brasil, em razão de suas condições naturais – clima, luminosidade e solo, – é extrema-

mente rico na produção e diversidade de frutas. A exploração de frutas é de grande importância nos contextos social e econômico brasileiros.

¹ Original recebido em 21/11/2017 e aprovado em 16/1/2018.

² Economista, mestrando em Economia Rural. E-mail: cyaralyrna@hotmail.com

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

Apesar da crise econômica, a fruticultura é um dos setores de maior destaque do agronegócio brasileiro. A produção de frutas atingiu resultados expressivos no País, o que resultou em oportunidades para os pequenos produtores. Somos o terceiro maior produtor de frutas do mundo, superados apenas por China e Índia (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2015).

De acordo com a Produção Agrícola Municipal (2013), a produção nacional de frutas em 2013 foi classificada em 22 espécies, e o valor total da produção foi de R\$ 23,2 bilhões, acréscimo de 10,2% em relação a 2012 (Campos et al., 2016).

O Sudeste é o principal polo de produção em âmbito nacional, mas a introdução da fruticultura nas demais regiões criou mais oportunidades de emprego e de renda e estimulou a industrialização no País. Tanto a fruta in natura quanto na forma de alimentos e bebidas são de grande aceitação e movimentam a economia nas cidades brasileiras (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2015).

No Nordeste, apesar das fortes limitações hídricas e de solo semiárido, o setor de fruticultura é de elevada importância social e econômica para o País. A região é responsável por 27% da produção nacional de frutas – coco, goiaba, mamão, manga, maracujá, abacaxi e melão, entre outras. Destacam-se como condicionantes do bom desempenho da fruticultura no Nordeste a luminosidade, a temperatura e a umidade relativa do ar, que dão à região vantagem comparativa diante do Sul e Sudeste (Vidal & Ximenes, 2016).

Segundo os autores, o setor de fruticultura irrigado nordestino foi amplamente beneficiado com a implantação de infraestrutura hídrica pelo governo federal, o que viabilizou a irrigação e possibilitou a criação e expansão de polos de fruticultura no semiárido de Pernambuco, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte.

Campos et al. (2015) analisaram aglomerações produtivas de fruticultura irrigada na microrregião do Cariri cearense e identificaram destaques na produção de banana, manga, maracujá, goiaba, mamão e coco. Independentemente do porte produtivo, a produção de banana é a que mais se destaca. Essa cultura⁴ gerou faturamento bruto anual médio de R\$ 14.603,93 e R\$ 51.674,29, respectivamente, aos micros e pequenos produtores. Já os produtores de médio e de grande porte obtiveram, em média, renda bruta anual de R\$ 159.168,00 e R\$ 3.905.000,00, respectivamente.

Mas a fruticultura irrigada no Nordeste está sujeita a inúmeras incertezas, relacionadas a limitações de previsibilidade e acontecimentos, e este trabalho tem por objetivo avaliar economicamente a produção de fruticultura irrigada sob condições determinística e de risco na microrregião do Cariri cearense em 2013. Parte-se desta hipótese básica: a fruticultura irrigada da microrregião do Cariri apresenta rentabilidade positiva e baixo risco econômico para os produtores locais.

Segundo Campos et al. (2016), o agronegócio de frutas cearense é de fundamental importância na produção do País. O valor total das exportações de frutas do Ceará corresponde a 11% das exportações brasileiras.

Referencial teórico

Análise de risco na agricultura

De acordo com Sá (1999), um acontecimento é considerado de risco quando se conhece a exata distribuição de probabilidade de cada um dos possíveis eventos relacionados à tomada de decisão; já uma situação é considerada como incerta quando não se tem conhecimento específico da distribuição de probabilidade para dado evento futuro, usando para isso conhecimento

⁴ De acordo com Campos et al. (2015), os valores da área cultivada e a produção média anual na região são estes: micro produtor, 1,76 ha e 21.052 kg; pequeno produtor, 5,13 ha e 115.817 kg; médio produtor, 9,6 ha e 130.760 kg; e grande produtor, 275 ha e 5.500 t.

acumulado de experiências anteriores (Martins, 2013).

Dessa forma, na literatura costuma-se diferenciar risco de incerteza. O risco é a situação na qual é possível identificar as probabilidades de certo evento acontecer; já no caso da incerteza, não é previsível a chance de obter cada resultado. Esse raciocínio é amplamente aplicado para as decisões de investimentos, sendo, portanto, interessante trabalhar com previsão de risco ao qual o empreendimento está envolvido.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC, 2007), o risco é algo pertencente à atividade empresarial, em que a noção da existência dele e a capacidade de administrá-lo, juntamente com a disposição de assumi-lo e de tomar decisões, são fatores importantes. Assim, o resultado das iniciativas de um empreendimento mostra que o risco pode ser gerenciado com o fim de subsidiar os administradores na tomada de decisão – esse procedimento visa alcançar objetivos e metas dentro do prazo, seguindo as condições preestabelecidas (Ching & Colombo, 2012).

O setor agrícola possui características específicas quando comparado a outros segmentos produtivos. Na agricultura, a taxa de retorno é largamente influenciada por fatores climáticos, biológicos, oscilações não previsíveis de preços no mercado, bem como problemas de saúde dos trabalhadores rurais (Burgo, 2005).

Nas empresas rurais, os riscos são classificados como diretos e indiretos. Os diretos são aqueles que o produtor pode controlar, considerados de maior importância na análise econômica da atividade; já o indireto é aquele sobre o qual o produtor tem pouco ou nenhum controle, como alterações climáticas (Dias, 2017).

O processo de administração de risco requer a avaliação e o entendimento dos diversos problemas a serem gerenciados tendo em vista a maximização dos retornos esperados (Burgo, 2005).

Segundo Casarotto Filho & Kopittke (2007), existem na literatura três métodos básicos

para análises em condição de risco: matrizes de decisão, análise de sensibilidade e simulação. As matrizes de decisão comparam as alternativas de investimentos com as possíveis eventualidades futuras, considerando os vários cenários existentes. A análise de sensibilidade procura identificar o efeito gerado pela variação que cada um dos dados de entrada pode ocasionar nos resultados. Já a análise de simulação permite obter resultados com oscilação simultânea de mais de uma variável. Este último método é uma importante técnica de análise de sistemas complexos, de relevante importância para as tomadas de decisão (Moreira et al., 2016).

Para avaliar o risco envolvido na produção de fruticultura irrigada na microrregião do Cariri cearense, foi empregada a técnica de simulação de Monte Carlo. Conforme Gitman (2010), esse método é amplamente usado e, ao executá-lo, são gerados números aleatórios para cada distribuição de densidade de probabilidade em relação às variáveis de entrada do modelo; em seguida, as variáveis de saída são calculadas, e os valores de cada simulação são armazenados. Por fim, é obtida a distribuição de probabilidade esperada para as variáveis de saída e as distribuições de probabilidade das variáveis de entrada. Nesse processo, são respeitados os pressupostos determinados no modelo e, assim, as incertezas do método de simulação são transformadas em risco, obtendo-se as probabilidades de rentabilidade (Moreira et al., 2016).

A simulação Monte Carlo, entre os procedimentos usados na análise de risco, é considerado um método simples na execução dos dados. Segundo Noronha (1987), as estimativas não devem ser nem muito pessimistas nem otimistas em excesso – devem ser equilibradas para satisfazer o processo de tomada de decisões; e esse meio termo é amplamente usado e obtido com a simulação Monte Carlo, pois ele fornece uma ideia das probabilidades de ocorrência de situações adversas, bem como as consequências sobre os resultados do investimento (Martins, 2013).

O Método Monte Carlo consiste das seguintes etapas: seleção e identificação das distribuições de probabilidades das variáveis em estudo; seleção aleatória de um valor de cada variável em estudo associada à probabilidade de sua ocorrência; determinação do valor do indicador de desempenho do sistema, considerando o valor da variável associada à probabilidade de ocorrência; e, por fim, a repetição da segunda e terceira etapas, até que a distribuição de probabilidade do indicador de rentabilidade satisfaça às exigências das tomadas de decisões de um investimento (Melo et al., 2012).

Metodologia

Área de estudo e amostragem

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a microrregião do Cariri pertence à Mesorregião Sul do Ceará. Está dividida em oito municípios – Barbalha, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras e Santana do Cariri –, sua população em 2010 foi estimada em 534.139 residentes e possui área de 4.532,60 km². A área de estudo envolveu os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha e Mauriti.

O tamanho da amostra foi determinado pelo procedimento de Cochran (1977). Segundo Campos et al. (2016), esse método considera uma proporção p igual a 50 %, o que leva a uma amostra com tamanho máximo, assegurando alto nível de representatividade e erro amostral de 10 %. Está condicionado a um intervalo de confiança de 95 % e curva de distribuição normal padronizada. Esse procedimento amostral pode ser representado por

$$n = \frac{z^2 \times p \times q \times N}{e^2(N - 1) + z^2 \times p \times q} \quad (1)$$

em que n = tamanho da amostra; z = abscissa ou escore sobre a curva distribuição normal padronizada ($z = 1,96$); p = parâmetro de proporção para n máximo no universo populacional

($p = 1/2$); $q = (1 - p)$; N = tamanho da população e e = erro amostral ($e = 0,10$).

Os dados da pesquisa foram obtidos por amostragem aleatória simples, via questionários, tendo em vista a população de produtores registrados nas secretarias de agricultura dos municípios. Foram entrevistados 74 produtores de fruticultura irrigada em um universo de 200 produtores. No entanto, foram considerados apenas 66 produtores de banana, goiaba e manga, responsáveis por uma produção mais expressiva e homogênea.

O critério de classificação quanto ao porte de renda bruta dos produtores foi dividido de acordo com Campos (2008): microprodutor – faturamento bruto anual de até R\$ 40 mil; pequeno produtor – renda bruta anual acima de R\$ 40 mil e até R\$ 80 mil; médio produtor – renda bruta anual maior do que R\$ 80 mil e até R\$ 500 mil; e grande produtor – renda anual acima de R\$ 500 mil. A amostra envolveu 46 micros, 13 pequenos, 6 médios e 1 grande produtor.

Cálculo de indicadores de rentabilidade

Os indicadores analisados neste artigo têm por base o trabalho de Campos & Campos (2017). Esses autores, no cálculo de custos de produção, fazem referência à metodologia desenvolvida inicialmente por Matsunaga et al. (1976) e aperfeiçoada por Martin et al. (1998).

Os indicadores calculados foram Renda Bruta (RB), Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT), Margem Bruta (MB), Margem Líquida (ML), Lucro (L), Índice de Lucratividade (IL) e a Taxa de Remuneração do Capital (TRC).

A RB da atividade pode ser obtida por

$$RB = \sum P_i \times Q_i \quad (2)$$

em que P_i é o preço do produto i ($i = 1, \dots, n$) e Q_i é a quantidade produzida do produto i .

O *COE* ou Custo Variável Total (*CVT*) é o somatório dos custos com mão de obra permanente, mão de obra temporária, insumos e energia usados pelos produtores de banana, goiaba e manga:

$$COE = \sum_{a=1}^m (P_a \times Q_a) + \sum_{b=1}^n (P_b \times Q_b) + \sum_{c=1}^r (P_c \times Q_c) + \sum_{e=1}^j (P_e \times Q_e) \quad (3)$$

em que

P_a = preço da mão de obra permanente a contratada ($a = 1, \dots, m$)

Q_a = quantidade de mão de obra permanente contratada

P_b = preço da mão de obra temporária b contratada ($b = 1, \dots, n$)

Q_b = quantidade de mão de obra ou do serviço contratado temporário b

P_c = preço do insumo c ($c = 1, \dots, r$)

Q_c = quantidade do insumo

P_e = preço da energia e ($e = 1, \dots, j$)

Q_e = quantidade consumida de energia.

O *COT* corresponde ao somatório do *COE*, de Outros Custos Operacionais (*OCP*) e da depreciação de bens duráveis (*DEP*). O *OCP* compreende encargos diretos, seguro e outras despesas.

$$COT = COE + OCP + DEP \quad (4)$$

Já o Custo total (*CT*) é o somatório do *COT* mais a remuneração do capital (*RC*) e da remuneração da terra (*RT*)⁵:

$$CT = COT + RC + RT \quad (5)$$

A *MB* é dada por

$$MB = RB - COE \quad (6)$$

e representa o que resta de dinheiro para remunerar os custos fixos

Se $MB > 0$, então $RB > COE$ e o produtor pode permanecer na atividade, no curto prazo, caso a mão de obra familiar seja remunerada; se a $MB = 0$, então a mão de obra familiar não é remunerada, e, caso o produtor não desempenhe outra atividade, não resistirá por muito tempo no mercado; $MB < 0$ acontece quando $RB < COE$, o que significa que a atividade resulta em prejuízo, pois não cobre nem os gastos efetivos.

ML é dada pela diferença

$$ML = RB - COT \quad (7)$$

Se $ML > 0$, significa que *RB* é superior a *COT*, e o produtor pode permanecer na atividade no longo prazo; Se $ML = 0$, então as depreciações e a remuneração da mão de obra familiar estão sendo remuneradas; se $ML < 0$, ou seja, $COT > RB$, então alguns dos fatores de produção não estão sendo remunerados.

L é a diferença

$$L = RB - CT \quad (8)$$

Se $L > 0$, lucro supernormal, significa que a atividade está remunerando todos os fatores de produção e ainda está gerando recursos financeiros que variam com a produção. Para $L = 0$, lucro normal, a atividade está remunerando todos os fatores de produção (mão de obra familiar e administrativa, a terra e o capital). Se $L < 0$, prejuízo, não significa necessariamente prejuízo total, pois se *ML* for maior do que zero, então a atividade está remunerando a mão de obra familiar, as depreciações e, até mesmo, parte do capital empatado.

IL é a relação

$$IL = (ML/RB) \times 100\% \quad (9)$$

⁵ Neste trabalho, não foi calculada a remuneração do empresário (*RE*).

e indica o percentual disponível de renda da atividade depois do pagamento de todos os custos operacionais.

TRC mensura o retorno sobre o capital utilizado na atividade. É obtida dividindo-se *RC* pelo valor do capital médio empatado (*CMe*) em determinado período:

$$TRC = (RC/CM_e) \times 100\% \quad (10)$$

Aplicação do Método Monte Carlo

O Método Monte Carlo é uma técnica de análise de probabilidade para estimar o risco ou a incerteza envolvidos em qualquer decisão de investimento (Vélez Pareja, 2009). Aqui, a análise foi feita com a criação de quatro cenários: Cenário 1 – todos os produtores da amostra; Cenário 2 – os microprodutores; Cenário 3 – os pequenos produtores; e Cenário 4 – os médios e os grandes produtores.

O Método Monte Carlo pode ser descrito em algumas etapas principais⁶:

- a) Análise de sensibilidade de variáveis usadas no cálculo de indicadores econômicos de forma a identificar que parâmetros geram maior variação no lucro da atividade.
- b) Identificação da distribuição de probabilidade de cada variável ou parâmetro relevante para a tomada de decisão do agricultor.
- c) Simulação de valores aleatórios de cada variável ou parâmetro em análise, a partir da distribuição de probabilidade identificada no item anterior.
- d) Cálculo dos indicadores de rentabilidade propostos para cada valor aleatório selecionado no item b.
- e) Repetição do processo por um número suficiente de vezes (1.000 simulações) de forma a obter a configuração da dis-

tribuição de probabilidade dos indicadores de rentabilidade. Com base nessa distribuição é que serão analisadas as tomadas as decisões.

A *RB* de cada cenário foi definida por

I) Renda Bruta da banana: $RBb = Pb \times PRb$

Pb = preço da banana (R\$/kg)

PRb = produtividade da banana (kg/ha)

II) Renda Bruta da goiaba: $RBg = Pg \times PRg$

Pg = preço da goiaba (R\$/kg)

PRg = produtividade da goiaba (kg/ha)

III) Renda Bruta da manga: $RBm = Pm \times PRm$

Pm = preço da manga (R\$/kg)

PRm = produtividade da manga (kg/ha)

A renda bruta total é igual a

$$RBT = RBb + RBg + RBm$$

Em todos os cenários, as variáveis *COE*, *COT* e *CT* foram funcionalmente definidas no programa como

I) $COE = MOP + MOT + INS + ENER$

MOP = mão de obra permanente (R\$/ha)

MOT = mão de obra temporária (R\$/ha)

INS = insumos agrícolas (R\$/ha)

ENER = energia elétrica (R\$/ha)

II) $COT = COE + OCP + DEP$

OCP = outros custos (R\$/ha)

DEP = depreciação (R\$/ha)

⁶ Segue basicamente Noronha (1987) e Pouliquen (1970).

$$\text{III) } CT = COT + RC + RT$$

RC = remuneração sobre o capital (R\$/ha)

RT = remuneração sobre a terra (R\$/ha)

Resultados e discussão

Cálculo da renda bruta e dos custos de produção e análise de indicadores

A Tabela 1 mostra os resultados de renda bruta e dos custos de produção da atividade. Os custos foram classificados basicamente em custo operacional efetivo, custo operacional total e custo total. A renda bruta variou de R\$ 709,33 a R\$ 39.200,00, com valor médio de R\$ 10.839,26.

As culturas de banana, goiaba e manga registraram produção média anual, de 17.395,29 kg/ha, 1.244,44 kg/ha e 56.000,00 kg/ha, respectivamente. Os respectivos preços médios de venda dos produtos foram de R\$ 0,66/kg, R\$ 0,86/kg e R\$ 0,55/kg. A área média irrigada do setor de fruticultura foi de 7,55 ha.

De acordo com a Tabela 1, o *COE* médio dos produtores foi de R\$ 9.430,75, aproximadamente 53% dos custos totais dos produtores, ou seja, a maior parcela dos custos é variável, enquanto aproximadamente 47% dos custos são fixos.

Já o *COT* compõe 84% dos custos totais; os demais custos (16%) foram destinados a remunerar o capital e a terra (exceto a remuneração do empresário). Observa-se que, em média, o valor de *RB* dos produtores foi maior que o do *COE*, mas inferior ao do *COT* e, conseqüentemente, menor do que os custos totais. Isso significa que se esse indicador se mantiver ao longo dos anos ($COT > RB$), então os produtores terão dificuldades na reposição de equipamentos, ferramentas e aprimoramento do sistema de irrigação.

A Tabela 2 mostra os indicadores de *MB*, *ML*, *L*, *IL* e *TRC*. A *MB* média de R\$ 1.408,51 permite que se produza no curto prazo e remunerem os custos fixos – depreciação, manutenção e juros.

A *ML* negativa (R\$ - 4.058,65) indica que a média da renda bruta é menor do que a média do *COT*. Se esse resultado permanecer ao longo dos anos, a renda da produção não será

Tabela 1. Renda bruta e custos de produção de banana, goiaba e manga na microrregião do Cariri, CE, em 2013.

Indicador	Valor médio anual (R\$/ha)	Valor mínimo anual (R\$/ha)	Valor máximo anual (R\$/ha)	Coefficiente de variação anual (%)
Renda Bruta	10.839,26	709,33	39.200,00	78,35
Mão de obra permanente	5.595,41	398,20	28.000,00	76,41
Mão de obra temporária	1.098,25	25,45	4.200,00	90,80
Insumos	2.761,29	133,33	29.040,00	132,88
Energia	1.129,26	160,00	4.000,00	64,86
Custo Operacional Efetivo	9.430,75	2.000,00	36.112,00	62,30
Outros custos operacionais	683,77	3,60	4.844,20	160,61
Depreciação	4.905,86	664,51	42.823,49	124,97
Custo Operacional Total	1.4897,91	4.417,54	51.783,49	63,88
Juros sobre o capital	1.512,86	293,79	13.246,95	129,31
Juros sobre a terra	1.285,24	78,98	6.318,10	95,54
Custo Total	17.657,64	5.216,78	71.348,54	67,20

Tabela 2. Indicadores econômicos da produção anual de banana, goiaba e manga na microrregião do Cariri, CE, em 2013.

Indicador	Valor médio anual	Valor mínimo anual	Valor máximo anual	Coefficiente de variação anual (%)
Margem Bruta (R\$)	1.408,51	-31.001,44	31.414,50	699,49
Margem Líquida (R\$)	-4.058,65	-47.481,11	25.651,58	-248,84
Lucro (R\$)	-6.818,39	-56.705,54	24.262,11	-166,41
Índice de Lucratividade (%)	-1,68	-20,83	0,65	-227,14
Taxa de Remuneração do Capital (%)	-0,07	-0,90	0,58	-282,05

suficiente para cobrir os custos variáveis nem cobrirá gastos com depreciação e manutenção de equipamentos, entre outros custos. Dessa forma, a permanência dos produtores no mercado ficará comprometida no médio e longo prazos.

Em média, a lucratividade dos produtores foi negativa, ou seja, prejuízo de R\$ 6.818,39. Aproximadamente 80% dos produtores tiveram prejuízo. O *IL*, medida que avalia a disponibilidade financeira depois do pagamento dos custos operacionais, foi negativo para a maioria. Apenas 23 produtores (34% dos entrevistados) registraram $IL > 0$.

A *TRC*, indicador que mensura o retorno do capital empatado na atividade, também foi negativa (-0,07%). Para apenas 34 % dos produtores, a taxa foi positiva. O resultado médio sugere que qualquer taxa de juros do mercado seria mais rentável do que a *TRC* referente ao ano de análise dos dados.

Os indicadores analisados, de modo geral, sugerem que os produtores estão operando com custos relativamente elevados. Dessa forma, quanto maior for a capacidade de produção dos agricultores com baixo custo médio, melhor será sua situação econômica, ou seja, os produtores poderão suportar baixos preços dos produtos por períodos mais longos. A lucratividade do setor vai depender positivamente do nível de produção e do uso de métodos de produção eficientes.

Análise de rentabilidade sob a condição de risco

Análise de sensibilidade das variáveis

A aplicação da análise de sensibilidade influenciará a determinação do grau de certeza dos resultados. O principal objetivo dessa análise é identificar se a mudança de algum valor médio de uma “variável de entrada” da amostra é suficiente para mudar os resultados e interpretação da “variável de saída”. Neste trabalho, foi verificada a mudança do lucro como teste de sensibilidade em função de um conjunto de variáveis, ou seja, observou-se a mudança de 1% em cada uma das variáveis que formam a renda bruta e os custos de produção, uma a uma, mantendo as demais variáveis constantes, e verificou-se a variação do lucro médio.

A Tabela 3 mostra as variáveis de entrada que influenciam na variação do lucro. Verificou-se que quando se aumentou o preço da banana, da goiaba e da manga em 1%, houve variação no resultado final (prejuízo médio) de 289,12%, 289,30% e 288,36%, respectivamente. Esse mesmo resultado ocorreu quando se aumentou a produção dessas frutas. De acordo com os dados da amostra, houve prejuízo médio de R\$ 6.818,38. Logo, um aumento no preço de venda ou na produção reduz o prejuízo médio dos produtores. As variáveis de custos de produção se mostraram diretamente relacionadas com o aumento do prejuízo médio dos produtores, ou seja, um aumento de 1% na variável mão de

Tabela 3. Sensibilidade das variáveis que compõem a Renda Bruta e os Custos de Produção – 2013.

Variável	Valor médio da amostra (R\$)	Variação do lucro ou prejuízo médio (R\$)	(%)
Preço da banana	0,66	19.713,50	-289,12
Preço da goiaba	0,86	19.725,93	-289,30
Preço da manga	0,55	19.661,60	-288,36
Produção de banana	17.395,29	19.713,50	-289,12
Produção de goiaba	14.780,00	19.725,93	-289,30
Produção de manga	11.422,31	19.661,60	-288,36
Mão de obra permanente	5.595,41	-1.370,24	20,10
Mão de obra temporária	1.098,25	-1.325,27	19,44
Insumos agrícolas	2.761,29	-1.341,90	19,68
Energia elétrica	1.129,26	-1.325,58	19,44
Outros custos	683,77	-1.132,13	19,38
Depreciação	4.905,86	-1.363,35	20,00
Juros sobre a terra	1.285,24	-1.327,14	19,46
Juros sobre o capital	1.512,86	-1.329,42	19,50

obra permanente, por exemplo, eleva o prejuízo médio em 20,10%.

De acordo com a análise de sensibilidade, todas as variáveis que afetam o lucro se revelam críticas⁷ e, portanto, foram consideradas como aleatórias na análise de risco.

Distribuições de probabilidade

A análise de risco foi obtida por meio do Método Monte Carlo, executado com o software Aleaxprj. Optou-se aqui pela distribuição triangular ou distribuição spike. A distribuição triangular necessita de valores médio, mínimo e máximo das variáveis de entradas.

As Tabelas 4, 5, 6 e 7 mostram os tipos de distribuição (triangular ou spike) e os valores médios, mínimos e máximos das variáveis de entradas usadas na análise de simulação de risco.

Distribuição cumulativa de probabilidade de indicadores

A finalidade principal da análise de risco é a interpretação dos valores médios da distribuição cumulativa de probabilidade, ou seja, a probabilidade de o indicador de rentabilidade ser maior do que o limite inferior pré-estabelecido.

Os indicadores analisados em cada cenário foram *MB*, *ML*, *L*, *IL* e *TRC*. Para cada indicador, foi estabelecido limites mínimos aceitáveis para fins de análise depois de 1.000 simulações. O custo de oportunidade do capital em cada cenário foi calculado usando como base a taxa de poupança nominal de 2013 (6,3% ao ano) e taxas de remunerações de títulos fixos, considerando os limites de 8% e 12% ao ano.

Todos os produtores da amostra – Cenário 1

A Tabela 8 mostra os indicadores de rentabilidade considerando todos os 66 produtores da amostra. A margem bruta apresentou 88,2% de

⁷ De acordo com Campos & Campos (2017), foram consideradas como variáveis críticas aquelas que geraram variações no lucro (prejuízo) maiores do que 0,5%.

Tabela 4. Definição e distribuição de probabilidade dos produtores de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 1.

Variável	Distribuição	Valores [médio; mínimo; máximo]
Preço da banana (R\$/kg)	Triangular	[0,65888; 0,1; 0,9]
Preço da goiaba (R\$/kg)	Triangular	[0,8596; 0,768; 1,09]
Preço da manga (R\$/kg)	Triangular	[0,54909; 0,35; 1]
Produção de banana (kg/ha)	Triangular	[17.395,3; 1.244,4; 56.000]
Produção de goiaba (kg/ha)	Triangular	[14.780; 2.400; 45.000]
Produção de manga (kg/ha)	Triangular	[11.422,3; 4.000; 25.000]
Mão de obra permanente (R\$/ha)	Triangular	[5.595,41; 398,2; 28.000]
Mão de obra temporária (R\$/ha)	Triangular	[1.098,25; 25,455; 4.200]
Insumos (R\$/ha)	Triangular	[2.761,29; 133,33; 29.040]
Energia (R\$/ha)	Triangular	[1.129,26; 160; 4.000]
Outros custos operacionais (R\$/ha)	Triangular	[683,771; 3,6; 4.844,2]
Depreciação do capital (R\$/ha)	Triangular	[4.905,86; 664,51; 42.823,49]
Juros sobre o capital (R\$/ha)	Triangular	[1.512,86; 293,79; 13.246,95]
Juros sobre a terra (R\$/ha)	Triangular	[1.285,24; 78,976; 6.318,1]

Tabela 5. Definição e distribuição de probabilidade dos microprodutores de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 2.

Variável	Distribuição	Valores [médio; mínimo; máximo]
Preço da banana (R\$/kg)	Triangular	[0,676724; 0,35; 0,9]
Preço da goiaba (R\$/kg)	Triangular	[0,8745; 0,77; 1,09]
Preço da manga (R\$/kg)	Triangular	[0,534; 0,35; 0,80]
Produção de banana (kg/ha)	Triangular	[1.5007,37; 1.244,44; 56.000]
Produção de goiaba (kg/ha)	Triangular	[7.225; 2.400; 12.000]
Produção de manga (kg/ha)	Triangular	[11.097,88; 4.000; 25.000]
Mão de obra permanente (R\$/ha)	Triangular	[5.972,94; 2.000; 28.000]
Mão de obra temporária (R\$/ha)	Triangular	[1.150,04; 150; 4.200]
Insumos (R\$/ha)	Triangular	[2.169,40; 133,33; 6.461,11]
Energia (R\$/ha)	Triangular	[1.218,23; 288; 4.000]
Outros custos operacionais (R\$/ha)	Triangular	[846,53; 8,33; 4.844,20]
Depreciação do capital (R\$/ha)	Triangular	[5446,32; 703,36; 42.823,49]
Juros sobre o capital (R\$/ha)	Triangular	[1.665,09; 293,79; 13.246,95]
Juros sobre a terra (R\$/ha)	Triangular	[1.428,95; 78,98; 6.318,10]

probabilidade de ser maior que zero, com média de R\$ 17.072,49/ha. Como era de se esperar, à medida que se aumentou o limite mínimo de referência, os valores de probabilidade caíram.

A *ML* mostrou 47,3% de chance de ser maior do que zero e média de R\$ -659,76/ha. A probabilidade cai para 25,4% quando o limite é de R\$ 2.759,73/ha, que são os outros custos

Tabela 6. Definição e distribuição de probabilidade dos pequenos produtores de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 3.

Variável	Distribuição	Valores [médio; mínimo; máximo]
Preço da banana (R\$/kg)	Triangular	[0,62; 0,1; 0,85]
Produção de banana (kg/ha)	Triangular	[26.035,44; 1.3440; 50.000]
Mão de obra permanente (R\$/ha)	Triangular	[5.072,57; 398,20; 16.666,67]
Mão de obra temporária (R\$/ha)	Triangular	[828,17; 44,44; 2500]
Insumos (R\$/ha)	Triangular	[1.933,87; 566,67; 3860]
Energia (R\$/ha)	Triangular	[1.003,77; 192; 2.400]
Outros custos operacionais (R\$/ha)	Triangular	[348,54; 3,60; 1.575,56]
Depreciação do capital (R\$/ha)	Triangular	[3.874,89; 857,92; 9.209,79]
Juros sobre o capital (R\$/ha)	Triangular	[1.329,48; 383,29; 3.613,60]
Juros sobre a terra (R\$/ha)	Triangular	[1079,85; 329,94; 3510,05]

Tabela 7. Definição e distribuição de probabilidade dos médios e grandes produtores de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 4.

Variável	Distribuição	Valores [médio; mínimo; máximo]
Preço da banana (R\$/kg)	Triangular	[0,67; 0,42; 0,78]
Preço da manga (R\$/kg)	Spike	[1]
Produção de banana (kg/ha)	Triangular	[10.216,57; 1.318,33; 26.880,00]
Produção de manga (kg/ha)	Spike	[21.333,33]
Mão de obra permanente (R\$/ha)	Triangular	[4.855,89; 2.896,00; 6.720,00]
Mão de obra temporária (R\$/ha)	Triangular	[962,76; 25,45; 3.717,27]
Insumos (R\$/ha)	Triangular	[8.195,15; 1.840,00; 29.040,00]
Energia (R\$/ha)	Triangular	[857,52; 160,00; 1.500,00]
Outros custos operacionais (R\$/ha)	Triangular	[267,57; 6,00; 1.087,13]
Depreciação do capital (R\$/ha)	Triangular	[3.146,43; 6.64,51; 5.713,38]
Juros sobre o capital (R\$/ha)	Triangular	[1.329,48; 383,30; 3.613,60]
Juros sobre a terra (R\$/ha)	Triangular	[1.079,85; 329,95; 3.510,06]

fixos médios. Nota-se que a probabilidade de os agricultores cobrirem a remuneração atribuída ao capital e à terra é muito baixa, caracterizando uma atividade de alto risco para o período analisado.

A probabilidade de L^8 ser maior do que zero, 32,9%, sobe para 45,1% quando o limite é de R\$ - 6.818,390/ha, que é a lucratividade mé-

dia do setor; no entanto, isso ocorre em virtude de o limite ser negativo.

Já a *TRC* cai conforme crescem os custos de oportunidade do capital. Observa-se que as probabilidades encontradas foram inferiores a 50%, e isso evidencia alto risco na aplicação de investimentos na atividade.

⁸ No cálculo do lucro, excluiu-se a remuneração do empresário.

Tabela 8. Indicadores de rentabilidade de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 1.

Indicador (I)	Média	Desvio padrão	Limite (Li) ⁽¹⁾	P(I>Li) ⁽²⁾
	17.072,49	14.665,215	0,000	0,882
Margem Bruta (R\$/ha)	14.059,20	13.470,988	1.408,51	0,812
	11.873,32	13.527,217	5.467,16	0,670
	-659,76	17.801,482	0,000	0,473
Margem Líquida (R\$/ha)	-2.898,56	16.585,069	-4.058,65	0,564
	-6.414,20	15.023,282	2.759,73	0,254
	-8.252,61	17.973,987	0,000	0,329
Lucro (R\$/ha)	-10.588,17	16.604,318	-6.818,39	0,451
Índice de Lucratividade (%)	-10,104	49,376	-1,680	0,502
	-0,277	11,304	0,063	0,473
Taxa de Remuneração do Capital (%)	-1,300	12,520	0,080	0,466
	-3,709	10,088	0,120	0,301

⁽¹⁾ Limite mínimo pré-estabelecido para *I*.

⁽²⁾ Probabilidade de o valor do indicador ser maior do que *Li*.

Pode-se afirmar que a *MB* revelou bons resultados para a produção de frutas pelo menos em curto prazo, pois apresentou probabilidades acima de 50%. No entanto, os indicadores *ML*, *L*, *IL* e *TRC* não foram otimistas, pois indicaram que se os agricultores não usarem técnicas de redução de custos de produção, então a atividade não será viável no longo prazo.

Produtores de micro porte – Cenário 2

A Tabela 9 mostra os indicadores de rentabilidade para os microprodutores (46 agricultores). As probabilidades de *MB* caíram à medida que os limites subiram. Para *ML*, as probabilidades são inferiores a 40%.

As interpretações dos resultados dos microprodutores sugerem que a atividade se mostra viável no curto prazo, pois as probabilidades de *MB* são superiores a 50%. Entretanto, no longo prazo são baixas as probabilidades de lucro e remuneração do capital, o que mostra que se não houver mudanças nesses indicadores

os agricultores não conseguirão sobreviver na atividade.

Produtores de pequeno porte – Cenário 3

A Tabela 10 mostra os indicadores de rentabilidade dos pequenos produtores. Os valores de *MB*, *ML* e *L*, 99,1%, 81,3% e 48,2%, respectivamente, mostram situação melhor do que a dos cenários 1 e 2. Quando crescem os limites desses indicadores, as probabilidades caem. Nota-se também que a probabilidade do lucro caiu para 32,1% ao se considerar o limite de R\$ 174,96/ha, que é a lucratividade média dos pequenos produtores.

De modo geral, os resultados para os pequenos produtores são melhores do que os do Cenário 1 (todos os produtores) e do Cenário 2 (microprodutores). Apesar de mostrar indicadores com probabilidades menores do que 50% (por exemplo, o lucro), esse cenário sinalizou maiores chances de permanência dos produtores no mercado no longo prazo.

Tabela 9. Indicadores de rentabilidade de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 2.

Indicador (I)	Média	Desvio padrão	Limite (Li) ⁽¹⁾	P(I>Li) ⁽²⁾
	12.745,46	11.054,71	0,00	0,868
Margem Bruta (MB) (R\$/ha)	9.099,21	9.667,26	409,65	0,795
	9.142,76	8.734,84	6.145,63	0,617
	-6.048,77	15.027,66	0,00	0,355
Margem Líquida (ML) (R\$/ha)	-9.884,12	14.329,87	-5.735,98	0,389
	-8.727,55	12.150,09	3.031,93	0,161
	-13.828,67	15.520,39	0,00	0,209
Lucro (L) (R\$/ha)	-17.486,25	14.523,32	-8.767,91	0,282
	-30,30	59,51	-1,94	0,375
Índice de Lucratividade (%)	-1,88	11,53	0,063	0,347
	-4,91	9,83	0,080	0,232
Taxa de Remuneração do Capital (%)	-5,20	13,98	0,120	0,228

⁽¹⁾ Limite mínimo pré-estabelecido para *I*.

⁽²⁾ Probabilidade de o valor do indicador ser maior do que *Li*.

Tabela 10. Indicadores de rentabilidade de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 3.

Indicador (I)	Média	Desvio padrão	Limite (Li) ⁽¹⁾	P(I>Li) ⁽²⁾
	8.594,80	3.225,528	0,000	0,991
Margem Bruta (MB) (R\$/ha)	5.644,53	5.857,206	6.754,11	0,508
	4.260,49	3.909,730	4.169,81	0,546
	3.299,54	3.704,300	0,000	0,813
Margem Líquida (ML) (R\$/ha)	388,24	6.014,972	2.584,29	0,416
	-1.029,29	4.352,677	2.409,33	0,265
	-134,29	3.900,926	0,000	0,482
Lucro (L) (R\$/ha)	-3.191,85	6.241,332	174,96	0,321
	16,108	18,091	0,050	0,813
Índice de Lucratividade (%)	3,532	4,453	0,063	0,805
	0,268	6,587	0,080	0,571
Taxa de Remuneração do Capital (%)	-0,975	5,167	0,120	0,447

⁽¹⁾ Limite mínimo pré-estabelecido para *I*.

⁽²⁾ Probabilidade de o valor do indicador ser maior do que *Li*.

Produtores de médio e grande portes – Cenário 4

A Tabela 11 aborda o Cenário 4, seis produtores de médio e um grande porte.

Os indicadores de probabilidade desse cenário foram favoráveis à produção de banana, goiaba e manga na microrregião do Cariri. Mostram que os produtores têm capacidade

Tabela 11. Indicadores de rentabilidade de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri, CE, em 2013 – Cenário 4.

Indicador (I)	Média	Desvio padrão	Limite (Li) ⁽¹⁾	P(I>Li) ⁽²⁾
	12.089,37	5.733,868	0,000	0,973
Margem Bruta (MB) (R\$/ha)	6.016,17	5.858,104	-6.241,66	0,996
	3.581,61	5.851,974	3.375,78	0,556
Margem Líquida (ML) (R\$/ha)	8.424,23	5.707,036	0,000	0,895
	2.406,36	6.049,706	-9.617,44	0,966
	-63,44	5.927,298	1.817,51	0,438
Lucro (L) (R\$/ha)	6.608,18	5.753,224	0,000	0,870
	567,30	6.070,503	-11.434,95	0,966
Índice de Lucratividade (%)	26,46	18,034	-3,560	0,931
	14,84	12,314	0,063	0,895
Taxa de Remuneração do Capital (%)	4,50	12,018	0,080	0,653
	-0,20	12,078	0,120	0,531

⁽¹⁾ Limite mínimo pré-estabelecido para *I*.

⁽²⁾ Probabilidade de o valor do indicador ser maior do que *Li*.

de pagamento de custos fixos e variáveis, com maiores chances de se manter na atividade no longo prazo. Uma possível explicação para os indicadores do Cenário 4 é que seus agricultores produzem uma quantidade maior com menor custo médio de produção do que os dos outros cenários.

Conclusão

A fruticultura irrigada na região do Cariri, CE, é um ramo importante de geração de emprego e renda e de abastecimento de alimentos para o estado. Este trabalho, cujo objetivo foi avaliar o risco da atividade nessa região em 2013, mostrou que a análise determinística revelou margem bruta média positiva, indicativo de que os produtores conseguirão remunerar os custos variáveis. No entanto, a margem líquida média encontrada foi menor do que zero, o que significa que os produtores não conseguirão pagar todos os custos fixos de produção e permanecer na atividade no médio ou longo prazos. Os produtores, para

dar continuidade à atividade, precisam rever seus processos produtivos e tecnológicos.

Na análise de rentabilidade da amostra em condições de risco, os resultados corroboraram a análise determinística, ou seja, a renda bruta evidenciou bons resultados para a produção de frutas no curto prazo, pois apresentou probabilidades acima de 50%. Mas as probabilidades dos indicadores *ML*, *L*, *IL* e *TRC* são inferiores a 50%, o que revela que, se tudo se mantiver constante, os agricultores não se manterão na atividade no longo prazo.

O Cenário 1 (microprodutores) é o dos piores indicadores em termos de probabilidade. Quanto maior o porte de produção dos agricultores, maior foi a probabilidade de eles se manterem na atividade no longo prazo.

No Cenário 4 – seis produtores de médio e um grande porte –, são altas as probabilidades de rentabilidade, pois são baixos os custos médios de produção de banana, goiaba e manga.

Considerando a análise geral com todos os produtores, rejeitou-se a hipótese levantada de que a produção de fruticultura irrigada da microrregião do Cariri apresenta rentabilidade aceitável e de baixo risco econômico para os agricultores locais em 2013.

Observou-se que os produtores devem aprimorar o processo produtivo e tecnológico com a finalidade de reduzir os custos de produção. A influência do uso de técnicas agrícolas e da boa gestão administrativa e financeira são fatores decisivos para o êxito da agricultura.

A assistência técnica e o treinamento em processos produtivo e gerencial poderiam contribuir para o aumento da eficiência. Esses treinamentos deveriam envolver cursos sobre a cadeia produtiva das culturas e cursos técnicos sobre a análise de qualidade das frutas e sobre o combate de doenças e pragas.

Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2015. 2015. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2017.
- BURGO, M.N. **Caracterização espacial de riscos na agricultura e implicações para o desenvolvimento de instrumentos para seu gerenciamento**. 2005. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- CAMPOS, K.C. **Produção localizada e inovação: o arranjo produtivo local de fruticultura irrigada na microrregião do Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará**. 2008. 167p. Tese (Doctor Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CAMPOS, K.C.; CAMPOS, R.T. Análise de risco da produção irrigada de coco no Ceará. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, p.45-61, 2017.
- CAMPOS, K.C.; SILVA, F.D.V. da; CAMPOS, R.T. Perfil técnico e econômico da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri, Ceará. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v.10, p.21-43, 2016.
- CAMPOS, K.C.; SILVA, F.D.V. da; SILVA, R.D. Arranjos produtivos locais: o caso da fruticultura irrigada na microrregião do Cariri, Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa.
- Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento**: anais. João Pessoa: Sober, 2015.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 10.ed. São Paulo: Atlas, 2007. 468p.
- CHING, H.Y.; COLOMBO, T.M. Gestão de risco nas empresas do segmento Novo Mercado: um estudo exploratório. **Revista de Economia e Administração**, v.11, p.167-187, 2012. DOI: 10.11132/rea.2011.548.
- COCHRAN, W.G. **Técnicas de amostragem**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1977.
- DIAS, J.M. **Avaliação econômica da produção de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob a condição de risco no município de Acaraú - Estado do Ceará**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- GITMAN, L.J. **Princípios de administração financeira**. 12.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 775p.
- IBGC. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. **Guia de orientação para gerenciamento de riscos corporativos**. São Paulo, 2007. 48p. (IBGC. Cadernos de Governança Corporativa, 3). Disponível em: <<http://www.ibgc.org.br/userfiles/3.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2018.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 4 out. 2018.
- MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, v.28, p.7-28, 1998.
- MARTINS, E. de A. **Rentabilidade da produção de acerola orgânica sob condição determinística e de risco**. 2013. 130p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. de; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, ano 23, p.123-139, 1976.
- MELO, C.O. de; SILVA, G.H. da; ESPERANCICNI, M.S.T. Análise econômica da produção de soja e de milho na safra de verão, no Estado do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, ano 21, p.121-132, 2012.
- MOREIRA, J.M.M.A.P.; SIMIONI, F.J.; SANTANA, L.F. de. Impacto do regime de manejo na rentabilidade da produção de lenha de eucalipto na região de Itapeva-SP, sob condições de risco. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2016,

Maceió. **Desenvolvimento, Território e Biodiversidade:** análise. Maceió: Sober, 2016.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários:** administração financeira, orçamentação e avaliação econômica. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 274p.

POULIQUEN, L.Y. **Risk analysis in project appraisal.** Baltimore: The Johns Hopkins University, 1970.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, v.40, 2013.

SÁ, G.T. de. **Administração de investimentos,** teoria de carteiras e gerenciamento do risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

VÉLEZ PAREJA, I. **Decisiones de inversión para la valoración financiera de proyectos y empresas.** 6.ed. Buenos Aires: Fondo Editorial Consejo, 2009. 692p.

VIDAL, M. de F.; XIMENES, L.J.F. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, ano 1, p.18-26, 2016.

Novos desafios para a agroindústria canavieira no Brasil¹

Kalid Ahmad Yusuf²
Carlos Eduardo Caldarelli³

Resumo – A emergência de uma economia de baixo carbono tem impulsionado a questão energética mundialmente. No caso brasileiro, a agroindústria canavieira possui grande potencial e proeminência no conjunto de fontes renováveis alternativas às fósseis. Diante de tal desafio, o objetivo deste estudo é compreender as atuais limitações que o setor sucroenergético enfrenta e delinear o potencial da produção de energia renovável no Brasil, com foco no processo de cogeração bioenergética e no etanol de segunda geração (2G), ambos subprodutos da cultura canavieira. O estudo conclui que o segmento possui grande capacidade de geração energética para as próximas décadas e destaca a relevância de incentivos às novas tecnologias de produção, como o etanol 2G e a bioeletricidade.

Palavras-chave: bioenergia, biomassa, cana-de-açúcar.

New challenges for the sugarcane industry in Brazil

Abstract – The low carbon economy has pushed the discussion about energy worldwide. In the Brazilian case the sugarcane industry has a great potential as an alternative to the fossil fuels. In face of this challenge, this paper aims to better understand the bottlenecks of the sugarcane industry to expand the production in Brazil and to highlight the role and the potential of the bioelectricity cogeneration and the second generation ethanol (2G) throughout. The main conclusions pointed out an important potential of this sector in terms of energy production in Brazil for next decades, furthermore, highlighted the necessity to improve the second generation ethanol and bioelectricity cogeneration technologies in Brazil.

Keywords: bioenergy, biomass, sugarcane.

Introdução

A experiência histórica nacional de combate às crises do petróleo na década de 1970, com programas como o ProÁlcool, proporcionou ao Brasil uma posição de destaque na produção bioenergética mundial. Atualmente, o País conta

com uma matriz energética composta por 41,2% de fontes renováveis de energia, em comparação aos 9,4% nos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (EPE, 2016a). Do total de fontes renováveis da matriz energética brasileira, 16,9% são dos produtos do setor sucroenergético (etanol

¹ Original recebido em 5/12/2017 e aprovado em 5/3/2018.

² Mestrando em Economia Regional. E-mail: kalidyusuf94@gmail.com

³ Professor do departamento de Economia e do Mestrado em Economia Regional da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: carlos.caldarelli@gmail.com

e subprodutos da cana), o que demonstra a expressividade do segmento (EPE, 2016a).

Assim, por causa das preocupações mundiais com a emissão dos gases causadores do efeito estufa (GHG) e da crescente crise energética, dada a possibilidade de esgotamento das fontes não renováveis, buscam-se meios que tanto combatam o fenômeno do aquecimento global quanto supram as necessidades de construção de uma matriz energética limpa e renovável. O setor sucroenergético brasileiro apresenta-se como alternativa.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é mostrar a importância do setor sucroenergético brasileiro na tomada de uma matriz energética sustentável e economicamente viável e analisar o potencial produtivo dos novos produtos da cultura canieira, com foco no processo de cogeração de energia elétrica e no etanol celulósico (segunda geração ou 2G).

A agroindústria canieira e os desafios da energia no Brasil

As possibilidades de futura escassez mundial de fontes não renováveis de energia, aliadas à preocupação com a emissão de gases poluentes do efeito estufa (GHG) e o alinhamento às políticas ambientais, tornam necessária a busca por fontes de energia limpas e renováveis e impulsionam a modificação da matriz energética no processo que se convencionou chamar de descarbonização da matriz energética. O setor sucroenergético e seus novos produtos derivados da cana-de-açúcar, como a produção da bioeletricidade e do etanol 2G, vem se mostrando uma solução do ponto de vista socioeconômico e ambiental (Sousa & Macedo, 2010). O Brasil é pioneiro no uso de biocombustíveis e no uso de fontes alternativas, sobretudo no setor sucroenergético, em que se deve citar a pioneira experiência, iniciada em 1975, do ProÁlcool (Kloc, 2016).

A transformação da agroindústria canieira no Brasil para a produção de energia ocorreu

há cerca de 40 anos, com o Programa Nacional do Álcool (ProÁlcool), no cenário dos choques do petróleo (1973 e 1979). Fez-se necessário que o governo buscasse maneiras de substituir os produtos derivados do petróleo, e o setor passou a produzir, além de açúcar, também o etanol (Moraes & Zilberman, 2014).

Atualmente, a matriz energética brasileira se destaca pela grande participação de fontes renováveis. A Figura 1 mostra a matriz de oferta interna de energia no Brasil para 2016. As fontes renováveis têm ganhado cada vez mais espaço, principalmente as do setor sucroenergético, como o etanol e derivados do bagaço da cana, que, somados, respondem por cerca de 17% do total da oferta interna de energia no Brasil.

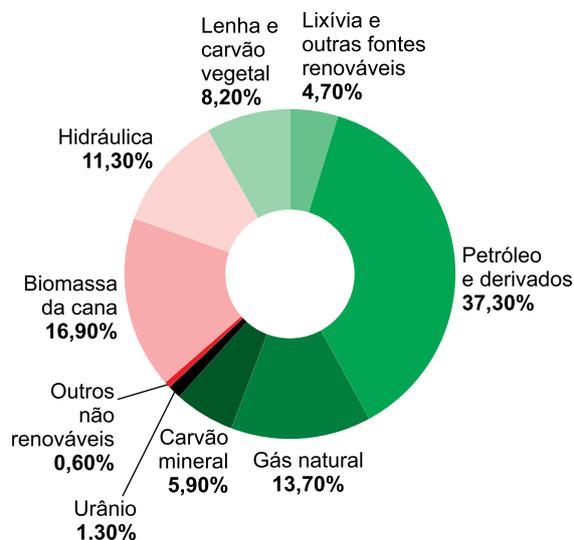


Figura 1. Oferta interna de energia no Brasil em 2016.

Fonte: elaborada com dados de EPE (2016a).

Entre as transformações da matriz energética brasileira, destaca-se o processo de substituição da gasolina pelo óleo diesel, na década de 1970, por causa das políticas de preços artificiais.

A evolução da agroindústria canieira apresentou inflexão em meados da década de 1990, decorrente de uma crescente preocupação ambiental e das incertezas quanto ao mercado internacional do petróleo. Isso fez com

que o Estado deixasse de intervir na produção do setor, que passou por um processo de desregulamentação e colocou fim aos controles governamentais dos preços e das quantidades exportadas, tanto do açúcar quanto do álcool, garantindo assim uma dinâmica mais alinhada ao mercado (Mesquita & Oliveira, 2008).

Segundo Mesquita & Oliveira (2008), no pós-1990, com o fim do monopólio estatal da exportação de álcool e açúcar, surgem maiores estímulos à gestão e aos investimentos privados no setor, sobretudo para atender às necessidades do mercado, com investimentos em novas técnicas de produção para o crescimento sustentável com ganhos de eficiência produtiva e redução de custos.

Outro fator que gerou estímulo para a produção de cana-de-açúcar no Brasil, por meio da iniciativa privada, foi a revolução *flex*, a partir de 2003, quando foram introduzidos veículos dotados da tecnologia *flex-fuel*. O crescimento da frota *flex*, juntamente com a manutenção da competitividade dos preços do etanol em relação aos da gasolina, fez com que as vendas do etanol hidratado aumentassem cinco vezes no período de cinco anos (Sousa & Macedo, 2010). A Figura 2 mostra o crescente consumo do

etanol. De 2012 a 2015, foi registrado aumento tanto do consumo de etanol hidratado quanto de etanol anidro, 81,34% e 37,71%, respectivamente – para a gasolina comum, o aumento foi de apenas 3,62%; para a aditivada, houve queda de 4,89%. Pode-se inferir, portanto, que embora a gasolina ainda seja consumida em grande escala, o etanol vem cada vez mais se inserindo no mercado de combustíveis.

Além da produção do etanol de primeira geração (1G), que vem ganhando cada vez mais espaço na matriz energética brasileira, o setor tem intensificado a produção e a pesquisa em outras frentes que podem contribuir para a descarbonização da matriz, os chamados novos produtos, como o etanol 2G e o processo de cogeração de energia elétrica pela queima do bagaço da cana. Tais processos, além de mais eficientes do ponto de vista ecológico, garantem impactos econômicos positivos para o País em termos de produção de energia (Moraes & Zilberman, 2014).

O etanol 2G, fruto do reaproveitamento dos resíduos da cana processada no tradicional processo 1G, além de representar uma alternativa de geração de renda para as usinas, constitui um acréscimo da quantidade de combustível

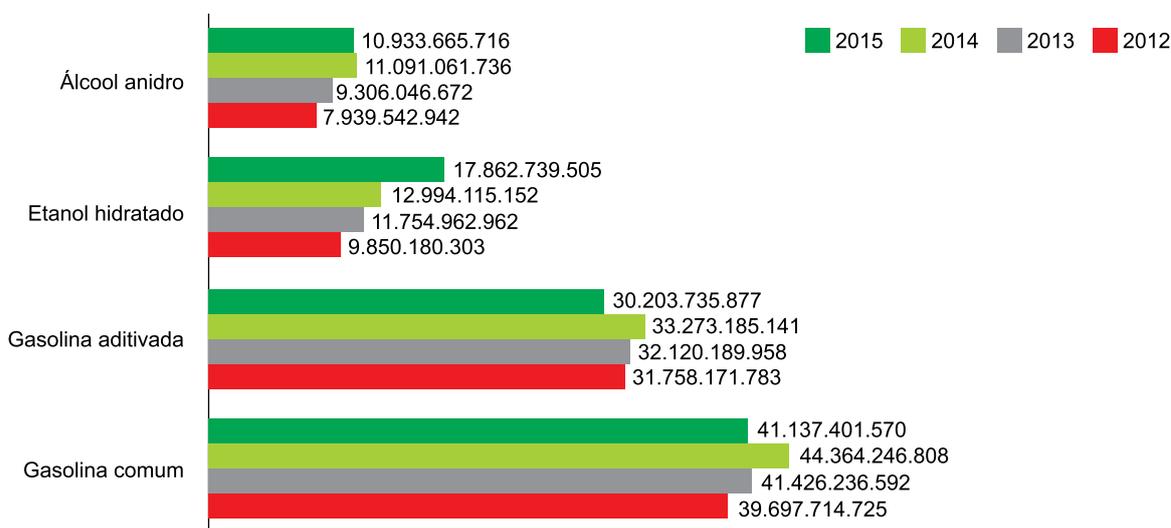


Figura 2. Consumo de etanol e gasolina no Brasil (litros) de 2012 a 2015.

Fonte: elaborada com dados da UNICA (2016c).

disponível no País, o que, teoricamente, faz seu preço cair. De acordo com Morais et al. (2017), as emissões de gases do efeito estufa podem ser reduzidas em pelo menos 60% quando do uso do etanol como alternativa aos combustíveis fósseis.

Quanto ao processo de cogeração de energia elétrica, também denominado de bioeletricidade, ela é obtida da queima do bagaço – reaproveitado depois dos processos de 1G e 2G – e da palhada da cana. As usinas podem usar a bioeletricidade para o próprio consumo ou comercializar o excedente com os municípios vizinhos (Sousa & Macedo, 2010).

Os novos produtos do setor sucroenergético e um novo paradigma para a matriz energética no Brasil

O etanol 2G

Os biocombustíveis⁴ tradicionais, como o etanol 1G, enfrentam sérias dificuldades para

atingir os níveis desejados de produção, o que estabelece forte estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias, como o etanol 2G (Khanna & Zilberman, 2017).

Diferentemente do etanol 1G, produzido da moagem da cana-de-açúcar, o etanol 2G usa como matéria-prima os excedentes do bagaço proveniente da moagem para o 1G. Isso leva a um significativo aumento da oferta nacional e internacional de combustível, sem que seja necessário aumentar as áreas de plantio de cana. Embora o etanol 2G use como matéria-prima os açúcares extraídos da celulose da cana, ou seja, do seu bagaço, enquanto o 1G se origina do melado da cana, no fim do processo produtivo ambos possuem a mesma composição físico-química (Rosa & Garcia, 2009).

A Figura 3 mostra o processo para a obtenção do etanol 2G, que, conforme Morais et al. (2017), inclui duas etapas adicionais: o pré-tratamento e a hidrólise enzimática.

Segundo Granbio (2015b) e Kloc (2016), descrevem-se as etapas do processo:

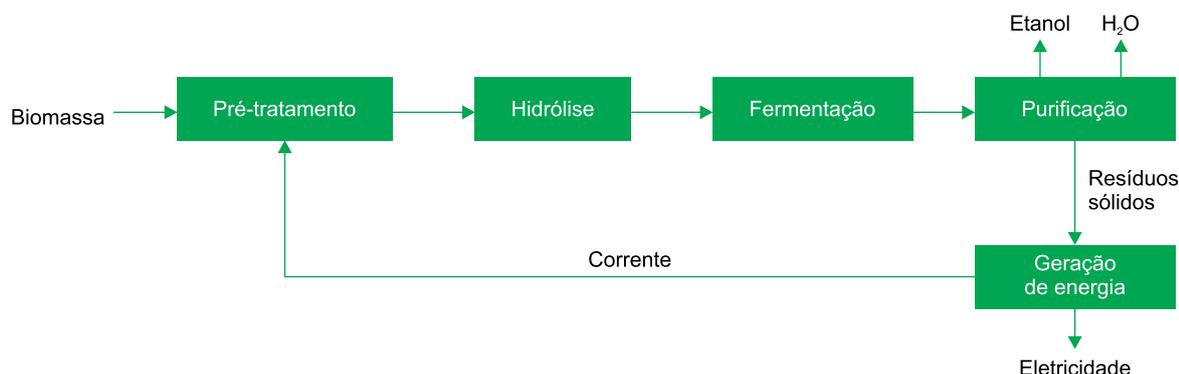


Figura 3. Processo de produção do etanol 2G.

Fonte: Rosa & Garcia (2009).

⁴ Biocombustíveis são combustíveis com aplicação no setor de transporte, em sua forma líquida ou gasosa, e predominantemente originado de processos produtivos que fazem uso de biomassa como matéria-prima – ver Ferreira (2012).

- 1) Pré-tratamento – o bagaço e a palha da cana entram em um reator onde sua estrutura é rompida para dar acesso às fibras de celulose, hemicelulose⁵ e lignina⁶. Desses compostos, pode-se extrair mais açúcares para a produção do etanol.
- 2) Hidrólise enzimática – são inseridas enzimas que agem como catalizadores na quebra das fibras da celulose em açúcares mais simples de serem fermentados. Depois da fermentação, é obtido a vinhaça.
- 3) Fermentação – os açúcares da hidrólise são transformados em etanol pela ação de microrganismos geneticamente modificados, denominados leveduras.
- 4) Purificação – a destilação transforma o etanol da fermentação em um etanol próprio pra o consumo. No fim dessa etapa, o etanol produzido é idêntico ao tradicional 1G.

Destaca-se que tecnologias mais avançadas para obtenção do etanol 2G estão em desenvolvimento. São necessários muitos investimentos e pesquisas para aumentar a eficiência produtiva e diminuir os custos de modo que o etanol 2G possa ser inserido em grande escala e contribuir para a descarbonização (Khanna & Zilberman, 2017).

Dados da UNICA (2016b) apontam que no Brasil existem duas usinas voltadas para a produção exclusiva de etanol 2G. Construídas em 2014 e 2015 nas cidades de São Miguel dos Campos, AL, e Piracicaba, SP, em regiões que concentram grande capacidade de moagem de cana – 5% em AL e 54% em SP. Juntas, essas unidades têm capacidade de produzir 122 milhões de litros de etanol 2G por ano.

O processo de cogeração de energia elétrica

O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, e a biomassa⁷ extraída vem se destacando não só pela produção de etanol, mas também de energia elétrica através do processo de cogeração. Embora a matriz energética do País seja constituída predominantemente pela produção hídrica de energia elétrica, é necessário buscar alternativas sustentáveis de produção energética; a capacidade de expansão da produção de energia elétrica por meios hídricos é barrada por limitações físicas e pela rígida postura das autoridades ambientais (Sousa & Macedo, 2010).

O processo de cogeração bioenergética consiste da transformação de energia térmica, produzida da queima da biomassa, em mais de uma forma de energia útil – as mais frequentes são a mecânica e a elétrica. As matérias-primas da produção da bioeletricidade são o bagaço da cana, depois de ter passado pelo processo de moagem para extração do melado e dos açúcares, e a palha da cana remanescente no campo de cultivo depois da colheita (Kloc, 2016).

Convém destacar que somente na década de 1980 o bagaço deixou de ser descartado como lixo pelas usinas e passou a fazer parte do processo produtivo. Hoje, ele é aproveitado tanto na produção do etanol 2G e na cogeração de energia elétrica quanto nas indústrias de fertilizante e de papel (Lobo, 2013).

A transformação da biomassa em energia elétrica ocorre depois de a cana passar por todo o processo de corte, limpeza e transporte, quando é enviada para um triturador composto por rolos compressores que exercem forte pressão para dar início à moagem. Nesse procedimento, repetido algumas vezes, é acrescenta água para que o açúcar seja diluído e extraído mais fácil e

⁵ A hemicelulose é um polímero formado por cadeias ramificadas de vários tipos de açúcar, que juntamente com a celulose e a lignina compõem a matéria vegetal (biomassa) – ver Rosa & Garcia (2009).

⁶ A lignina é um polímero orgânico complexo que une as fibras celulósicas e aumenta a rigidez da parede celular vegetal.

⁷ A biomassa é tida como todo recurso renovável proveniente de matéria orgânica, animal ou vegetal, e que pode ser usada para a produção energética (bioenergia) – ver Lobo (2013).

eficientemente – estima-se que cerca de 96% do açúcar total seja extraído da cana depois desse procedimento (Lobo, 2013).

Em seguida, o bagaço proveniente da moenda, que segundo Lobo (2013) representa 25% do peso total da cana, é transferido para as caldeiras onde, juntamente com a palha da cana, entra em combustão e gera vapor. Esse vapor é direcionado para as turbinas para ser transformado tanto em energia mecânica, usada diretamente no acionamento de equipamentos, quanto em energia térmica, gerando calor para o processo de fabricação do álcool e do açúcar. Destaca-se que parte do vapor volta ao estado líquido, através de um condensador, para ser enviado às caldeiras e transformar-se novamente em vapor, contribuindo assim para um ciclo sem perdas.

Por fim, um gerador é alimentado pelo movimento da turbina e fornece energia para a unidade produtora. Estima-se que a energia produzida pelo processo de cogeração tem potencial para atender completamente as demandas da usina, além da possibilidade de poder ser comercializada no mercado nacional – o excedente pode chegar a 10% (Kloc, 2016). E isso é de grande importância ambiental. O excedente produzido entra no setor elétrico nos meses em que o País sofre com baixos índices pluviométricos, complementando o parque hídrico nacional sem recorrer às termoeletricas (Oliveira, 2014).

Segundo Lobo (2013), as principais barreiras para o uso do bagaço da cana-de-açúcar como fonte energética são: i) baixa densidade energética e alta umidade quando in natura, o que faz com que sua eficiência durante a combustão seja inferior à dos demais combustíveis; e ii) difícil armazenamento e elevado custo de transporte.

Em contrapartida, Paoliello (2006) e Lobo (2013) mostram que os entraves ao uso do bagaço como fonte energética podem ser facilmente eliminados, a baixo custo, pelo processo de briquetagem, no qual as matérias-primas são compactadas por pressão externa, de modo a

se obter um único produto de maior resistência mecânica e maior densidade energética. Estima-se que o briquete resultante possua densidade energética seis vezes maior, além de ser mais eficiente quanto ao armazenamento e transporte.

Dados da UNICA (2016a) destacam que o volume de bioeletricidade oferecido ao sistema nacional pode aumentar oito vezes até 2024, tendo por base os dados de 2014. Destacam também que o Brasil está entre os países com maior capacidade de geração de bioenergia instalada, 15,3% do total mundial, e que em 2015 a oferta energética oriunda do uso da biomassa cresceu 7%.

O potencial brasileiro na produção de etanol 2G e a cogeração de energia elétrica

Potencial bioenergético

No Brasil, é destaque a grande produtividade do setor sucroenergético e sua imensa área de plantio reservada para a cultura canavieira. Em 2016, segundo dados da UNICA (2017), foram registradas 666.824 mil toneladas de cana-de-açúcar moída, sendo 617.709 mil referentes ao centro-sul do País, destinadas à produção de açúcar, etanol e energia elétrica.

A energia elétrica, produzida há pelo menos duas décadas, era usada prioritariamente para a autossuficiência das unidades produtoras, sem que houvesse investimentos para a produção de energia excedente para a comercialização UNICA (2016a).

A situação começou a mudar em meados de 2003, quando o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) entrou em vigor. O Proinfa, em parceria com o BNDES, previa financiamento de até 80% do investimento (com exceção da aquisição de terrenos e bens e serviços importados), amortizações em 12 anos, carência de seis meses depois de iniciada a atividade comercial e o não pagamen-

to de juros durante a construção da unidade produtora (Rodrigues, 2005).

Para a análise do potencial produtivo bioenergético nacional oriundo da cultura canavieira, são levados em consideração os resultados obtidos por Rodrigues (2005), que abordam quatro tipos de cogeração de energia elétrica no setor sucroenergético (Tabela 1).

O primeiro é uma instalação típica do setor sucroenergético que opera com uso de caldeiras de baixa eficiência térmica e reduzida pressão. Nelas, a biomassa entra em combustão e gera vapor, que é encaminhado para turbinas de simples estágio. A energia térmica é transformada em energia mecânica para o acionamento de equipamentos da unidade produtora ou para produzir energia elétrica através de um gerador.

No segundo tipo, as caldeiras operam em alta pressão e são de elevada eficiência térmica, e o vapor gerado é encaminhado para turbinas de multiestágio.

No terceiro sistema, motores elétricos – e não turbinas de acionamento mecânico – produzem com alta eficiência. O vapor gerado é usado ao longo dos estágios da turbina de multiestágio, com grande aproveitamento.

No quarto tipo, é implementada uma otimização no consumo de vapor da unidade produtora.

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos do estudo de Rodrigues (2005). Destaca-se a premissa de que a geração potencial e excedente de energia em cada um dos sistemas de produção é calculada com base na moagem de uma to-

nelada de cana, cujo objetivo é generalizar os resultados.

Os resultados obtidos da moagem de uma tonelada de cana podem ser facilmente ampliados para qualquer quantidade de cana moída, obtendo-se assim o total de produção energética para qualquer período. Assim, com base na quantidade total de cana moída no Brasil na safra 2015/2016, obtém-se a produção de energia elétrica total para cada um dos sistemas produtivos.

Com um acumulado de 666.824 mil toneladas de cana moída no País na safra 2015/2016 (Tabela 2), estimam-se 8.668 Gwh produzidos pelo Sistema de Baixa Eficiência Térmica, sem produção excedente; 53.346 Gwh pelo Sistema de Alta Eficiência Térmica, com excedente de 43.477 Gwh disponíveis para a comercialização; 79.552 Gwh pelo Sistema com Eletrificação, com excedente de 60.347 Gwh; e 86.820 Gwh quando se leva em consideração o Sistema Otimizado, com excedente para comercialização de 67.682 Gwh.

A Tabela 2 mostra uma comparação entre os quatro tipos de sistemas produtivos e o total de energia elétrica consumida no Brasil, tanto no âmbito integral quanto no residencial. Os resultados são baseados nos dados de consumo de energia elétrica total e residencial do Brasil de 2015/2016. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2016b), o consumo energético total do País foi de 471.621 Gwh, enquanto o consumo residencial atingiu 134.194 Gwh.

Nota-se quão expressivo é o potencial de geração energética com a otimização do processo de cogeração. O excedente produzido

Tabela 1. Potencial produtivo e excedente dos sistemas de cogeração de energia elétrica.

Sistema	Definição	Produção (kWh/tc)	Excedente (kWh/tc)
I	Sistema de Baixa Eficiência Térmica	13,0	0
II	Sistema de Alta Eficiência Térmica	80,0	65,2
III	Eletrificação	119,3	90,5
IV	Otimização do Sistema	130,2	101,5

Fonte: elaborada com dados de Rodrigues (2005) e Kloc (2016).

Tabela 2. Comparativo da produção bioenergética nacional em relação ao consumo total/residencial de energia elétrica – Safra 2015/2016, ano 2015/2016.

Sistema	Produção (Gwh)	Excedente (Gwh)	Participação do excedente produzido no consumo total de energia elétrica (%)	Participação do excedente produzido no consumo residencial de energia elétrica (%)
I	8.668	0,0	0	0
II	53.346	43.477	9,2	32,4
III	79.552	60.347	12,8	45,0
IV	86.820	67.682	14,3	50,4

Fonte: elaborada com dados de Rodrigues (2005), EPE (2016b) e UNICA (2017)

é capaz de abastecer 14,3% do consumo total e 50,4% do consumo residencial, ou seja, mais de metade da demanda residencial por energia elétrica seria suprida pela cogeração energética da biomassa da cana caso fosse implementado o processo otimizado nas unidades produtoras.

Vale lembrar que a agroindústria canavieira brasileira cresce a cada ano e, segundo projeções de Kloc (2016), o potencial de geração energética tende a ser ampliado. Estima-se que na safra 2030/2031 a produção bioenergética, via cogeração dos subprodutos da cana, responderá por cerca de 23% do total de energia elétrica consumida no País.

Potencial do etanol 2G

A matriz de combustíveis brasileira passou por significativas mudanças nos últimos anos. Na década de 2000, a tecnologia *flex-fuel* trouxe o crescimento da frota de veículos leves, ocasionando aumento do consumo de biocombustíveis, suprido principalmente pela produção interna de etanol. Entretanto, depois de 2010, por causa da falta de investimentos em tecnologias e de novas plantas para o setor sucroenergético, a competitividade dos biocombustíveis decresceu, principalmente a do etanol, fazendo com que a gasolina reemergisse e, com isso, as importações se elevassem, dada a baixa capacidade de refino nacional (Milanez et al., 2015).

Por causa do aumento do consumo da gasolina, da elevação dos preços do petróleo

e da possibilidade de escassez mundial dos combustíveis fósseis – somados ao crescimento da frota de veículos e à preocupação com o aquecimento global –, faz-se necessário buscar mecanismos que resgatem a competitividade do etanol e dos biocombustíveis. Nesse cenário, a adoção de novas tecnologias, como o etanol 2G, é imprescindível para a retomada das atividades econômicas do setor sucroenergético (Khanna & Zilberman, 2017).

Como o etanol 2G é obtido dos resíduos da produção do etanol 1G, isso colabora para o entendimento de que a tecnologia necessária para a produção do 2G pode ser facilmente adaptada às unidades produtoras já instaladas.

Ambientalmente, segundo dados da Granbio (2015a), o etanol 2G é um combustível sustentável por dois motivos básicos: primeiro, por contribuir de forma significativa para a redução da emissão de gases CO₂ (dióxido de carbono); segundo, por ele não exigir aumento da área de plantio, pois a matéria-prima para sua produção é composta exclusivamente de resíduos de culturas já existentes.

Em 2015, o Brasil, segundo Milanez et al. (2015) e Granbio (2015a), contava com uma capacidade instalada de produção de cerca de 140 milhões de litros de etanol 2G por ano. Desse total, 82 milhões de litros eram produzidos na Bioflex 1, a primeira usina com capacidade de produção de etanol 2G em escala comercial do

País, instalada no município de São Miguel dos Campos, AL.

Embora a quantidade produzida de etanol 2G seja pequena diante do grande volume de combustíveis demandado pelo País, projeções mostram que o Brasil tem capacidade de aumentar a produção de etanol em cerca de 50% com o uso dos resíduos da cana-de-açúcar e a implementação de tecnologias da segunda geração (Granbio, 2015a).

Outro ponto importante que deve ser destacado a favor da produção do etanol 2G é o seu custo de produção. Atualmente, o custo do etanol 2G varia em torno de R\$ 1,50 por litro, mais elevado que o do etanol 1G (R\$ 1,15/L). Entretanto, segundo estudos do Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), em parceria com o BNDES, o custo de produção do etanol 2G tem potencial para ser reduzido no médio prazo, podendo alcançar R\$ 0,75/L já em 2020 e, levando em consideração determinadas tecnologias e possíveis cenários econômicos, o valor pode ser reduzido ainda mais, R\$ 0,52/L no longo prazo (CTBE, 2015). De acordo com Morais et al. (2017), projeta-se para o período 2026–2030 redução de 30% no custo de produção em relação aos patamares atuais.

Entretanto, a produção de biocombustíveis, de modo geral, enfrenta muitos obstáculos. Segundo Rosa & Garcia (2009), uma das principais barreiras à produção dos biocombustíveis no longo prazo está no *trade-off* entre a disposição das áreas de plantio destinadas à produção de alimentos e as áreas reservadas às culturas de biomassa, necessárias à produção dos biocombustíveis.

Outra limitação à produção dos biocombustíveis, principalmente do etanol 2G, é a concorrência quanto à matéria-prima, pois o processo de obtenção da bioenergia também faz uso do bagaço e da palha da cana-de-açúcar.

O Brasil tem intensificado investimentos e pesquisas em novas tecnologias e meios de produção que reduzam custos e aumentem a

produtividade, como é o caso da cana-energia, nova variedade de cana desenvolvida especialmente para a segunda geração do etanol. Essa variedade possui maior teor de fibras, o que acarreta aumento do potencial produtivo; assim, exige menor quantidade de água e se adapta a solos menos férteis (Granbio, 2015a; Morais et al., 2017).

Segundo projeções de Kloc (2016), a produção de etanol 2G pode alcançar a faixa dos 8,5 bilhões de litros na safra 2030/2031, sendo 7,2 bilhões de litros referentes à produção a partir do bagaço da cana e 1,3 bilhão da palha da cana – aumento da disponibilidade de etanol de 18,37% (Figura 4).

Conclusões

O objetivo deste trabalho foi identificar o potencial produtivo dos novos produtos do setor sucroenergético, com foco no processo de cogeração de energia elétrica e na produção de etanol de segunda geração, e averiguar se eles têm capacidade de suprir a demanda energética nacional diante de eventuais esgotamentos das fontes não renováveis de energia e de políticas ambientais restritivas quanto à emissão de gases poluentes, causadores do aquecimento global. Os resultados mostraram o expressivo potencial que ambos os produtos têm a oferecer para a melhora da composição econômica e ambiental da matriz energética brasileira.

Quanto à produção bioenergética, pode-se destacar a grande capacidade instalada que o País possui, já que a tecnologia empregada no processo de cogeração de energia elétrica está em estado avançado, dada a experiência nacional no uso dos resíduos da cultura canavieira. Além da maturidade tecnológica, a produção bioenergética conta também com uma matéria-prima acessível e barata, os resíduos da produção de etanol 1G. Assim, para que o setor aumente sua rentabilidade e nível de produção, é preciso que haja grandes investimentos em aprimoramento das tecnologias instaladas, como o processo de otimização dos sistemas produ-

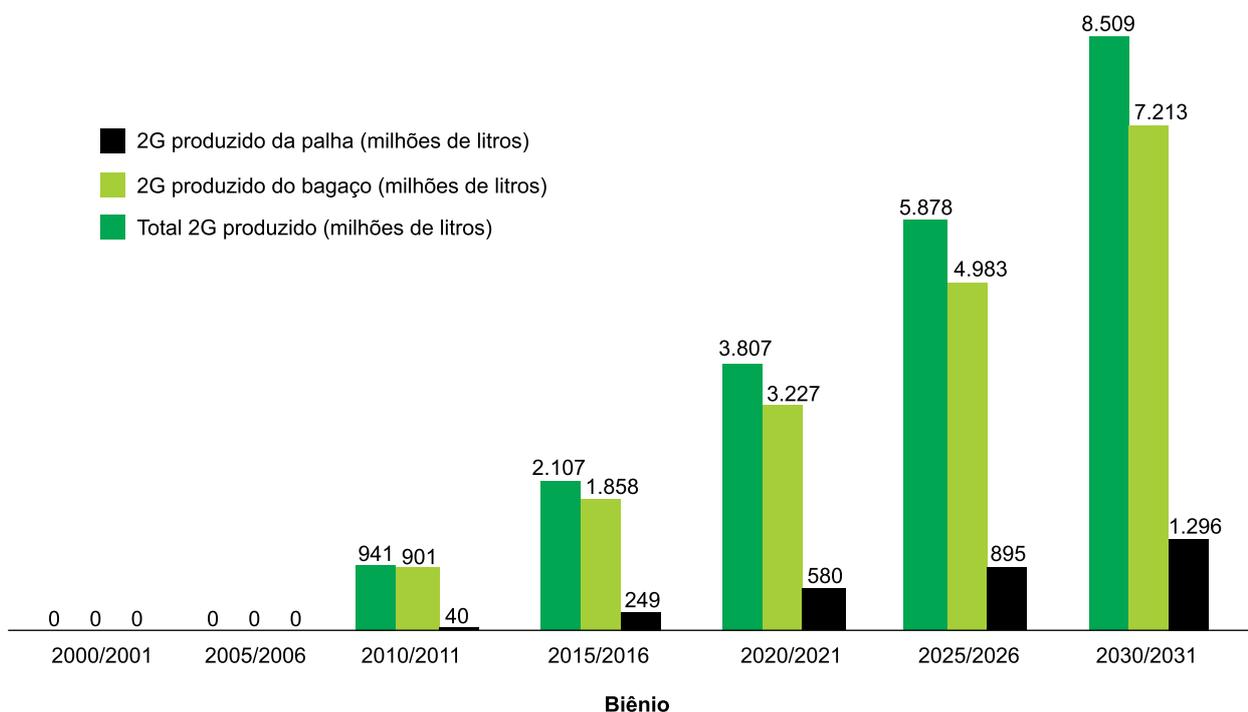


Figura 4. Projeção da produção de Etanol 2G (milhões de litros).

Fonte: elaborada com dados de Kloc (2016).

tivos, que teriam potencial, baseado em dados da última safra (2015/2016), de suprir 14,3% da demanda energética nacional, e mais de 50% da demanda energética residencial do País, caso as unidades produtoras comercializem o excedente produzido.

Outro ponto importante a favor da produção bioenergética é sua complementaridade sazonal em relação ao parque hídrico brasileiro, já que existem tanto limitações físicas quanto políticas ambientais rígidas que barram a instalação de novas usinas hidroelétricas.

Quanto ao potencial produtivo do etanol de segunda geração, destaca-se que, embora suas tecnologias estejam em estágio inicial, com nível de produção relativamente pequeno, o cenário é otimista. Estima-se que sua produção tenha potencial suficiente para aumentar o percentual de biocombustíveis inseridos na matriz energética brasileira e ainda superar, no longo prazo, os custos de produção tanto dos biocom-

bustíveis convencionais (etanol 1G) quanto dos combustíveis fósseis (petróleo).

Diante dessas constatações, cabe ao setor público proporcionar um ambiente favorável, por meio de políticas públicas, que incentive a iniciativa privada a investir na empreitada do desenvolvimento do setor sucroenergético.

Referências

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira**: exercício de 2014. 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/91108896/1+-+Resenha+Energ%C3%A9tica+Brasileira/0dd11be6-9908-417a-a89e-953f724b24cd?version=1.0>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- CAVALETT, O.; JUNQUEIRA, T.L.; GOUVÊIA, V.L.R. de. De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar – uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública. **BNDES Setorial**, v.41, p.237-294, 2015.
- CTBE. Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol. **Etanol celulósico deve ser economicamente viável em 2020**. 2015. Disponível em: <<http://ctbe>.

cnpem.br/etanol-celulosico-deve-ser-viavel-2020/>. Acesso em: 17 maio 2017.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2016**: relatório síntese: ano base 2015. 2016a. Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/img/63socios7.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2017.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistência) – 2004-2016**. 2016b. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9trica%20por%20classe%20\(regi%C3%B5es%20e%20subsistemas\)%E2%80%932011-2012.aspx](http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9trica%20por%20classe%20(regi%C3%B5es%20e%20subsistemas)%E2%80%932011-2012.aspx)>. Acesso em: 12 maio 2017.

FERREIRA, L.C.C. **Caracterização do potencial energético entre a produção de etanol celulósico e a cogeração a partir do bagaço da cana**. 2012. 68p. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília, Brasília. Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico.

GRANBIO. **Bioflex I**: produção de biocombustível. [2015a]. Disponível em: <<http://www.granbio.com.br/conteudos/biocombustiveis/>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

GRANBIO. **Do campo ao tanque**. [2015b]. Disponível em: <<http://www.granbio.com.br/conteudos/do-campo-ao-tanque/>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

KHANNA, M.; ZILBERMAN, D. (Ed.). **Handbook of Bioenergy Economics and Policy**: Volume II: modeling land use and greenhouse gas implications. New York: Springer, 2017. (Natural Resource Management and Policy, 40). DOI: 10.1007/978-1-4939-6906-7.

KLOC, F.G. **Potencial econômico e energético dos novos produtos do setor sucroenergético brasileiro**. 2016. Monografia (Graduação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

LOBO, C. da S. **A importância da cogeração utilizando bagaço de cana-de-açúcar com forma de diversificação da matriz elétrica**. 2013. 113p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MESQUITA, D.L.; OLIVEIRA, E.R. de. As reformas liberais da década de 90: as políticas da “Terceira Via” e o novo ambiente institucional no setor sucroalcooleiro brasileiro. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/APS-A1211.pdf>>. Acesso em: 4 dez. 2016.

MILANEZ, A.Y.; NYKO, D.; VALENTE, M.S.; SOUSA, L.C. de; BONOMI, A.; JESUS, C.D.F. de; WATANABE, M.D.B.; CHAGAS, M.F.; REZENDE, M.C.A.F.;

MORAES, M.A.F.D. de; ZILBERMAN, D. **Production of ethanol from sugarcane in Brazil**: from state intervention to a free market. London: Springer, 2014.

(Natural Resource Management and Policy, 43). DOI: 10.1007/978-3-319-03140-8.

MORAIS, P.P.; PASCOAL, P.V.; ROCHA, E.S.; MARTINS, E.C.A. Etanol de 2 geração: atual produção e perspectivas. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, ano 7, p.45-57, 2017.

OLIVEIRA, M. **Potencial de Produção de Energia Elétrica de 10 Usinas no Setor Sucroalcooleiro do Estado do Paraná na Safra 2012/2013**. 2014. Monografia (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão.

PAOLIELLO, J.M.M. **Aspectos ambientais e potencial energético no aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

RODRIGUES, L.G.S. **Análise energética de diferentes sistemas de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

ROSA, S.E.S. da; GARCIA, J.L.F. O etanol de segunda geração: limites e oportunidades. 2009. **Revista do BNDES**, n.32, p.117-156, 2009. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/7046>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

SOUSA, E.L.L. de; MACEDO, I. de C. (Coord.). **Etanol e bioeletricidade**: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. São Paulo: Luc Projetos de Comunicações, 2010.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Biomassa está pronta para gerar mais energia elétrica**. 2016a. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/namidia/310215992036376298/biomassa-esta-pronta-para-gerar-mais-energia-eletrica/>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **Maturidade tecnológica aumentará competitividade do Etanol 2G no Brasil**. 2016b. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/29063662920324775593/maturidade-tecnologica-aumentara-competitividade-do-etanol-2g-no-brasil/>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **UNICADATA**: consumo de combustíveis. 2016c. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-consumo-de-combustiveis.php?idMn=11&tipoHistorico=10>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar. **UNICADATA**: histórico de produção e moagem por produto. 2017. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=31&tipoHistorico=2>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

O leite no Cerrado

O que esperar em ganhos de produção e produtividade¹

Duarte Vilela²
Ricardo Andrade³
José Luiz Bellini Leite⁴

Resumo – Dos 203,4 milhões de hectares do Cerrado brasileiro, 89,4 milhões são usados para a agropecuária, dos quais 50,9 milhões com pastagens e 30,5 milhões com agricultura. A partir da década de 1970, o Cerrado se transformou no bioma com o maior potencial para a expansão da produção agropecuária nacional. Hoje, sozinho, ele responde por 55% da carne, 28% do leite e 56% da produção de grãos. A expansão de novas áreas não foi o único e principal fator responsável pelo crescimento da produção, mas sim o aumento da produtividade. Porém, mais de quatro décadas se passaram e hoje se estima que mais da metade da área de maior concentração da atividade pecuária do Cerrado esteja com baixa produtividade, com a qualidade do pasto abaixo do esperado, com baixa rentabilidade e com prejuízos ambientais. Considerando a incorporação de tecnologias para recuperar um milhão de hectares de pastagens degradadas, pode-se projetar acréscimo anual na produção de 9,6 milhões de toneladas. Identificar e mapear pastagens e solos degradados e a localização exata dessas áreas é o primeiro passo para implementar medidas de recuperação. Informações das tecnologias apropriadas e dados de qualidade são fundamentais para as políticas de recuperação e manejo sustentável de pastagens no Cerrado. Este trabalho discute os ganhos de produção e produtividade com a reintegração das áreas de pastagens degradadas ao setor produtivo de forma sustentável.

Palavras-chave: leite a pasto, potencial, produção sustentável, recuperação de pastagens, tecnologia.

The milk in the Brazilian Savannah: what to expect in gains of production and productivity

Abstract – From the 203.4 million hectares of the Brazil's Savannah 89,4 million hectares is used for livestock production, of which 50,9 million with pastures and 30,5 million with agriculture. If one considers that, from the 1970s onwards, the Brazil's Savannah became the biome with the greatest potential for expansion of national agricultural production; today alone, it accounts for 55% of meat, 28% of milk and 56% of grain production. The production expansion was supported, not only by incorporating new areas, but mainly by the increasing of productivity. On the other hand, more than

¹ Original recebido em 26/1/2018 e aprovado em 19/2/2018.

² Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. E-mail: duarte.vilela@embrapa.br

³ Pesquisador da Embrapa Gado de Leite. E-mail: ricardo.andrade@embrapa.br

⁴ Analista da Embrapa Gado de Leite. E-mail: jose.bellini@embrapa.br

four decades have passed and today it is estimated that half the area with the highest concentration of livestock activity in the Brazil's Savannah has low productivity, with pasture quality below expectations and generating economic and environmental loss. If one considers the incorporation of technologies to recover one million hectares of degraded pastures, it is possible to project an increase in milk production of 9.6 million of tons. Identifying and mapping degraded pastures and soils and the exact location of these areas is the first step in implementing measures for their recovery. Information on appropriate technologies and quality data are essential for Savannah sustainable pasture management and recovery policies. This article discuss the gains in production and productivity with the reintegration of degraded pastures areas to the productive sector in a sustainable way, by means of the adoption of appropriate technologies.

Keywords: pasture milk production, potential, sustainable production, pasture recovery, technology.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de carne, o terceiro de grãos e o quarto de leite de vaca. Possui 215 milhões de bovinos em 179,8 milhões de hectares de pastagens (Parente et al., 2017) e 80 milhões de hectares com lavoura (IBGE, 2017).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul e do Brasil. Ocupa 203,4 milhões de hectares, aproximadamente 24% do território nacional, abrangendo 11 estados mais o Distrito Federal, indo da região Norte aos engastes do Nordeste, passando pelo Centro-Sul, incluindo São Paulo e o norte do Paraná. Possui 89,4 milhões de hectares em área ocupada com agricultura e pecuária, dos quais 58,9 milhões são de pastagens (Parente et al., 2017) e 30,5 milhões são de agricultura (Ferreira et al., 2016). Nesse espaço territorial, estão as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero. Isso favorece a biodiversidade e dá a esse bioma grande importância ambiental, econômica e social.

Com um clima marcante, duas estações bem definidas e características únicas, o Cerrado tem importância estratégica no cultivo de grãos e na pecuária, sendo o bioma de maior produção do País, respondendo por 55% da carne e 56% dos grãos. A produção de leite ocupa a segunda posição nacional, com 27,8 % do total (Figura 1). Foi a partir da década de 1970 que o Cerrado se

transformou no bioma com maior potencial para a expansão da produção agropecuária nacional, mas hoje não se pode imaginar o Brasil sem ele.

A vegetação original praticamente cedeu espaço para as pastagens e para a agricultura. Diante de sua dimensão e peculiaridades, o desafio é estimar as áreas do Cerrado que estão comprometidas ou subutilizadas e verificar o potencial de resposta delas à intensificação tecnológica para a produção de leite. O uso de dados censitários da pesquisa municipal, aliados à geotecnologia, como o sensoriamento remoto aplicado em diferentes escalas, é a estratégia adequada para traçar um mapa da produção de leite e das condições das pastagens no Cerrado.

Transformação

Os solos do Cerrado são pobres e ácidos, com alto teor de alumínio, baixa concentração de cálcio e magnésio e, em sua maioria, pobres em fósforo assimilável. Essas características únicas praticamente o inviabilizavam como solo agricultável, sendo até 1970 desconsiderado para uso na agricultura. No entanto, a modernização do campo e as inovações tecnológicas converteram terras inaptas para a atividade agrícola em áreas aproveitáveis.

No início da década de 1970, estudos que descreviam o potencial das condições agrícolas do Cerrado foram produzidos pelo Instituto de Planejamento Econômico e Social (Ipea) e pelo Instituto de Planejamento (Iplan), em convênio

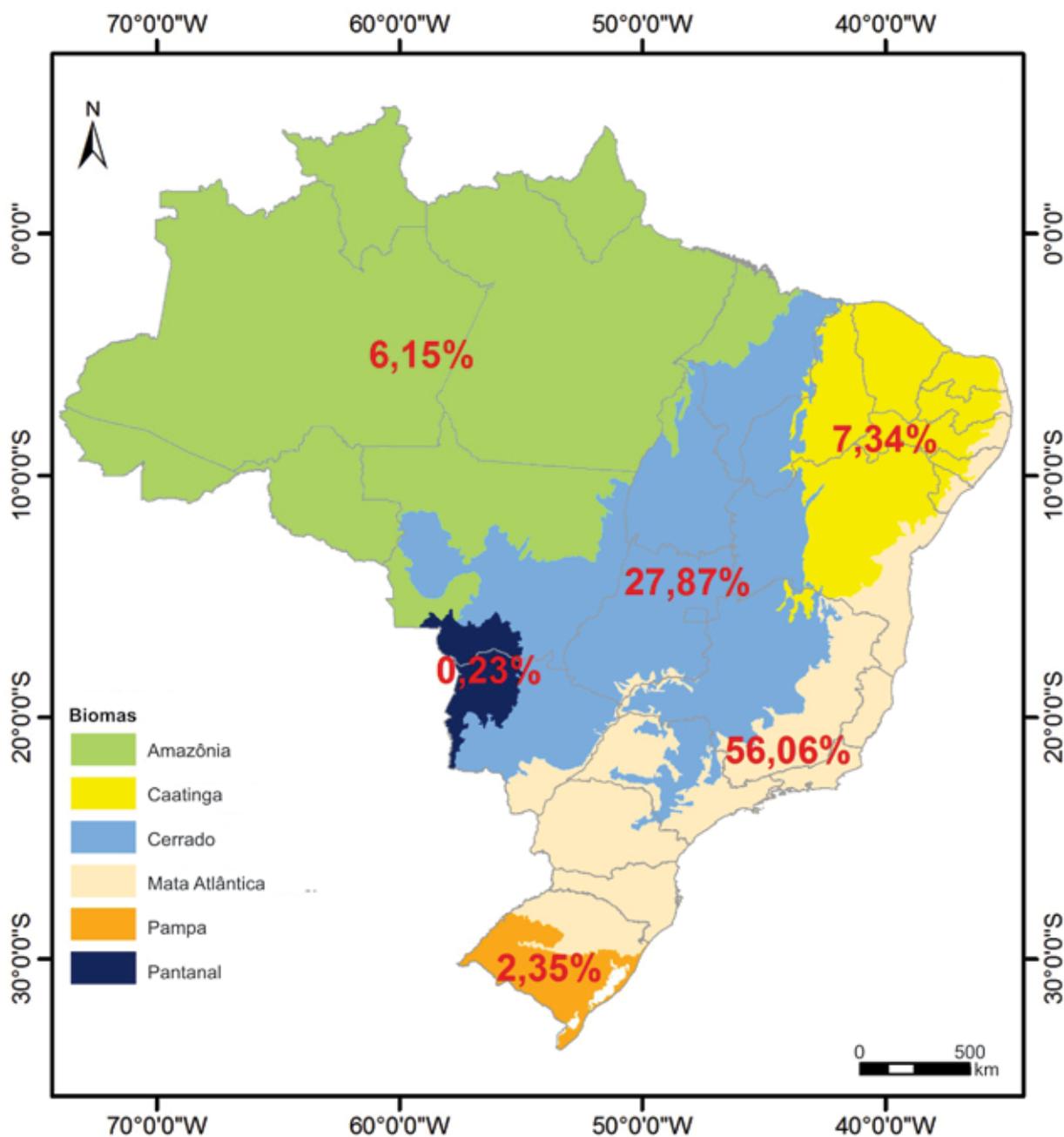


Figura 1. Produção nacional de leite por bioma em 2016.

com a Secretaria da Agricultura do estado de Minas Gerais.

Mas foi a partir de 1975 que a agropecuária nacional deu um grande salto quantitativo e qualitativo, com a consolidação da Embrapa. A abertura de novas fronteiras de produção a

Oeste, incorporando definitivamente o Cerrado ao sistema produtivo nacional, deu suporte para esse crescimento. Mas a expansão de novas áreas não foi o único e principal responsável pelo crescimento da produção, mas sim o aumento da produtividade.

Não se pode omitir que o processo recente de ocupação produtiva do Cerrado baseou-se (ou foi liderado) no complexo grão-carne. A produção de soja e milho se destacam, mas a produção dos principais grãos – milho, soja, feijão, arroz e trigo – no Cerrado subiu de oito milhões de toneladas em 1975 para 112,7 milhões de toneladas em 2015 – de 21% para 56% do total nacional no período.

O leite não ficou atrás. Nas últimas cinco décadas, a produção de leite no Brasil tem crescido sistematicamente, mesmo nos ambientes de intervenções do governo via planos econômicos, preços controlados, importações e desregulamentação da economia. Os primeiros dados da produção de leite foram registrados pela FAO em 1961, quando o País produziu 5,2 milhões de toneladas (FAO, 2016); só a partir de 1974 é que se iniciou a série histórica publicada pelo IBGE (2016). Quando se considera o período de 1961 a 2015, o crescimento da produção foi linear, sete vezes maior, com acréscimo de 30 milhões de toneladas em 54 anos (Vilela et al., 2017). De 1975 a 2015, a produção foi de oito para 35 milhões de toneladas de leite, aumento de 337,5%, dos quais o Cerrado contribui com 27,8% (Figura 1), o que equivale à produção anual de 9,7 milhões de toneladas de leite.

Recuperação

Dos 203,4 milhões de hectares de Cerrado, 103 milhões (50,5%) são cobertos com vegetação nativa. O estoque de terras com alta aptidão para a expansão da pecuária e a produção de grãos no Cerrado é de 33,4 milhões de hectares (Carneiro Filho & Costa, 2016).

A expansão da produção agropecuária no Cerrado alterou suas características (Figura 2), resultado de uma série de fatores simultâneos, com destaque para processos migratórios e de colonização, aumento do preço da terra nos estados do Sul do Brasil, programas de governo, adaptação tecnológica de produção e avanço da infraestrutura, aumento da demanda interna de alimentos e, principalmente, das commodities.

No passado, a pecuária extensiva foi uma das principais causas do desmatamento e degradação de áreas do Cerrado. Sua expansão ocorreu ao longo de décadas, por vários motivos, mas agravada pela baixa tecnologia empregada, que levou à exaustão a fertilidade do solo nas velhas áreas, sem nenhuma reposição de nutrientes. Há de se considerar que mais de quatro décadas se passaram desde a “transformação” do Cerrado na década de 1970.

Estima-se que grande parte da área de maior concentração de atividade pecuária no Brasil está com baixa produtividade, com a qualidade do pasto abaixo do esperado, gerando prejuízos econômicos e ambientais. A meta do governo, através do Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), é recuperar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2020 (Andrade et al., 2016, 2017). Dos 58,9 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Cerrado, grande parte está em condições de degradação, que varia conforme a fonte da pesquisa. Segundo Macedo (2000), aproximadamente 80% das áreas com pastagens cultivadas no Cerrado podem apresentar algum tipo de degradação. Para Oliveira et al. (2004), estaria degradada cerca de 50% da área de pastagem cultivada com braquiária. Andrade et al. (2016), ao usar séries temporais de imagens do sensor *Spot-Vegetation* para identificar processos de degradação de pastagens, estimam que cerca de 60% da área com pastagens cultivadas no Cerrado possui indicativos de degradação. Independentemente da fonte, reincorporar essas áreas ao segmento produtivo não pode faltar na agenda do governo.

Identificar e mapear pastagens e solos degradados tem sido um desafio para o desenvolvimento, e as iniciativas de recuperação encontram dificuldades de implantação por causa da falta de informações atualizadas e detalhadas da dimensão e da localização exata das áreas. Esses dados são fundamentais para as políticas de recuperação e manejo sustentável de pastagens.

Em termos ambientais, a recuperação de pastagens contribui para reduzir a pressão pela abertura de novas fronteiras para a expansão da

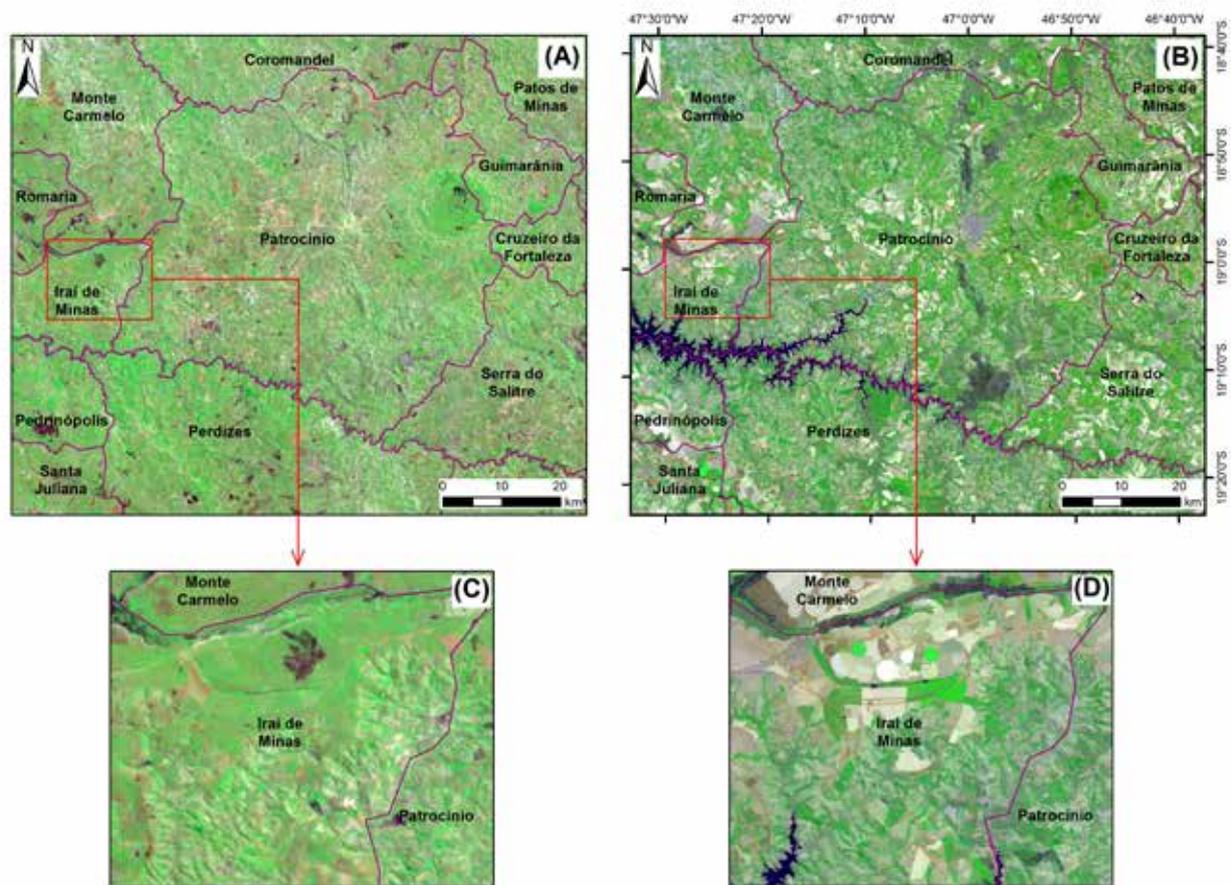


Figura 2. (A) Imagem Landsat 1 – sensor MSS (composição RGB: 5,6,4) de 10 de setembro de 1972; (B) Imagem Landsat 8 – sensor OLI (composição RGB: 4,5,2) de 19 de setembro de 2017; (C) Destaque de uso e ocupação do solo em parte dos municípios mineiros de Monte Carmelo, Iraí de Minas e Patrocínio em 10 de setembro de 1972; e (D) em 19 de setembro de 2017.

pecuária. Em pastos recuperados, e com adoção de tecnologias, é possível alcançar maior produtividade e menor emissão de GEE por animal, tornando assim a pecuária uma atividade economicamente mais rentável e ambientalmente mais adequada.

Pecuária de leite

Duas características marcam a pecuária de leite nacional: a grande maioria das mesorregiões produz leite e não existe um modelo padrão. É grande a diversidade dos sistemas de produção; em alguns, ela se baseia no uso máximo de pastagens; em outros, onde o preço da terra e da

mão de obra é mais elevado, ela usa sistemas em confinamento.

Na pecuária de leite de 1974 a 2015, enquanto o preço real do leite recebido pelo produtor nacional caiu 44,3%, a produção subiu 494%. Essa aparente contradição é explicada pela produtividade, que no mesmo período cresceu 245% (Vilela et al., 2017).

A adoção de tecnologias permitiu que a produtividade leiteira atingisse esse patamar. O aprimoramento das raças, da alimentação, da sanidade e do manejo fez com que o leite brasileiro começasse a virar notícia no cenário internacional. O Brasil já é o quarto maior produtor mundial de leite e deve ganhar novas po-

sições nas próximas décadas, pois o setor cresce mais rapidamente do que o de seus principais competidores. Entre os vizinhos do Cone Sul, o Brasil é destaque: dois terços da produção do Sul (52 milhões de toneladas) e mais do que o dobro da produção leiteira da América do Sul (66,2 milhões de toneladas) é brasileira (IFCN, 2015).

Os países de clima predominantemente tropical, entre eles o Brasil, respondem por aproximadamente 23% da produção mundial de leite. Possuem uma estrutura de produção baseada em pequenas propriedades, que usam pasto como alimento, são de baixa competitividade e importadores líquidos de lácteos. A baixa produtividade de sistemas pouco tecnificados, entre muitos motivos, tem grande peso na competitividade desses países.

Nesse contexto, vale ressaltar que a intensificação da produção de leite em pastagens tropicais pode estabelecer sistemas de produção competitivos. A intensificação, baseada na inovação tecnológica, pode propiciar elevadas taxas de lotação, com respostas em produção de leite por área de 40 kg/ha/dia a 60 kg/ha/dia sem suplemento alimentar (Vilela & Alvim, 1996) ou de 70 kg/ha/dia a 100 kg/ha/dia com suplemento (Vilela et al., 2005, 2007).

Impactos da tecnologia na produtividade de leite

Desde a década de 1970, tem-se demonstrado que a maioria das pastagens tropicais responde à aplicação de tecnologias, elevando

significativamente sua capacidade de suporte e a produtividade de leite (Tabela 1).

Nos futuros sistemas intensivos de produção de leite, não haverá mais espaço para forrageiras de baixos índices de produtividade e qualidade. As tentativas feitas no passado de se trabalhar com sistemas de produção a pasto, com baixos níveis de insumos, falharam e cederam espaço ao uso de corretivos e fertilizantes.

Algumas espécies forrageiras, como as do gênero *Braquiária*, especialmente a *B. decumbens*, mesmo manejadas intensivamente não reúnem características qualitativas suficientes para suportar produções muito acima de 10 kg/vaca/dia, com reflexo na produção por área abaixo do esperado. Isso evidencia que, para se conseguir índices elevados de produtividade, além da aplicação de insumos e do potencial genético do animal, a qualidade da forragem assume papel importante na intensificação da produção de leite a pasto (Tabela 2).

Já as gramíneas do gênero *Cynodon*, *Pennisetum*, e algumas cultivares mais modernas de *Braquiária* (Tabela 3), em razão de sua qualidade, potencial produtivo, excelente resposta à fertilização e irrigação, boa adaptação a diversos tipos de solo e clima tropical, proporcionam produtividades destacadamente superiores e vêm sendo intensivamente pesquisada pela Embrapa desde a década de 1990.

Historicamente, as pastagens tropicais têm potencial para manter produções diárias de leite de 7 kg/vaca a 12 kg/vaca, sem uso de alimentação suplementar (Tabela 2). Há evidências de

Tabela 1. Potencialidade da produção de leite a pasto.

Tecnologia adotada	Taxa de lotação (vaca/ha)	Produção de leite (kg/ha/ano)
Sem fertilizante	0,5–1,5	1.000–2.000
Consórcio gramínea + leguminosa	1,3–2,5	3.000–4.000
Com N, P, K e S ⁽¹⁾	2,5–5,0	4.500–9.500
Com N, P, K e S + Irrigação	6,0–9,9	15.000–22.000

⁽¹⁾ N, P, K e S = Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Enxofre

Fonte: Stobbs (1976).

Tabela 2. Desempenho de vacas mestiças, holandesa e zebu, em diferentes pastagens no período chuvoso (primavera/verão).

Espécie (nome comum) + Fertilização nitrogenada (kg de N/ha/ano)	Lotação (vaca/ha)	Produção diária de leite		Fonte
		kg/vaca	kg/ha	
<i>B. mutica</i> (Angola) + 125	1,8	9,7	17,4	Alvim et al. (1995)
<i>B. decumbens</i> (Braquiária) + 120	3,3	7,0	23,3	Lascano & Stür (1995)
<i>D. decumbens</i> (Pangola) + 50	2,5	10,0	25,0	Aronovich et al. (1965)
<i>S. sphacelata</i> (Setária) + 100	2,7	10,4	28,0	Alvim (1995)
<i>B. brizantha</i> (Braquiaraço) + 160	5,0	9,6	47,8	Leal et al. (2000)
Variação	1,8–5,0	7,0–10,4	17,4–47,8	

que o limite de produção de leite de vacas em pastagens tropicais no período da chuva, sem recorrer ao uso de concentrado, não excede a 4.000 kg/lactação, sendo determinantes a qualidade e disponibilidade do pasto. A participação do concentrado na dieta de vacas em lactação assume maior ou menor importância em razão também do potencial de produção de leite do animal. Em sistemas com produtividades superiores a essa, é fundamental que se recorra à suplementação com concentrados (Tabela 3). O uso de concentrados está relacionado ao seu custo, à qualidade e à participação da forragem na dieta, com a margem líquida crescente quan-

to menor o preço do concentrado, maior o preço do leite e maior a produção das vacas.

As produções médias diárias de leite por animal e por área variaram de 13 kg/vaca a 20 kg/vaca e de 71 kg/ha a 104 kg/ha, respectivamente, com taxa de lotação de 4 vacas/ha a 6 vacas/ha, suplementadas com 2 kg/vaca/dia a 6 kg/vaca/dia de concentrado.

Perspectivas para a produção de leite no Cerrado

Em 2016, as propriedades do Cerrado nacional produziram 9,7 milhões de toneladas de

Tabela 3. Desempenho de vacas em lactação com potencial de 4,5 kg/lactação a 6,0 mil kg/lactação, em pastagens com diferentes espécies forrageiras e com manejo do pasto rotacionado.

Nome comum + Fertilização nitrogenada (kg de N/ha/ano)	Concentrado (kg/vaca)	Lotação (vaca/ha)	Produção diária de leite	
			kg/vaca	kg/ha
Marandu ⁽¹⁾ + 250	2,0	5,7	16,4	93,5
Marandu ⁽¹⁾ + 100	5,5	5,0	14,3	71,5
Xaraés ⁽¹⁾ + 100	4,0	3,9	13,2	51,6
Mulato II ⁽¹⁾ + 100	5,5	5,0	15,3	76,6
C. elefante ⁽²⁾ + 200	2,0	5,0	15,6	70,2
Coast-cross ⁽³⁾ + 200	3,0	5,8	16,6	74,0
Coast-cross ⁽³⁾ + 200	6,0	5,0	19,1	94,2
Coast-cross ⁽³⁾ + 200	6,0	5,1	20,0	104,0
Variação		3,9–5,8	13,2–20,0	71,5–104

⁽¹⁾ Braquiária; ⁽²⁾ Pennisetum; ⁽³⁾ Cynodon.

Fonte: ⁽¹⁾ Paciullo & Gomide (2016); ⁽²⁾ Deresz et al. (2004); ⁽³⁾ Benites et al. (2016).

leite, ordenhando cerca de 7,3 milhões de vacas (37,2% do rebanho nacional), com produtividade média de 1.328 kg/vaca/ano.

Os sistemas de produção de leite a pasto há décadas são considerados os mais tradicionais no País. No entanto, entre os muitos fatores que podem influenciar a produção de leite nesses sistemas, além dos já mencionados, está o estágio de degradação do solo. Historicamente, foram as braquiárias que iniciaram o processo de intensificação da produção animal a pasto no Cerrado na década de 1970 e, dessa forma, considera-se isso uma das razões de serem elas as primeiras a sofrer o processo de degradação e com impacto negativo na produção de leite nacional.

Estima-se que no Cerrado mais da metade das pastagens de braquiária está em algum grau de degradação (Oliveira et al., 2004). A condição de degradação em pastagens de braquiária e de outras espécies de gramíneas é geralmente resultado do manejo inadequado, com o uso de altas taxas de lotação e da baixa reposição de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio.

O Cerrado em 2014 foi responsável por 31% do leite nacional. Em relação a 2004, o acréscimo foi de 39,5% – de 7,5 para 10,4 milhões de toneladas (Zoccal, 2015). No entanto, em 2016 o bioma respondia por 27,9%, queda de 9,5%, dando os primeiros sinais de que a pecuária de leite no Cerrado necessitava de atenção especial. Quando se considera a espacialização da produção de leite por município nos limites territoriais do bioma para 2000–2016 (Figura 3), as evidências tornam-se claras e mostram que partir de 2013 a produção de leite começou a decrescer, independentemente de fatores macroeconômicos do País.

A produção nacional de leite tem crescido linearmente desde o início da série histórica, em 1961. Apesar de o ritmo de crescimento ter diminuído a partir de 2015, e decrescido em 2016 (Vilela et al., 2017), isso não explica o decréscimo da produção no Cerrado a partir de 2013. Estima-se que a produção nacional tenha sido

de 35 milhões de toneladas em 2015 e de 33,6 milhões de toneladas em 2016 (IBGE, 2016).

A Figura 4 mostra os 30 municípios que mais produziram leite no Cerrado 2000–2016. Destaca-se que eles são responsáveis por cerca de 25% de toda a produção desse bioma – o que pode explicar tal fato é a maior tecnificação em relação à média da região.

As microrregiões de maior volume de leite em 2015 foram Patos de Minas, Patrocínio, Araxá, Uberlândia, Paracatu, Curvelo, Frutal e Passos, em Minas Gerais; Meia Ponte e sudoeste de Goiás, em Goiás. Estas dez microrregiões produziram juntas 4,2 bilhões de litros de leite, com produtividade média de 1.919 L/vaca/ano (Zoccal, 2015).

Quando se compara a produção de leite em 2016 com a de 2006 (Figura 5), os locais de maior evolução foram o oeste de Minas Gerais, sudoeste de Goiás e, em menor escala, o oeste de Mato Grosso e o sudoeste da Bahia, confirmando uma tendência de que o leite caminha para o Oeste, onde os fatores de produção “terra” é mais barata e “mão de obra” não é tão escassa. Soma-se a isso, a elevada produção de grãos, como milho e soja, importantes insumos para a alimentação animal.

O que esperar em ganhos de produção e produtividade

Admitindo a recuperação do potencial produtivo de metade dos 58,9 milhões de hectares de pastagens cultivadas hoje degradadas, mesmo não considerando os 33,4 milhões de hectares em estoque de terras com alta aptidão para a expansão da pecuária ou a produção de grãos, são esperados consideráveis ganhos de produtividade nesse bioma. Se adotarmos tecnologias que impactam positivamente a produtividade, a exemplo das ilustradas nas Tabelas 1, 2 e 3, mantidos fixos os demais fatores que influenciam a produção, espera-se reversão da queda de produção de leite registrada a partir de 2013 no Cerrado (Figura 3).

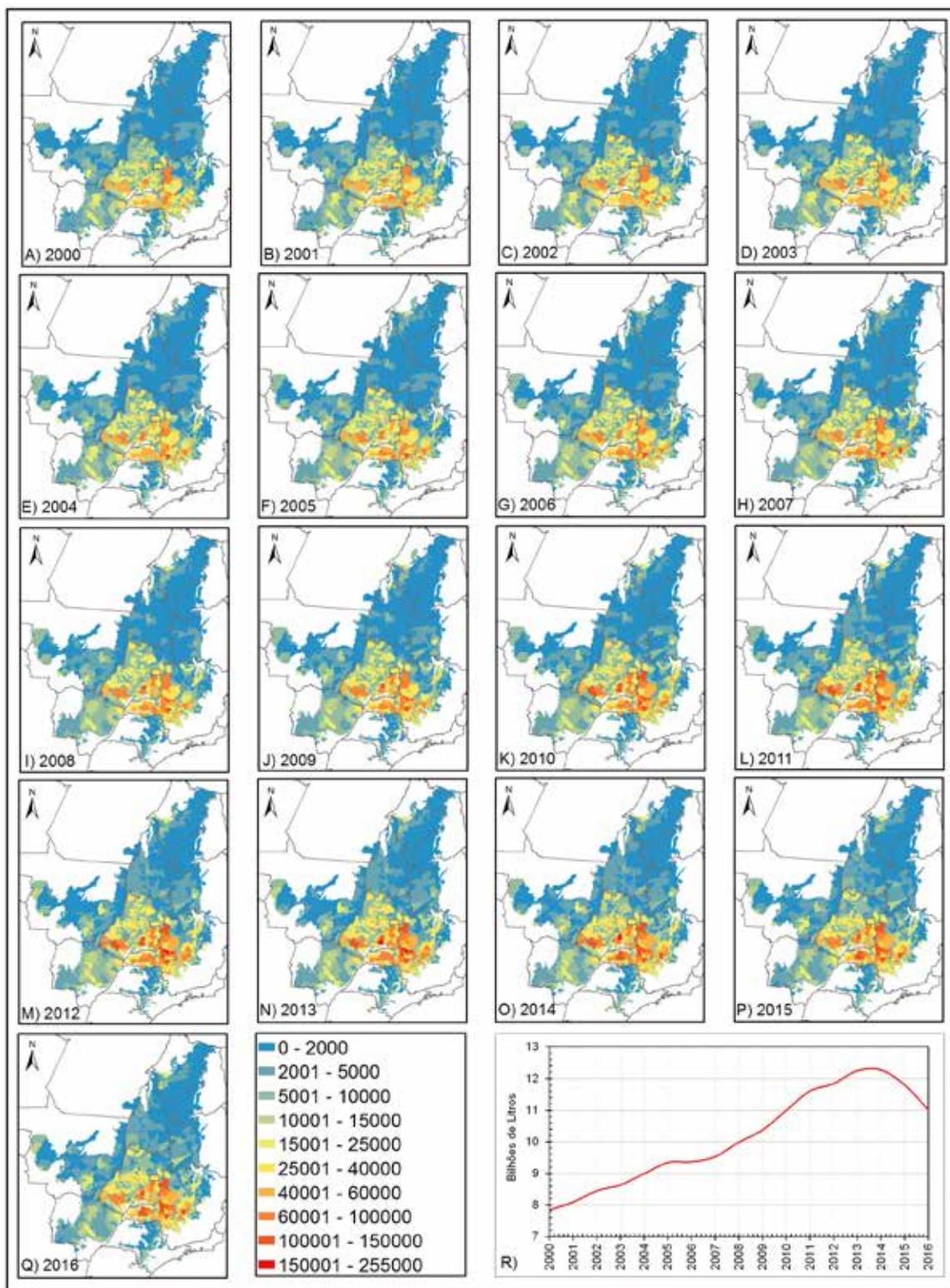


Figura 3. (A a Q) Espacialização da produção de leite por município nos limites territoriais do bioma Cerrado para 2000–2016 e (R) somatório da produção anual de leite de todos municípios nos limites territoriais do bioma Cerrado.

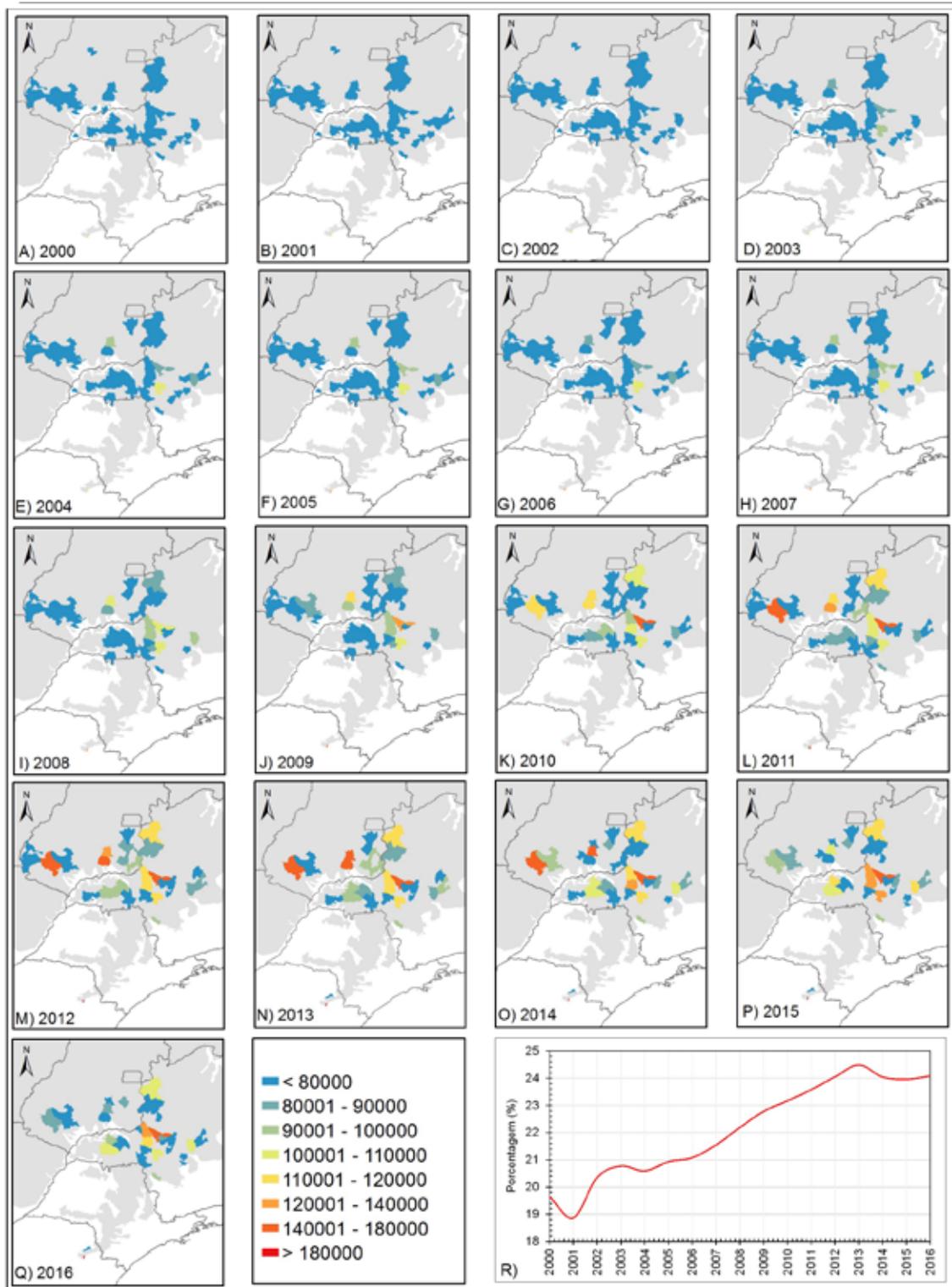


Figura 4. (A a Q) Espacialização dos 30 municípios com maior produção de leite nos limites territoriais do bioma Cerrado em 2000–2016 e (R) visualização do percentual dos 30 municípios de maior produção de leite em relação ao total produzido nos limites territoriais do bioma.

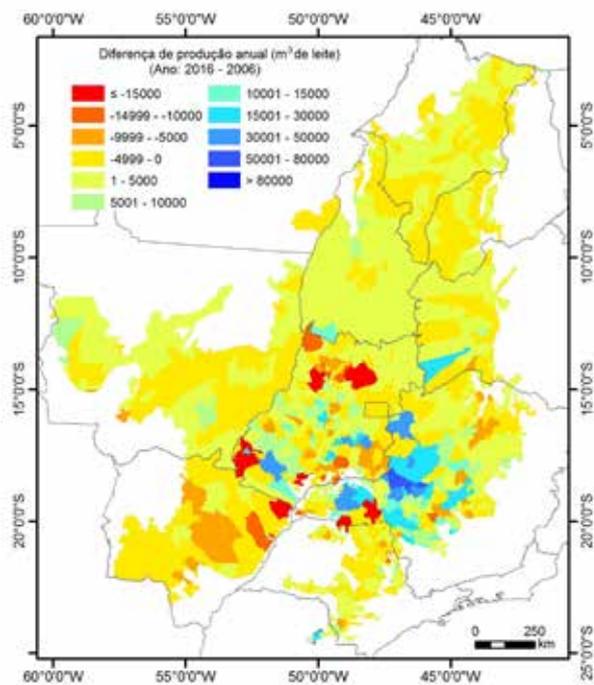


Figura 5. Diferença da produção de leite em escala municipal entre 2016 e 2006, para os limites territoriais do bioma Cerrado.

Como a produtividade média atual do Cerrado é de apenas 1.328 kg/vaca/ano, e a taxa de lotação é pouco inferior a 1,2 vaca/ha, pode-se projetar o aumento da produção de leite de forma bem realista com a incorporação de apenas duas tecnologias (pastejo rotacionado e fertilização com N, P e K), além da correção do solo. Com isso, estima-se que a produção poderá alcançar, em média, 4.500 kg/vaca/ano e a taxa de lotação, 2,5 vacas/ha, suficientes para incrementar a produtividade por área para 11.250 kg/ha/ano. Quando se considera o acréscimo decorrente da recuperação de um milhão de hectares, haveria um adicional anual de 9,6 milhões de toneladas de leite, exatamente o dobro da produção atual. Por aí se pode imaginar o potencial do Cerrado brasileiro, como também do País, para a produção de leite, lembrando que a metade dos 58,9 milhões de hectares de pastagens está com baixa produtividade, por causa da degradação, além dos 33,4 milhões de hectares em estoque. Naturalmente nem toda essa

área seria direcionada à pecuária de leite, mas percebe-se claramente seu potencial, principalmente se empregadas outras tecnologias como irrigação e forrageiras de mais alta produtividade e qualidade (Tabela 3).

Considerações finais

Vários fatores concorreram para transformar o bioma Cerrado em potência agrícola, sendo destaques tanto a produção de grãos (soja, milho) quanto a de carne e leite. No início da década de 1970, pesou a expansão das fronteiras, mas a expansão da produção foi possível, principalmente pela adoção de tecnologias que resultaram no aumento da produtividade. Atualmente, estima-se que metade das áreas destinadas à pecuária extensiva estão com baixa produtividade, gerando prejuízos econômicos e ambientais, mas as tecnologias hoje disponíveis podem ser prontamente adotadas nessas áreas. Para tanto, é de fundamental importância a elaboração e a implementação de políticas públicas de incentivo à recuperação produtiva dessas áreas, com assistência técnica continuada familiarizada com as tecnologias adequadas para cada situação, semelhantes às aqui apresentadas.

O uso das geotecnologias para identificar e monitorar áreas com baixa produtividade e, assim, apoiar a recuperação e o manejo sustentável de pastagens no Cerrado é de fundamental importância para o êxito da recuperação dessas áreas.

Referências

- ALVIM, M.J.; BOTREL, M. de A.; MARTINS, C.E.; SIMÃO NETTO, M.; DUSI, G.A.; CÓSER, A.C. **Produção de leite em pastagens de Capim-angola e de Setária**. Coronel Pacheco: Área de Difusão de Tecnologia, 1995. 30p. (Embrapa-CNPGL. Circular técnica, 37).
- ANDRADE, R.G.; BOLFE, E.L.; VICTORIA, D. de C.; NOGUEIRA, S.F. Avaliação das condições de pastagens no Cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, p.34-41, 2017. DOI: 10.21206/rbas.v7i1.376.

- ANDRADE, R.G.; BOLFE, É.L.; VICTORIA, D. de C.; NOGUEIRA, S.F. Recuperação de pastagens no Cerrado. **Agroanalysis**, v.36, p.30-32, 2016.
- ARONOVICH, S.; CORREA, A.W.; FARIA, E.V. O uso de concentrados na alimentação de vacas leiteiras em boas pastagens de capim-pangola. I – Resultados de verão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGEM, 9., 1965, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Esalq, 1965. v.2, p.919-921.
- BENITES, F.R.G.; FAUSTO SOBRINHO; VILELA, D. A contribuição do gênero *Cynodon* para a pecuária de leite. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; JUNTOLLI, F.V. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2016. p.147-166.
- CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. **A expansão da soja no Cerrado: caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável**. São Paulo: Agroicone, Input, 2016. 30p. Projeto Iniciativa para Uso da Terra (INPUT), Agroicone. Relatório. Disponível em: <<http://www.inputbrasil.org/publicacoes/a-expansao-da-soja-no-cerrado/?lang=pt>>. Acesso em: 7 dez. 2017.
- DERESZ, F.; FERREIRA, A. de M.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R. da S. Estratégias de suplementação concentrada e intervalo parto cio de vacas Holandês X Zebu manejadas em pastagem de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Juiz de Fora. **Anais**. Campo Grande: SBZ, 2004. NR 173.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/E>>. Acesso em: 8 nov. 2016.
- FERREIRA, M.E.; ANJOS, A.F. dos; FERREIRA, L.G.; BUSTAMANTE, M.; FERNANDES, G.W.; MACHADO, R.B. Cerrado: o fim da história ou uma nova história? **Ciência Hoje**, ed.334, v.56, p.24-29, 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal: 2003-2015**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=74&z=t&o=24>>. Acesso em: 8 nov. 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Tabela 1618: Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 20 dez. 2017.
- IFCN. International Farm Comparison Network. **World Dairy Map 2015: results of the IFCN Dairy Report 2014**. Kiel: IFCN, 2015. Disponível em: <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/upload_mm/7/e/e/5453701-c-d838-46fc-9bfa-278ce11af84a_Dairy-Map-2015_final.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- LASCANO, C.E.; STÜR, W. (Coord.). Componentes forrajeros de comportamiento reconocido en sistemas de producción. In: INFORME BIANUAL 1994-1995: Programa de Forrajes Tropicales. Cali: Ciat, 1995. p.8-18-31. (Ciat. Documento de trabajo, 153).
- LEAL, J.A.; BONA NASCIMENTO, M. do P.S.C. Produção de leite em pastagem irrigada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1., 2000, Lavras. **Estratégias de intensificação da produção de leite a pasto: anais**. Lavras: UFLA, 2000. 4p. Editado por Antonio Ricardo Evangelista, Thiago Fernandes Bernardes, Eleuza Clarete Junqueira de Sales.
- MACEDO, M.C.M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 3., 2000, Montevideu. **Anales**. [Argentina]: Asociación Latinoamericana de Produccion Animal, [2000]. CD-ROM.
- OLIVEIRA, O.C. de; OLIVEIRA, I.P. de; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.289-300, 2004. DOI: 10.1016/j.agee.2003.12.004.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A. de M. As contribuições de *Brachiaria* e *Panicum* para a pecuária leiteira. In: VILELA, D.; FERREIRA, R. de P.; JUNTOLLI, F.V. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2016. p.167-186.
- PARENTE, L.; FERREIRA, L.; FARIA, A.; NOGUEIRA, S.; ARAÚJO, F.; TEIXEIRA, L.; HAGEN, S. Monitoring the brazilian pasturelands: a new mapping approach based on the landsat 8 spectral and temporal domains. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.62, p.135-143, 2017. DOI: 10.1016/j.jag.2017.06.003.
- STOBBS, T.H. Milk production per cow per hectare from tropical pasture. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE GANADERIA TROPICAL: PRODUCCIÓN DE FORRAGES, 1976, Mexico. **Memória**. Mexico: Secretaria de Agricultura e Ganaderia: Banco de Mexico, 1976. p.129-146.
- VILELA, D.; ALVIM, M.J. Produção de leite em pastagem de *Cynodon dactylon*, (L.) Pers, cv. "coast-cross". In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora: Embrapa CNPGL, 1996. p.77-91.
- VILELA, D.; FERREIRA, A.M.; RESENDE, J.C.; LIMA, J.A.; VERNEQUE, R.S. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça Holandesa em pastagem de coast-cross. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**

Zootecnia, v.59, p.443-450, 2007. DOI: 10.1590/S0102-09352007000200026.

VILELA, D.; RESENDE, J.C. de; LEITE, J.B.; ALVES, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, p.5-24, 2017.

VILELA, D.; RESENDE, J.C. de; LIMA, J. (Ed.). **Cynodon**: forrageiras que estão revolucionando a pecuária

brasileira. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 251p.

Zoccal, R. **O leite nos biomas brasileiros**. [2015]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139892/1/Cnpgl-2015-PanLeite-O-leite.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Assistência técnica, eficiência e rentabilidade na produção de leite¹

Adriano Provezano Gomes²
Gabriel Teixeira Ervilha³
Lucas Ferreira de Freitas⁴
Christiano Nascif⁵

Resumo – O objetivo deste trabalho é avaliar a relação entre assistência técnica e eficiência na produção de leite. Foram usados dados de produtores de leite que fazem parte do Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL), parceria público-privada entre empresas e a Universidade Federal de Viçosa que funciona desde 1988. Usando a técnica de análise envoltória de dados (DEA) para calcular as medidas de eficiência, constatou-se que existem relações positivas entre o tempo em que o produtor recebe a assistência técnica e os indicadores de eficiência. Verificou-se que existe um ciclo virtuoso no processo de assistência técnica contínuo e sistemático, uma vez que sua continuidade permite ganhos de produção e produtividade, possibilitando assim melhorias dos indicadores de eficiência e rentabilidade, que são reintegrados ao processo na forma de novos investimentos. O trabalho ressalta também a importância de parcerias que visam melhorar a capacitação de estudantes para a assistência técnica e o desenvolvimento da pecuária leiteira.

Palavras-chave: análise envoltória de dados, extensão rural, pecuária leiteira, programas de desenvolvimento.

Technical assistance, efficiency and profitability in milk production

Abstract – The objective to paper was to evaluate the relationship between technical assistance and efficiency in the production of milk. In this analysis, it was used milk production data of associated to Development Program of Dairy Cattle (PDPL), a public-private partnership involving companies and the Federal University of Viçosa (UFV) that works since 1988. Using data envelopment analysis (DEA) to calculate the efficiency measures, it was found that there are positive relationships between the time that the producer receives technical assistance and efficiency indicators. It was found that there is a virtuous cycle of continuous and systematic technical assistance process, since its continuity allows production and productivity gains, enabling improvements in efficiency and profitability indicators, which are reintegrated into the process as new investments. The paper emphasizes the

¹ Original recebido em 23/7/2017 e aprovado em 7/3/2018.

² Doutor em Economia Aplicada, professor titular do Departamento de Economia da UFV. E-mail: apgomes@ufv.br

³ Doutorando em Economia Aplicada, técnico do Departamento de Economia da UFV. E-mail: gabriel.ervilha@ufv.br

⁴ Graduando em Agronomia. E-mail: lucasffagro@hotmail.com

⁵ Mestre em Zootecnia, superintendente do Senar-Minas. E-mail: c.nascif@hotmail.com

importance of partnerships to improve the training of students for technical assistance and the development of dairy cattle.

Keywords: data envelopment analysis, rural extension, dairy cattle, development programs.

Introdução

A produção de leite sempre exerceu papel de destaque no agronegócio brasileiro. Segundo dados da FAO (2016), a produção nacional responde por 5,4% do total mundial, o que faz do País o quarto maior produtor. Minas Gerais se destaca como o maior produtor, responsável por 26,6% da produção brasileira em 2014 (IBGE, 2016).

Apesar da importância da atividade, a produção de leite no Brasil e, em especial, em Minas Gerais, é realizada, na maioria das propriedades, com baixos índices de produtividade, realidade que se transforma em fator limitante à expansão da renda dos produtores. Em termos comparativos, enquanto a produtividade média do rebanho leiteiro mundial é da ordem de 6,5 L/dia/vaca, no Brasil é de cerca de 4 litros. Nos Estados Unidos, maior produtor mundial, a produtividade é superior a 25 litros diários por vaca ordenhada (FAO, 2016).

Muitos são os fatores que podem ser apontados como limitantes ao crescimento dos índices de produtividade e eficiência da produção de leite no Brasil. Certamente, um deles está relacionado ao baixo nível de conhecimento dos produtores e, indiretamente, ao reduzido índice de assistência técnica.

Dada a diversidade e complexidade dos sistemas de produção de leite no País, a assistência técnica assume papel vital para proporcionar aumento da produção e da produtividade dos fatores, o que possibilita o crescimento da renda do produtor. Segundo Lins & Vilela (2006), há forte relação entre intensidade de assistência técnica e renda na atividade leiteira. Em média, a renda bruta de produtores que receberam, em um ano, quatro visitas ou mais de técnicos é cerca de 16 vezes maior do que a média daqueles que não receberam assistência técnica.

Nesse sentido, este trabalho procura analisar se há relação direta entre o tempo em que um produtor de leite recebe assistência técnica e a eficiência da produção. Parte-se da hipótese de que existe um ciclo virtuoso no processo de assistência técnica de qualidade, periódica e contínua, ou seja, produtores que recebem assistência técnica há mais tempo tendem a aumentar a produção de leite de forma mais eficiente, cujos ganhos técnicos e financeiros podem ser reinvestidos na atividade, gerando, conseqüentemente, crescimento da produção.

O objetivo é verificar como uma assistência técnica de qualidade e permanente pode dinamizar a produção de leite em uma dada região. Esse é o caso do Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL), parceria público-privada executada com sucesso em uma tradicional bacia leiteira do Brasil, localizada na Zona da Mata de Minas Gerais, desde 1988.

A extensão rural e o PDPL

Aspectos sobre extensão rural e assistência técnica

Schultz (1965) define que os agricultores tradicionais eram racionais e eficientes na obtenção dos recursos, e que os problemas do desenvolvimento rural poderiam ser atribuídos à falta de oportunidades técnicas e às dificuldades econômicas. A agricultura deveria sair do tradicional para se transformar em uma agricultura moderna. Já na Teoria da Mudança Tecnológica Induzida, defendida por Ruttan & Hayami (1984), o progresso técnico seria o propulsor de novas tecnologias, na substituição de fatores escassos por fatores abundantes. Além disso, as instituições públicas e privadas deveriam orientar suas atividades na identificação, geração e difusão de novas tecnologias, pois o desenvolvimento rural

poderia ser atingido diante de uma revolução tecnológica institucional induzida.

Essa questão desenvolvimentista provocou o debate a respeito do desenvolvimento rural integrado e sistêmico, englobando a ideia da sustentabilidade e crescimento das atividades relacionadas. Dessa forma, o termo extensão rural apresenta-se como fator crucial no atendimento às demandas então propostas.

Desde a implantação do modelo cooperativo de extensão americano, foram muitas as iniciativas de conceituação de extensão rural. Os conceitos evoluíram, juntamente com as mudanças conjunturais e particularidades da dinâmica e estrutura socioeconômica e cultural de cada país. Além disso, na literatura internacional sobre o tema não se adota uma separação entre os termos assistência técnica e extensão rural.

Para Peixoto (2008), o termo extensão rural pode ser conceituado de três formas: i) como o ato de estender, levar ou transmitir conhecimentos, técnicos ou não, de sua fonte geradora ao receptor final, o público rural; ii) como a instituição, entidade ou organização pública prestadora de serviços; e iii) como uma política pública, referindo-se, nesse caso, às políticas de extensão rural, traçadas pelos governos ao longo do tempo, por meio de dispositivos legais ou programáticos, mas que podem ser executadas por organizações públicas e privadas ou por parcerias entre elas. São nessas três dimensões que o PDPL se enquadra como propulsor do desenvolvimento rural local.

O PDPL

O Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL) é um projeto de extensão rural conduzido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) voltado para o treinamento de mão de obra especializada em gado leiteiro e a transferência de tecnologia para produtores de leite. O projeto começou em 1988, quando a Nestlé buscava parceiros para implementar programas de cunho social. A proposta da UFV era levar estudantes para o campo e aplicar os

conhecimentos adquiridos na sala de aula ao dia a dia dos produtores de leite.

Vendo os resultados alcançados, outros parceiros demonstraram interesse em apoiar o programa, passando a contribuir para o custeio e a ampliação das atividades. Com a entrada dos novos parceiros, em 2009 nasceu o Programa de Capacitação de Especialistas em Pecuária Leiteira (PCEPL), visando atender um número maior de treinamentos, mas com a mesma filosofia de trabalho do PDPL.

Atualmente, o PDPL é referência em programa de extensão rural e desenvolvimento agrário no Brasil. Juntamente com uma equipe de técnicos, os estagiários, estudantes de graduação da UFV e de outras instituições, oferecem, gratuitamente, conhecimentos tecnológicos sobre produção e administração de fazendas produtoras de leite na região.

A Figura 1 mostra o funcionamento do PDPL. O processo começa com as empresas transferindo recursos financeiros para a universidade. Esses recursos são usados para custear todo o sistema, desde a contratação da equipe técnica às despesas operacionais, como aquisição e manutenção de veículos e equipamentos.

A universidade, além de repassar o recurso financeiro para a equipe coordenadora do projeto, fornece a estrutura necessária para as atividades, como escritório, salas de reunião e o estábulo utilizado para treinamento inicial dos estudantes. Além disso, a universidade disponibiliza os estudantes de graduação que estão interessados em participar como estagiários.

A equipe do PDPL é responsável pelo treinamento dos estagiários, além do acompanhamento da assistência técnica ofertada aos produtores rurais. Além disso, é responsabilidade da equipe do PDPL o oferecimento de cursos de capacitação e o gerenciamento de todo o sistema.

Por sua vez, os produtores rurais são beneficiados pela assistência técnica gratuita oferecida pelo PDPL. Em contrapartida, oferecem suas propriedades como local de treinamento dos estudantes. A assistência técnica de quali-

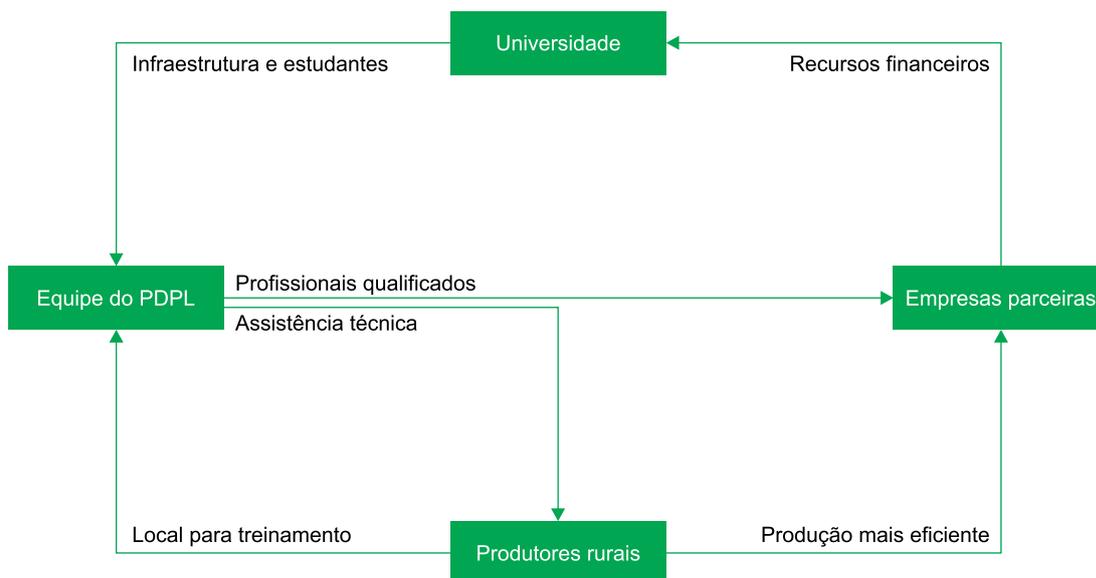


Figura 1. Esquema representativo do funcionamento do PDPL.

dade possibilita maior produção de leite, que é captada pelas empresas.

Para fechar o processo, os estagiários egressos do PDPL ingressam no mercado de trabalho com elevado nível de conhecimento. Grande parte desses estagiários é contratada para trabalhar nas próprias empresas parceiras.

A formação de profissionais com elevado nível de conhecimento em pecuária leiteira é o objetivo principal do PDPL. A programação de estágios oferecidos aos estudantes conta com três fases. As duas primeiras, conhecidas como capacitação inicial, têm duração de um ano e são realizadas dentro do estábulo da própria UFV.

Depois do treinamento inicial, os estudantes estão aptos a ir a campo prestar assistência técnica a uma propriedade selecionada. Nessa fase, eles têm oportunidade de praticar todo o conhecimento acumulado, além de atualizar-se, constantemente, por meio de apoio técnico, revistas, jornais, cursos, palestras, dias de campo e visitas técnicas. A duração dessa fase é de, no mínimo, um ano.

Com isso, o tempo de permanência médio no PDPL de um estudante que conclui todas as

fases do estágio é de 2,5 anos. Ao “aprender fazendo”, o estudante adquire, em situações reais, grande experiência profissional. Em média, 140 estudantes participam de forma contínua dos treinamentos oferecidos pelo PDPL. Desde sua criação, mais de 1.500 profissionais passaram pelos treinamentos.

Outra importante missão do PDPL é prestar assistência técnica gratuita e de qualidade aos produtores de leite. A Figura 2 mostra a evolução de alguns indicadores da produção de leite dos produtores assistidos pelo PDPL.

Em síntese, é um processo que beneficia todos os envolvidos, possibilitando maior interação entre empresa, universidade e sociedade. Ao investirem em programas de desenvolvimento social, além de melhorar sua imagem, as empresas são beneficiadas pela maior disponibilidade de matéria-prima e pela possibilidade de contratar profissionais mais qualificados. A universidade melhora sua relação com a comunidade por meio do programa de extensão rural, além de proporcionar estágios de alta qualidade para seus estudantes. Por sua vez, os produtores são beneficiados pela assistência técnica gratuita, aumentando assim a rentabilidade da sua atividade leiteira.

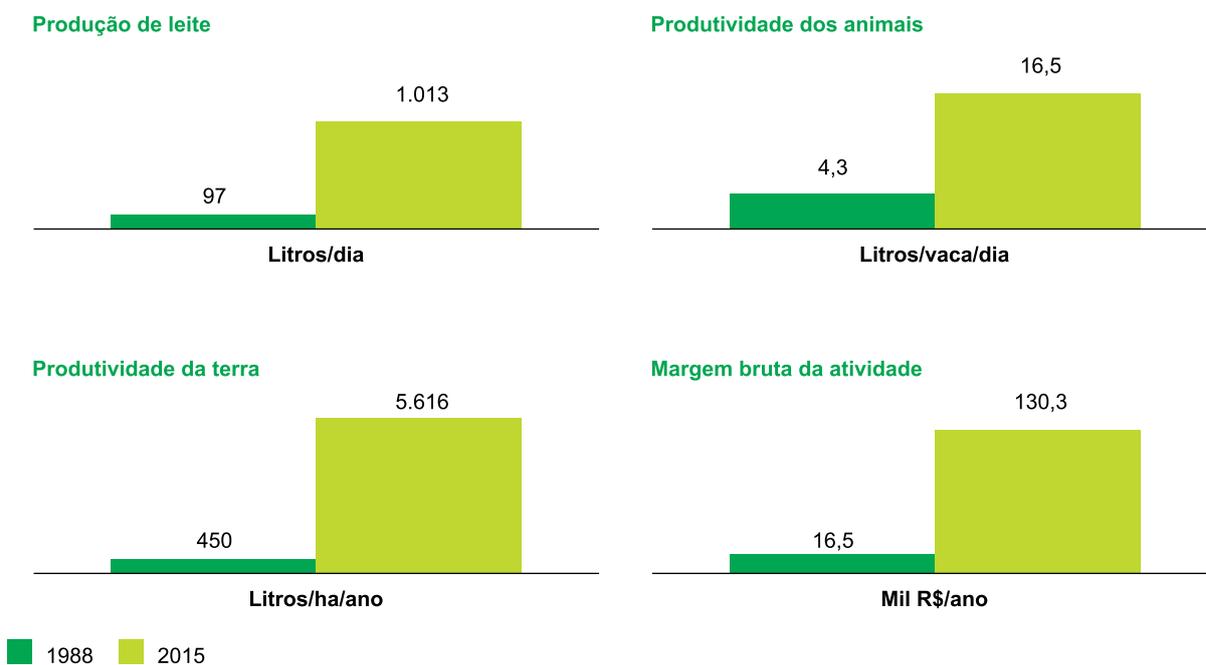


Figura 2. Indicadores da produção de leite de produtores assistidos pelo PDPL.

Metodologia

Obtenção das medidas de eficiência: análise envoltória de dados

A análise envoltória de dados (DEA) é uma técnica não paramétrica que se baseia na programação matemática, especificamente na programação linear, para pesquisar a eficiência relativa de unidades produtoras. Na literatura relacionada com modelos DEA, uma unidade produtora é tratada como *decision making unit* (DMU), uma vez que desses modelos provém uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão. Por unidade produtora, entende-se qualquer sistema produtivo que transforme insumos em produtos – firmas, setores da economia, regiões ou fazendas, como é o caso deste trabalho.

Para estimar e analisar a eficiência relativa das DMUs, a DEA usa a definição de ótimo de Pareto, segundo o qual a produção de um item não pode crescer sem haver aumento de insumos ou diminuição da produção de outro item.

De forma alternativa, nenhum insumo pode ser diminuído sem que caia a produção de algum produto. A eficiência é analisada, relativamente, entre as unidades.

O modelo DEA com orientação a produto e pressuposição de retornos constantes à escala procura maximizar o aumento proporcional nos níveis de produção, mantendo fixas as quantidades de insumos. Considerando um sistema com m produtos, k insumos e n DMUs, o modelo para o cálculo da eficiência de uma DMU, proposto por Charnes et al. (1978), pode ser representado por

$MAX \phi$

sujeito a:

$$-\phi y_i + Y\lambda - S^+ = 0 \quad (1)$$

$$x_i - X\lambda - S^- = 0$$

$$\lambda \geq 0$$

$$S^+ \geq 0$$

$$S^- \geq 0$$

em que y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produtos da DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumo da DMU; Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n DMUs; X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n DMUs; λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos; S^+ é um vetor de folgas nos produtos; S^- é um vetor de folgas nos insumos. Nos modelos com orientação a produto, o valor encontrado na solução dos problemas (ϕ) é maior ou igual a 1, indicando a máxima expansão possível da produção, mantendo fixas as quantidades de insumos. Nesse sentido, para obter a medida de eficiência basta considerar o inverso deste número, ou seja, $1/\phi$.

O problema de programação linear apresentado na equação 1 é resolvido n vezes, uma vez para cada DMU, e, como resultado, apresenta os valores de ϕ e λ . Caso a DMU seja ineficiente, os valores de λ fornecem os *benchmarks* daquela unidade, ou seja, as DMUs eficientes que serviram de referência para a DMU ineficiente.

O modelo com retornos constantes pode ser modificado para atender à pressuposição de retornos variáveis. Essa proposta, apresentada por Banker et al. (1984), consiste em adicionar uma restrição de convexidade do tipo $N_1'\lambda = 1$, em que N_1 é um vetor ($n \times 1$) de algarismos unitários. Essa abordagem forma uma superfície convexa de planos em interseção, que envolve os dados de forma mais compacta do que a superfície formada pelo modelo com retornos constantes. Com isso, os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição de retornos variáveis, são maiores ou iguais aos obtidos com retornos constantes. A adição de uma restrição de convexidade possibilita separar a eficiência total (obtida no modelo com retornos constantes) em pura eficiência técnica (obtida do modelo com retornos variáveis) e eficiência de escala.

É comum várias DMUs estarem sobre a fronteira eficiente. Com isso, a discriminação dessas unidades fica difícil, uma vez que todas

terão medidas de eficiência iguais a 1. Para aumentar a capacidade de discriminação das unidades, optou-se por usar uma medida de eficiência composta, constituída por uma média entre a eficiência na fronteira normal e o inverso da eficiência obtida no modelo invertido, conforme Yamada et al. (1994) e Mello et al. (2005)⁶.

Dados utilizados

Para calcular as medidas de eficiência, foram usados dados, todos de 2015, de 28 produtores de leite que fazem parte do PDPL.

a) Produto (*output*)

Renda bruta da atividade, medida em R\$/ano. É composta pela soma das receitas provenientes da venda e do auto-consumo de leite e de animais. Optou-se por medir o produto em termos de valor da produção em vez da produção física, já que o valor unitário de venda dos produtos varia muito. Com isso, o uso de quantidades físicas pode distorcer a realidade dos sistemas de produção, quando o objetivo é compará-los.

b) Insumos (*inputs*)

Área usada pelo rebanho, medida em hectares.

Número de vacas da propriedade, medido em cabeças.

Custo operacional total da atividade leiteira (COT). Medido em R\$/ano, o COT é composto por todas as despesas diretas da produção de leite, ou seja, ele mede todos os desembolsos feitos pelo produtor ao longo de um ano de atividade, acrescidos do valor da mão de obra familiar e das depreciações de máquinas, benfeitorias, animais de serviço e forrageiras não anuais.

⁶ Para mais detalhes, ver Cooper et al. (2004), Coelli et al. (2007) e Ferreira & Gomes (2009).

Resultados e discussão

Caracterização dos produtores de leite do PDPL

Inicialmente é feita uma caracterização dos grupos de produtores de leite estratificados segundo o tempo em que recebem a assistência técnica do PDPL. Os dados da Tabela 1 referem-se aos valores médios dos recursos disponíveis e da produção de leite nas propriedades.

Pode-se dizer que esses valores são significativamente superiores às médias regional, estadual e nacional, isto é, um produtor típico do PDPL não representa a realidade da maioria dos produtores nacionais. Entretanto, isso não significa dizer que não existam produtores pequenos ou menos tecnificados no PDPL. Muitas vezes, os produtores ingressantes no programa possuem produção e produtividades compatíveis com a média nacional. Porém, tais produtores somente se mantêm no PDPL caso consigam atingir as metas pré-estabelecidas. Em outras palavras, o PDPL oferece assistência técnica para qualquer tipo de produtor, desde que ele se comprometa a transformar a assistência recebida em resultados, que certamente implicarão em aumento da produção.

Um ponto que deve ser observado é que todos os produtores da amostra estão pelo menos há um ano no programa. Essa seleção foi necessária por causa da disponibilidade de dados, ou seja, é preciso informações de no mí-

nimo um ano para se calcular os indicadores de desempenho técnicos e econômicos. Com isso, alguns produtores em estágio inicial de acompanhamento não estão sendo contabilizados neste trabalho.

Na Tabela 1, dois pontos se destacam. Em primeiro lugar, a produção de leite cresce substancialmente na medida em que se aumenta o tempo de assistência técnica. Essa relação já era esperada, uma vez que vários anos de assistência técnica de qualidade certamente possibilitará ao produtor uma visão empresarial do seu negócio, justificando investimentos planejados que, conseqüentemente, vão afetar o volume produzido.

Contudo, o que chama a atenção é a magnitude da diferença entre o estrato de menor tempo de assistência e o de maior: 2,3 vezes. Apesar de o uso de recursos também ser maior nos produtores com maior tempo de assistência, as diferenças entre os estratos extremos são todas menores do que a registrada para o volume de leite produzido. Em outras palavras, tanto a produção quanto os recursos disponíveis são maiores no estrato de maior tempo de assistência, mas a diferença na produção é maior que nos demais quesitos. Isso vai implicar maior produtividade dos recursos.

Outro ponto de destaque é a diferença entre as quantidades usadas de recursos nas propriedades com maior e menor tempo de assistência. Há significativa diferença entre os estratos extremos quanto ao número de animais

Tabela 1. Descrição dos produtores segundo os recursos disponíveis e o volume de produção.

Especificação	Unidade	Tempo de assistência técnica (anos)			PDPL
		Até 5	5 a 10	Acima de 10	
1. Recursos disponíveis					
Vacas em lactação	Cabeça	48,40	45,38	84,89	55,61
Total de vacas	Cabeça	61,92	56,53	103,10	69,47
Mão de obra	Homem	3,85	3,10	4,44	3,76
Área para o gado	Hectare	82,03	52,76	73,78	71,52
Capital investido	R\$ mil	955,54	973,29	1.560,54	1.095,24
2. Produção de leite					
	L/dia	761,00	860,05	1.765,92	1.013,66

e capital investido. Já as diferenças entre os usos de mão de obra e de área são menores. Aliás, em média, os produtores do estrato de maior tempo de assistência usam menos área para produzir leite do que os de menor tempo.

Isso significa que, ao expandir a produção mediante acompanhamento técnico, os produtores tendem a fazê-lo mediante a incorporação de proporcionalmente mais capital (inclusive em animais), buscando simultaneamente intensificar o uso dos fatores mais escassos, terra e trabalho, situação comum na região.

Indicadores de desempenho técnico e econômico

Para comparar os grupos de produtores assistidos pelo PDPL, são usados indicadores de desempenho técnico e econômico. Os indicadores técnicos referem-se às produtividades parciais dos fatores, enquanto os indicadores econômicos estão relacionados aos custos e às margens da atividade leiteira. A Tabela 2 mostra os valores médios das produtividades parciais dos recursos usados na produção de leite.

As produtividades parciais são obtidas pela relação entre a produção de leite e o uso de fatores. De modo geral, verifica-se que há relação positiva entre produtividade e tempo de assistência técnica, para todos os fatores analisados. Esse resultado também já era esperado, pois as diferenças no volume de leite produzido são maiores que as diferenças no uso dos recursos,

quando se comparam de forma crescente os estratos de tempo de participação no PDPL. Isso significa que, apesar de usarem mais recursos, os ganhos na produção mais do que compensam, fazendo com que as produtividades dos animais, da mão de obra e do capital investido sejam naturalmente maiores.

Conforme discutido, há maior incorporação de capital, incluindo o investido em animais, no processo produtivo, na medida em que os produtores passam a receber assistência técnica por mais tempo. Essa incorporação é proporcionalmente maior do que as verificadas para os fatores terra e trabalho. Considerando a magnitude de expansão da produção, há um processo de aumento da produtividade da terra e do trabalho. Em termos relativos, as produtividades médias desses fatores no estrato de produtores com maior tempo de assistência são 61% e 91% maiores que as médias do primeiro estrato, respectivamente para terra e trabalho. Já a diferença da produtividade do capital investido entre os estratos extremos é menor, da ordem de 27%.

A produtividade da terra é um indicador importante, principalmente quando há competição por áreas entre atividades agropecuárias. Se houver subutilização das terras na pecuária leiteira, a produção de leite fica mais vulnerável, pois outras atividades podem proporcionar maior retorno, ser mais atrativas, ou seja, o produtor pode abandonar a produção leiteira e mudar de atividade. Uma característica típica da região da Zona da Mata mineira é a existência

Tabela 2. Produtividades parciais dos recursos usados na atividade leiteira dos produtores assistidos pelo PDPL.

Especificação	Unidade	Tempo de assistência técnica (anos)			Correlação ⁽¹⁾
		Até 5	5 a 10	Acima de 10	
Produtividades parciais					
Vacas em lactação	L/cabeça/dia	16,17	16,59	18,76	0,3042
Terra	L/hectare/ano	4.829	5.337	7.752	0,3974
Mão de obra	L/homem/dia	184,46	221,65	353,10	0,6259
Capital investido	L/R\$/ano	0,2963	0,3113	0,3832	0,4128

⁽¹⁾ Coeficiente de correlação entre a variável e o tempo de assistência técnica.

de propriedades relativamente pequenas, o que dificulta o crescimento extensivo da produção, dada a baixa capacidade de incorporação de novas áreas ao processo produtivo. Com isso, a assistência técnica deve priorizar o crescimento da produção mediante ganhos de produtividade da terra.

Esse é um ponto muito discutido entre os técnicos de campo do PDPL e os produtores assistidos. É preciso que a estratégia de crescimento da produção não “esbarre” na pouca disponibilidade de terra. Assim, não há outro caminho a não ser intensificar o uso de capital, para possibilitar maior volume de produção na mesma área da propriedade. Nesse aspecto, o melhoramento genético do rebanho e da qualidade dos alimentos são vitais, mas requerem investimentos para sua execução.

A dificuldade de conseguir mão de obra, principalmente de boa qualidade, para trabalhar no setor rural também tem sido uma constante reclamação dos produtores da região. Aliás, isso parece ser uma tendência nacional. Para contornar essa dificuldade, a assistência técnica deve direcionar a expansão da produção sem que haja necessidade de incorporar mão de obra excessiva ao processo.

Nesse sentido, uma das mais importantes vertentes da extensão rural praticada pelo PDPL é a capacitação da mão de obra, não só do proprietário, mas dos seus empregados.

Os indicadores de desempenho econômico da Tabela 3 identificam algumas relações entre receita e custo de produção.

A renda bruta do produtor de leite é composta, além da venda e do autoconsumo de leite e derivados, da venda e do autoconsumo de animais e da variação do inventário animal de um ano para outro. Essa variação pode ocorrer por causa de diferenças entre o valor dos animais no início e no fim do período analisado – adicionam-se o valor das compras de animais ao longo do período.

O custo operacional efetivo (COE) refere-se aos gastos diretos, como mão de obra contratada, concentrados, minerais, fertilizantes, sementes, medicamentos, energia e combustível, inseminação artificial e serviços mecânicos. São gastos de custeio da atividade leiteira.

O custo operacional total (COT) é composto do COE mais os valores correspondentes à mão de obra familiar (custo de oportunidade) e à depreciação de máquinas, benfeitorias, animais de serviço e forrageiras não anuais. Para se obter o custo total, basta acrescentar ao COT a remuneração sobre o capital investido.

A margem bruta é a diferença entre a renda bruta e o COE e fornece uma ideia do fluxo de caixa da empresa, ou seja, receita menos despesa. Já a margem líquida é igual à renda bruta menos o COT. A margem líquida corresponde a

Tabela 3. Indicadores de desempenho econômico da atividade leiteira dos produtores assistidos pelo PDPL.

Especificação	Unidade	Tempo de assistência técnica (anos)			Correlação ⁽¹⁾
		Até 5	5 a 10	Acima de 10	
Renda bruta	R\$/ano	345.618	417.132	824.278	0,3886
Custo operacional efetivo	R\$/ano	276.583	321.325	551.077	0,3013
Custo operacional total	R\$/ano	317.165	374.308	640.386	0,3156
Margem bruta	R\$/ano	69.035	95.807	273.201	0,5600
Margem líquida	R\$/ano	28.453	42.824	183.892	0,5971
Taxa de retorno do capital	% ao ano	6,65	9,35	14,67	0,4951

⁽¹⁾ Coeficiente de correlação entre a variável e o tempo de assistência técnica

um “resíduo” usado para remunerar o empresário e o capital investido na atividade.

A taxa de retorno sobre o capital investido, expressa em porcentagem ao ano, é calculada pela razão entre a margem líquida e o capital investido. Ela fornece a ideia de como o capital empatado na atividade está sendo remunerado. Optou-se por calcular a taxa de retorno sobre o capital investido, desconsiderando-se o valor da terra, já que pode haver supervalorização desse ativo na atividade leiteira.

Como nos indicadores de produtividade, os resultados econômicos da atividade leiteira têm relação direta com o tempo em que o produtor recebe assistência técnica. Tanto a renda bruta quanto os custos aumentam nos estratos de maior tempo de permanência no PDPL. Tanto para os indicadores técnicos (Tabela 2) quanto para os econômicos (Tabela 3), há correlação positiva com o tempo de assistência técnica.

Essa relação positiva entre assistência técnica e volume de produção se reflete também na renda e nos custos, ou seja, para se produzir mais e obter mais renda é preciso gastar mais. Entretanto, o que interessa ao produtor é a diferença entre receita e custos. Nesse caso, o que se percebe é o aumento considerável da margem bruta para os estratos de maior tempo de assistência.

Comparando os dois estratos extremos, nota-se que depois de pagar todas as despesas de custeio, ainda sobram para os produtores há mais tempo no PDPL, em média, R\$ 273 mil, contra R\$ 69 mil dos outros.

Mesmo considerando a maior quantidade de capital investido pelos produtores do grupo de maior tempo no PDPL, quando se descontam as depreciações e o custo de oportunidade da mão de obra familiar, ainda assim a margem líquida desse grupo é substancialmente maior. Enquanto a margem líquida média dos produtores que estão há dez anos ou mais recebendo assistência técnica é de cerca de 19,5 salários mínimos mensais, a do grupo iniciante é de três salários mensais. É sempre importante lembrar

que desses valores já estão descontados o custo de oportunidade da mão de obra familiar e as depreciações. Em outras palavras, no grupo de maior experiência com assistência técnica existe um “resíduo” de quase 20 salários mínimos mensais que remunera o empresário e o capital investido na atividade.

O fato de a margem líquida ser maior não implica, por si, maior rentabilidade. É preciso levar em consideração também o capital investido, ou seja, a taxa de retorno sobre o capital empatado. Esse é um dos mais importantes indicadores de qualquer atividade produtiva, já que leva em consideração, além do fluxo de receitas e despesas anuais, o estoque de capital investido na propriedade destinado à produção de leite.

Nesse quesito, novamente se percebe a importância da permanência por mais tempo no programa de extensão rural. Enquanto a taxa média de remuneração do capital do grupo de produtores do primeiro estrato é da ordem de 6,65% ao ano, a dos produtores mais antigos é de 14,67%, mais do que o dobro.

É de se esperar que taxas de retorno compatíveis com rentabilidades de bons investimentos financeiros no mercado sirvam de estímulo para o produtor, no sentido de tornar seu investimento cada vez mais rentável. Já uma baixa taxa de retorno, muitas vezes constante ao longo do tempo, pode desestimular o produtor e fazê-lo realocar seus recursos para atividades mais rentáveis.

Essa situação já ocorreu algumas vezes com produtores do PDPL, principalmente com iniciantes no programa. Na expectativa de obter maior rentabilidade em outra atividade, liquidam todo seu plantel de animais e deixam a produção leiteira. Muitos fatores podem ter influenciado a decisão, mas certamente a baixa taxa de remuneração do capital foi um deles. Não se pode deixar de mencionar que alguns desses produtores retornam ao PDPL mais tarde com o desejo de voltar a produzir leite.

Para os produtores do PDPL no início do processo, ou seja, que ainda não tiveram tempo

para colher todos os benefícios da assistência técnica e da difusão de tecnologia, as depreciações dos investimentos iniciais são relativamente maiores, mas diminuem na medida em que os investimentos proporcionarem maior volume de produção. Em outras palavras, o custo unitário da produção é maior no início do investimento, mas pode-se esperar maior taxa de retorno com o passar do tempo.

Um possível questionamento é sobre o comportamento da rentabilidade da atividade em relação aos fatores de produção na medida que em que se amplia o tempo de assistência técnica. A Tabela 4 mostra as margens brutas e líquidas em relação a alguns desses fatores. Dois pontos são dignos de nota: i) as médias de todas as margens aumentam com o tempo de assistência técnica; e ii) há significativas correlações positivas entre as margens e o tempo de assistência técnica. Isso significa que, independentemente do fator analisado, há tendência de aumento das margens à medida que os produtores recebem a assistência técnica do PDPL.

Essa análise de margens é de fundamental importância, pois considera tanto o fluxo de caixa (margem bruta) quanto a importância da mão de obra familiar e das depreciações (margem líquida). Nesse sentido, mesmo havendo

aumento dos custos decorrentes da ampliação da produção, o incremento na renda é proporcionalmente maior, o que, conseqüentemente, aumenta as margens. Esse é o ponto central da assistência técnica proporcionada pelo PDPL, isto é, ganho de produção simultaneamente à expansão da rentabilidade da atividade leiteira.

Outro questionamento é relativo ao uso de valores médios nas análises das variáveis, isto é, pode-se argumentar que a média pode estar encobrindo as reais relações entre tempo de assistência e resultados técnicos e econômicos. Contudo, comparando-se individualmente diversos produtores do programa ao longo do tempo, percebem-se nitidamente as evoluções nos indicadores.

Silva et al. (2015) confirmam essa evolução da produção e dos indicadores de desempenho de dois produtores assistidos pelo PDPL desde sua implantação, em maio de 1988, e que fazem parte do programa até hoje. Para ambos os produtores, o ritmo de crescimento da produção é surpreendente, com taxas anuais superiores a 10%. Destaca-se que os produtores avaliados pelos autores são muito diferentes entre si, tanto do ponto de vista de volume de produção quanto tecnológico.

Tabela 4. Margens da atividade leiteira dos produtores assistidos pelo PDPL.

Especificação	Unidade	Tempo de assistência técnica (anos)			Correlação ⁽¹⁾
		Até 5	5 a 10	Acima de 10	
Margem bruta anual					
Vacas em lactação	R\$/cabeça	1.687,70	2.177,79	2.918,79	0,4419
Terra	R\$/hectare	1.273,74	1.820,14	3.266,80	0,5804
Mão de obra	R\$/homem	19.928,39	29.024,36	55.074,37	0,6639
Capital investido	R\$/R\$ mil	81,50	113,81	165,06	0,5322
Margem líquida anual					
Vacas em lactação	R\$/cabeça	701,42	977,83	1.868,16	0,4632
Terra	R\$/hectare	501,08	753,23	2.144,92	0,5803
Mão de obra	R\$/homem	8.631,79	13.175,76	35.962,49	0,6558
Capital investido	R\$/R\$ mil	33,09	52,22	104,45	0,5367

⁽¹⁾ Coeficiente de correlação entre a variável e o tempo de assistência técnica.

Assistência técnica e eficiência na produção de leite

Como mencionado nos procedimentos metodológicos, pode-se analisar a eficiência de uma unidade produtiva por meio de três indicadores básicos: eficiência pura, eficiência de escala e eficiência global. Para obter essas medidas isoladamente, inicialmente pressupôs-se retornos constantes à escala. Em seguida, essa pressuposição foi retirada e adicionou-se uma restrição de convexidade, que possibilitou a obtenção das medidas de eficiência no paradigma de retornos variáveis. Com essas duas medidas, foi possível calcular a eficiência de escala de cada produtor (Tabela 5).

Dois pontos merecem destaque. Em primeiro lugar, todas as médias das medidas de eficiência aumentam nos estratos de maior tempo de assistência. Os níveis de eficiência dos produtores do último estrato são elevados, sendo praticamente inexistentes os problemas de escala incorreta de operação. Isso significa que ao receberem a assistência, os produtores tendem a corrigir problemas de uso inadequado de insumos e também aqueles relacionados à escala de produção.

O outro ponto é que parece haver uma redução da distância entre a pura eficiência técnica e a global na medida em que cresce o tempo de assistência. Isso é muito importante, pois a assistência técnica deve primar pela pura eficiência, ou seja, produzir o máximo com determinada quantidade de recursos. Embora também importantes, os problemas de escala incorreta são menores e podem ser resolvidos em estágios mais avançados do processo.

De modo geral, o nível de eficiência médio dos produtores do PDPL é de 0,8417. Isso significa que, embora os sistemas de produção das propriedades do PDPL sejam considerados mais eficientes do que a os da maioria dos produtores brasileiros, quando comparados entre si nota-se que há espaço para melhorias, principalmente daqueles com menor tempo de casa. Em média, pode-se trabalhar com a possibilidade de aumentar a renda bruta das fazendas em até 18,8% (ou $1/0,8417$), sem a necessidade de incorporação de novos insumos.

Quando se fala em ganhos potenciais de eficiência, é preciso separar os possíveis ganhos que podem ser obtidos pela correção de desperdícios daqueles decorrentes da escala incorreta de produção. Para eliminar o efeito “escala incorreta” da eficiência técnica total, é preciso considerar as medidas de eficiência pressupondo-se retornos variáveis. A medida de eficiência nesse tipo de modelo é conhecida como “pura eficiência técnica”, uma vez que só considera o uso inadequado de insumos, isto é, não leva em consideração a escala incorreta de operação. Considerando a média de todos os produtores do PDPL, os possíveis ganhos decorrentes da eliminação da pura ineficiência são da ordem de 11,32% (ou $1/0,8983$) na expansão da renda bruta, sem necessidade de incorporação de mais insumos.

Mas tais ganhos só ocorrem para os produtores que possuem certo grau de ineficiência. Esses ganhos são perfeitamente possíveis, uma vez que existem outros produtores na amostra que conseguem produzir mais usando proporcionalmente menos insumos. São esses produtores, também chamados de *benchmarks*, que devem ser observados e usados como unidades

Tabela 5. Valores médios das medidas de eficiência dos grupos de produtores assistidos pelo PDPL.

Especificação	Tempo de assistência técnica (anos)			PDPL
	Até 5	5 a 10	Acima de 10	
Eficiência técnica global (retornos constantes)	0,8132	0,8259	0,9248	0,8417
Pura eficiência técnica (retornos variáveis)	0,8904	0,8914	0,9515	0,8983
Eficiência de escala	0,9133	0,9265	0,9719	0,9403

de referência para os demais. Essa é outra característica do processo de extensão promovido pelo PDPL: os produtores que se destacam são usados como centros de referência para outros da região, o que aumenta a eficiência do sistema como um todo.

Para demonstrar as possibilidades de ganho, os dados da Tabela 6 referem-se à projeção da renda bruta média dos produtores do primeiro estrato, isto é, que recebem assistência técnica do PDPL há menos de cinco anos. As simulações referem-se aos ganhos médios da renda bruta que podem ser obtidos ao se corrigir os problemas de uso inadequado de insumos e de escala incorreta de produção.

Para obtenção desses dados, partiu-se da renda bruta atual das propriedades (Tabela 3). Em seguida, cada produtor ineficiente desse estrato foi projetado para a fronteira de eficiência calculada, isto é, seus dados foram corrigidos pela combinação linear dos seus *benchmarks*, obtendo-se as quantidades ideais de insumos e produtos (*targets*). Essa correção levou em consideração as medidas de pura eficiência técnica e escala. Portanto, os dados da Tabela 6 referem-se às médias de ganhos da renda bruta, ou seja, à diferença entre o valor projetado e o atual.

De modo geral, o ganho possível na renda bruta é expressivo, 25,68%, sendo a maior parte oriunda de correções na pura eficiência, ou seja, uso inadequado de insumos gerando produções

Tabela 6. Simulação de ganhos possíveis de renda bruta para os produtores há menos de cinco anos no PDPL.

Especificação	Valor projetado	
	R\$/ano	% de ganho
Renda bruta atual	345.618	-
Ganho quando se corrige uso de insumos	65.965	19,08
Ganho quando se corrige problemas de escala	22.804	6,60
Ganho total	88.769	25,68
Renda bruta projetada	434.387	-

proporcionalmente aquém de outros produtores da amostra.

Destaca-se que tais ganhos seriam possíveis graças às correções da ineficiência produtiva. Contudo, a expansão da renda bruta normalmente é significativamente maior, uma vez que o processo contínuo de assistência técnica tende não só a corrigir os problemas atuais, mas possibilitar a expansão da produção. Em outras palavras, o processo cria um círculo virtuoso: correção de ineficiência → aumento da renda → possibilidade de novos investimentos → expansão da produção → aumento da renda → ...

Os modelos DEA permitem identificar o tipo de retorno à escala com que cada produtor da amostra está operando. Embora os problemas de escala incorreta sejam menos importantes do que aqueles relacionados à pura ineficiência técnica, conhecer o tipo de retorno à escala é de fundamental importância.

De modo geral, se as eficiências obtidas dos modelos com retornos constantes e variáveis forem iguais, isto é, se a razão entre elas for igual a um, o produtor estará operando na escala ótima. Se for menor do que um, será tecnicamente ineficiente. Considera-se escala ótima a operação com retornos constantes à escala. O fato de um produtor operar fora da escala ótima significa dizer que o aumento da produção se dará a custos médios decrescentes (no caso de retornos crescentes) ou crescentes (no caso de retornos decrescentes). A Figura 3 mostra as distribuições dos produtores dos três estratos segundo o tipo de retorno à escala.

As distribuições dos produtores segundo o tipo de retorno à escala são condizentes com todos os resultados apresentados até aqui. A redução do número de produtores com retornos crescentes, quando se amplia o horizonte de tempo de assistência técnica, bem como o aumento da proporção de retornos decrescentes refletem a relação direta entre volume de produção e tempo de participação no PDPL. Além disso, é nítido o aumento de produtores que operam em escala ótima entre os estratos analisados.

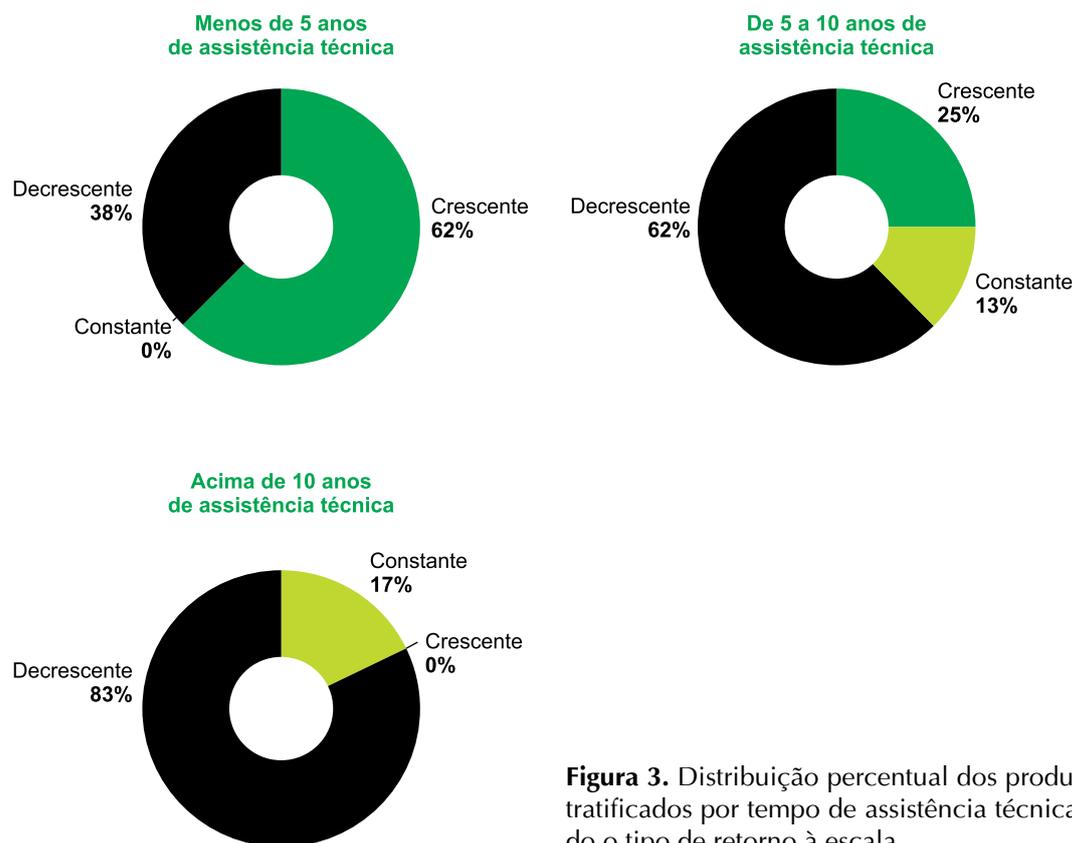


Figura 3. Distribuição percentual dos produtores estratificados por tempo de assistência técnica, segundo o tipo de retorno à escala.

De modo geral, quando ingressam no PDPL os produtores têm grande potencial para expandir a produção, pois a maioria opera com retornos crescentes. As correções de problemas de ineficiência e a implementação de técnicas mais produtivas, aliadas aos novos investimentos para esse fim, tendem naturalmente a gerar um volume de produção maior, ou seja, passam a produzir com retornos constantes e, em muitos casos, decrescentes.

Destaca-se a predominância de retornos decrescentes nos estratos de maior tempo de assistência. Essa distribuição pode ser atribuída ao próprio modelo DEA, que analisa somente as relações entre as DMUs que estão na amostra. Isso significa que, independentemente dos membros que compõem a amostra, sempre existirá os três tipos de retorno.

Porém, a existência de diversas propriedades que operam com retornos decrescentes sinaliza também que alguns sistemas de produ-

ção podem estar em situações limitantes. Muitas vezes, tais limites são impostos pela própria indisponibilidade de recursos, principalmente terra. O fato de operar com retornos decrescentes, embora de forma eficiente, deve ser avaliado com cuidado, uma vez que novas expansões na produção dessas propriedades deverão ocorrer a custos médios crescentes.

Nesses casos, é necessária a revisão periódica dos objetivos e metas traçados para o produtor. Em casos de saturação, é preferível manter um nível de produção estável e menor, mas mais eficiente, do que crescer de forma desordenada, o que certamente comprometerá as taxas de retorno. Esse é outro ponto de destaque na assessoria técnica prestada pelo PDPL: a avaliação financeira sistemática e periódica da atividade.

Por fim, avalia-se a relação entre eficiência técnica e taxa de retorno do capital. Optou-se por usar a medida de pura eficiência técnica composta, obtida pelo método de ponderação

entre as medidas de eficiência da fronteira direta e invertida. A opção por esse método permitiu maior discriminação das unidades eficientes, conforme discutido nos procedimentos metodológicos. A Figura 4 mostra essa relação.

Como esperado, existe relação direta entre o grau de pura eficiência técnica e a taxa de retorno do capital. Destaque para o elevado coeficiente da elasticidade entre as duas variáveis.

Em síntese, os resultados encontrados permitiram identificar e quantificar importantes relações entre a continuidade de uma assistência técnica de qualidade, eficiência e, conseqüentemente, rentabilidade na atividade leiteira. A produção de leite é diferente de outras atividades agropecuárias em vários aspectos. As tomadas de decisão envolvem períodos de tempo muitas vezes elevados. Nesse sentido, assistência técnica sistemática e contínua assume papel fundamental no processo de desenvolvimento do setor.

Considerações finais

O trabalho buscou avaliar a importância de uma assistência técnica de qualidade e contínua sobre a eficiência e rentabilidade na produção de leite, bem como apresentar alguns importantes resultados alcançados pelo Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira (PDPL).

A ideia central foi verificar se existe um ciclo virtuoso no processo de assistência técnica contínua, ou seja, se os produtores que recebem assistência há mais tempo são tecnicamente mais eficientes. Os resultados indicam que essa hipótese é válida, na medida em que há forte tendência de aumento de produção com ganhos de eficiência e produtividade, possibilitando uma expansão significativa da renda dos produtores o que, por sua vez, permite maior capacidade de investimento na atividade, conferindo assim dinâmica ao processo.

Certamente, para que ocorra esse processo positivo é preciso não apenas continuidade e periodicidade da assistência técnica. É necessário também que ela seja de qualidade, respeitando as características de cada produtor beneficiado no processo. Dada a própria complexidade dos sistemas de produção de leite, não existe uma única estratégia que possa ser aplicada a todos os produtores. Cada propriedade tem suas características. Nesse sentido, antes de iniciar a assistência técnica propriamente dita, é preciso fazer um planejamento estratégico, traçando metas de curto e longo prazos para cada produtor. Esse é um ponto chave que diferencia o PDPL.

Sempre voltada para o aumento responsável da produção, a assistência técnica fornecida pelo PDPL tem garantido melhoras significativas dos indicadores econômicos da atividade leiteira

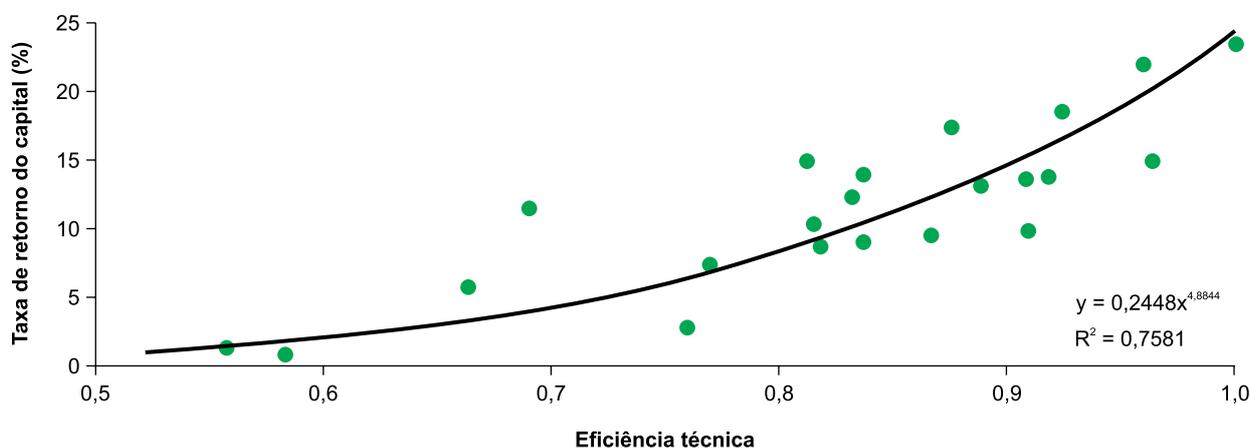


Figura 4. Relação entre eficiência técnica e taxa de retorno do capital investido nas propriedades assistidas pelo PDPL.

dos seus beneficiados. Obviamente, quando se trata de produção de leite, alcançar melhorias dos resultados financeiros demanda tempo. Assim, outro ponto importante da assistência técnica é a confiança que o produtor deposita no técnico. Como esse processo leva tempo, muitas vezes o próprio produtor desiste de receber assistência, alegando que suas despesas cresceram depois de sua entrada no programa. Certamente as despesas vão crescer, já que a produção vai aumentar, mas o que importa é que o crescimento da receita será proporcionalmente maior.

O entendimento dessa questão talvez seja o ponto mais importante da relação que o técnico mantém com o produtor. Não basta transmitir conhecimentos tecnológicos avançados, é preciso demonstrar ao produtor que é possível ganhar mais dinheiro com sua atividade.

Apesar de ser um programa que oferece assistência técnica, o foco principal do PDPL sempre foi a busca por melhores resultados econômicos. Esse é o grande diferencial do programa, pois consegue conciliar difusão de conhecimento técnico de qualidade com gestão administrativa e financeira da atividade.

Dada a importância da pecuária de leite para a economia brasileira e, em especial, mineira, políticas e programas que visem ao desenvolvimento do setor exercem impactos significativos. Nesse aspecto, a assistência técnica de qualidade e contínua exerce papel decisivo.

Referências

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v.30, p.1078-1092, 1984. DOI: 10.1287/mnsc.30.9.1078.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal**

of Operational Research, v.2, p.429-444, 1978. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.

COELLI, T.J.; PRASADA RAO, D.S.; O'DONNELL, C.J.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. 2nd ed. New York: Springer, 2007. 349p.

COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; ZHU, J. (Ed.). **Handbook on data envelopment analysis**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004. 592p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

FERREIRA, C.M. de C.; GOMES, A.P. **Introdução à análise envoltória de dados: Teoria, modelos e aplicações**. Viçosa: Ed. da UFV, 2009. 389p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

LINS, P.M.G.; VILELA, P.S. (Coord.). **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais, em 2005**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 156p.

MELLO, J.C.C.B.S. de; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; BIONDI NETO, L. Curso de Análise de Envoltória de Dados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 37., 2005, Gramado. **Pesquisa operacional e o desenvolvimento sustentável: anais**. Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2005. 28p.

PEIXOTO, M. **Extensão Rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação**. Brasília: Senado Federal, Consultoria Legislativa, 2008.

RUTTAN, V.W.; HAYAMI, Y. Toward a theory of induced institutional innovation. **The Journal of Development Studies**, v.20, p.203-223, 1984. DOI: 10.1080/00220388408421914.

SCHULTZ, T.W. **A transformação da agricultura tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1965.

SILVA, M.F. da; PEREIRA, J.C.; GOMES, S.T.; NASCIF, C.; GOMES, A.P. Avaliação dos indicadores zootécnicos e econômicos em sistemas de produção de leite. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, p.62-73, 2015.

YAMADA, Y.; MATUI, T.; SUGIYAMA, M. New analysis of efficiency based on DEA. **Journal of the Operations Research Society of Japan**, v.37, p.158-167, 1994. DOI: 10.15807/jorsj.37.158.

A dimensão econômica da sustentabilidade na agropecuária brasileira¹

Dienice Ana Bini²
Sílvia Helena Galvão de Miranda³
Carlos Eduardo de Freitas Vian⁴
Luís Fernando Guedes Pinto⁵

Resumo – As questões relacionadas à sustentabilidade são cada vez mais incorporadas no ambiente de negócios e empreendimentos. Hoje, quase todas as empresas são questionadas por seus clientes e consumidores acerca da sustentabilidade de suas iniciativas e produtos. Na agricultura, esse tema é especialmente relevante, e o Brasil, entre os grandes fornecedores de produtos agropecuários, é o único país a desenvolver uma agricultura tropical. Por essa agricultura se desenvolver em um ambiente de alta biodiversidade, isso acaba por elevar a cobrança de clientes e consumidores, inclusive internacionalmente, sobre o setor. Este artigo propõe uma breve reflexão sobre a sustentabilidade, discorrendo sinteticamente sobre o histórico desse conceito e listando as principais ações desenvolvidas pela agropecuária no Brasil. No fim, traz resultados econômicos da adoção de práticas de sustentabilidade na agropecuária brasileira e sugestões de políticas para a sustentabilidade na agropecuária. A grande motivação deste artigo é evidenciar que a sustentabilidade, inevitavelmente, inclui aspectos econômicos, de tal forma que identificar os impactos dos ajustes setoriais requeridos para uma agropecuária mais sustentável é condição necessária para o desenvolvimento.

Palavras-chave: certificação, crédito rural, rede de agricultura sustentável.

The economic impact of sustainability in Brazilian agriculture

Abstract – Sustainability issues are increasingly embedded in the both business and entrepreneurship. Nowadays, almost all companies are questioned by their customers and consumers about the sustainability. In agriculture, this issue is especially relevant, since Brazil is the only one, among the large suppliers of agricultural products, to develop a tropical agriculture. This agriculture is developed in an environment of high biodiversity, which ultimately growing demand for sustainability from consumers, on this sector. This article proposes a brief reflection on sustainability, summarizing the history of this concept, listing the main actions developed by agriculture in Brazil. At the end,

¹ Original recebido em 13/10/2017 e aprovado em 22/10/2018.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Economia Aplicada. E-mail: dienicebini@gmail.com

³ Engenheira-agrônoma, professora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq. E-mail: shgdmira@usp.br

⁴ Economista, professor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq. E-mail: cefvian@usp.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, pesquisador do Imaflora. E-mail: luisfernando@imaflora.org

we present some economic results of the adoption of sustainability practices in Brazilian agriculture. The main motivation of this article is to show that sustainability inevitably includes economic aspects, so that identifying the impacts of the sectoral adjustments required to constitute a more sustainable agriculture is a necessary condition for development. At the end, some suggestions are presented for policies aimed at encouraging the adoption of sustainability in agriculture.

Keywords: certification, rural credit, sustainable agriculture network.

Introdução

O desafio atual e para as próximas gerações é manter o crescimento da produção de alimentos e fibras e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais e eventuais impactos sociais negativos da agropecuária. Na medida em que a sensibilização dos diversos atores ocorre no País, quanto à demanda por modelos mais sustentáveis de produção, as iniciativas se multiplicam.

A forma como a sustentabilidade é implementada depende da empresa ou mesmo do setor. Na agropecuária, por exemplo, a certificação é uma das estratégias voluntárias mais amplamente adotadas em prol da sustentabilidade, embora haja iniciativas promovidas por meio da regulação, como o Código Florestal e a Legislação Trabalhista, ou o uso de incentivos governamentais no âmbito da política agrícola, como o plano ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.

O agronegócio responde por mais de um quinto do Produto Interno Bruto brasileiro (Cepea, 2017), em parte pela posição que o País ocupa como um dos principais fornecedores mundiais de commodities agrícolas (FAO, 2017). Além do mais, a possibilidade de expansão coloca o Brasil como candidato ao posto de maior fornecedor alimentício global (Conceição & Conceição, 2014).

O setor ocupa mais de 15 milhões de pessoas, distribuídas entre produtores familiares

(9,6 milhões), empregados (4 milhões) e empregadores (267 mil) (O mercado..., 2014). Ocupa um terço do território brasileiro (IBGE, 2006), em biomas de grande diversidade – uma das razões das numerosas críticas ambientais e da pressão de estados e ONGs para que se reduzam os impactos negativos (Chaplin-Kramer et al., 2015; Ferreira et al., 2015).

Embora o uso dos recursos seja feito predominantemente de forma eficiente⁶, a tendência de expansão e os possíveis impactos ambientais decorrentes do uso intensivo de recursos naturais reforçam a sustentabilidade como um fator estratégico e necessário para garantir a longevidade das condições produtivas, a minimização dos impactos das atividades econômicas no meio rural e a boa reputação do setor. Contudo, a forma como as práticas regulatórias, especialmente as ambientais, são definidas e implementadas pelos governos faz com que a sustentabilidade, em seu escopo ambiental, seja vista com restrições por muitos agentes das cadeias produtivas.

O Código Florestal, por exemplo, apesar do tempo que ficou em discussão, ainda traz vários pontos de discordância e tensão entre os atores, visto como excessivamente rigoroso por entidades representativas dos agricultores, que afirmam não terem sido devidamente ouvidas, e excessivamente permissivo pelas entidades ambientalistas. A lentidão e a burocracia das licenças do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) são exemplos de como a condução regulatória pode

⁶ Há evidências para tal afirmação quanto à tecnificação e aos ganhos de produtividade registrados no setor agrícola, características que podem ser observadas pelo aumento da produtividade total dos fatores, como observado por Gasques et al. (2014), pela otimização do uso da terra, como a ampla adoção do cultivo da safrinha no Centro-Oeste (Pires et al., 2016), e pela produção de grãos que quase dobrou a partir de 2005, mas com redução do desmatamento no mesmo período (Dias et al., 2016).

distorcer a visão da sustentabilidade sob o ponto de vista dos principais interessados.

Tal cenário torna essa temática especialmente importante, principalmente pela constatação de que o conhecimento ainda é insuficiente para pautar suas discussões. O efeito econômico das iniciativas de sustentabilidade é uma informação estratégica. Além de permitir o melhor planejamento das ações e a seleção de instrumentos eficazes para promover a sustentabilidade da agropecuária, ele evidencia os mecanismos pelos quais aspectos econômicos se relacionam com a sustentabilidade do agronegócio e vice-versa. Nesse contexto, cabe investigar a queixa frequente de que a aplicação de requisitos sociais e ambientais aos processos de produção comprometem a viabilidade econômico-financeira das atividades agropecuárias.

Este artigo apresenta brevemente o histórico e o conceito de sustentabilidade e as principais ações desenvolvidas pela agropecuária. Além disso, examina, do ponto de vista econômico, duas práticas voluntárias de sustentabilidade ambiental e social adotadas por produtores rurais brasileiros: a certificação socioambiental da Rede de Agricultura Sustentável – Rainforest Alliance (RAS-RA) em propriedades de café de Minas Gerais; e a diferenciação de clientes agropecuários do Rabobank conforme seu alinhamento socioambiental.

Breve histórico da sustentabilidade

A recorrência de questões ambientais, a partir de 1950, deve-se grandemente à Revolução Industrial dos séculos 18 e 19, que alterou a capacidade da humanidade de intervir na natureza (Romeiro, 2010). Externalidades ambientais negativas foram se acumulando e se tornando cada vez mais perceptíveis. A conservação dos recursos naturais e o descarte adequado de resíduos se tornaram preocupações mundiais (Ambec & Lanoie, 2008).

Todo esse movimento levou à promoção de importantes marcos da sustentabilidade, como

a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, e a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, no Rio de Janeiro. Resultados dessas conferências, os 26 princípios definidos em Estocolmo e a Agenda 21, na Rio 92, forneceram orientações e boas práticas para a sustentabilidade, colocando grande ênfase nos aspectos ambientais (Drexhage & Murphy, 2010). Em 2012, novamente, a Conferência Rio + 20 ratifica a preocupação atual com o tema, embora com resultados considerados modestos por muitos especialistas (Guimarães & Fontoura, 2012).

O conceito clássico cunhado na conferência de 1972 define o desenvolvimento sustentável como a capacidade de atender às demandas da geração atual sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas necessidades (Klewitz & Hansen, 2014). Apesar de amplamente empregado, muito se discute acerca da falta de consenso sobre o que exatamente é sustentabilidade e da dificuldade de defini-la (Sneddon, 2000). Há extensa literatura que aborda o tema de maneiras diversas.

Certamente, um dos conceitos mais aceitos e usados compreende a sustentabilidade como um constructo de três dimensões: econômica, ambiental e social. A ambiental supõe produzir e consumir de modo a garantir que os ecossistemas possam manter sua autorreparação ou capacidade de resiliência. A econômica prevê o aumento da eficiência da produção e do consumo com economia crescente de recursos naturais e com contínua inovação tecnológica. A dimensão social supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna, a erradicação da pobreza e a definição do padrão de desigualdade aceitável. Esse conceito resume a sustentabilidade como um resultado de preocupações sobre as consequências sociais, ambientais e econômicas não intencionais do rápido crescimento populacional, econômico e de consumo de recursos naturais (Giovannoni & Fabietti, 2013).

Em resposta às pressões das regulamentações institucionais e da sociedade em geral, as corporações foram levadas a adotar princípios de sustentabilidade em suas estratégias, estruturas e sistemas de gestão (Berry & Rondinelli, 1998; Giovannoni & Fabietti, 2013), sendo ainda hoje um tema moderno para as empresas, cada vez mais cobradas pelas partes interessadas a assumirem a responsabilidade social e ambiental (Orlitzky et al., 2011). Operacionalmente, a reação das empresas se dá por meio da “responsabilidade social corporativa”, que consiste no comprometimento dos empresários e CEOs com a adoção de comportamento ético, que permita o desenvolvimento econômico, simultaneamente à preservação ambiental e à qualidade de vida dos empregados, da comunidade local e da sociedade como um todo.

As cobranças direcionadas inicialmente às grandes corporações do setor industrial não demoraram a alcançar a agropecuária. Isso, porque a agricultura convencional acumula uma série de críticas: contaminação de águas por produtos químicos e sedimentos, riscos para a saúde humana e animal decorrentes do manejo incorreto de pesticidas, perda da diversidade genética, destruição de animais selvagens, abelhas e insetos, resistência das pragas aos pesticidas, redução da produtividade do solo por causa da erosão, compactação e perda de matéria orgânica do solo e riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores agrícolas, entre outras (Schaller, 1993; Cunha et al., 2008; Rivero et al., 2009; Sambuichi et al., 2012; Laurance et al., 2014).

A sustentabilidade é, portanto, uma alternativa qualificada para uma produção de alimentos e fibras com impactos minimizados. Além disso, ao se considerar o cenário atual de aumento de demanda por commodities (Hoang & Alauddin, 2011), combinado com um limitado estoque de terras para a expansão agrícola (Foley et al., 2005), percebe-se facilmente que produzir

de maneira sustentável será cada vez mais uma necessidade e não apenas uma alternativa.

A experiência agropecuária para a sustentabilidade

Nassar et al. (2010) observam que a sustentabilidade é um dos elos para a manutenção da trajetória de crescimento do setor agropecuário brasileiro. Conhecedores dessa necessidade, governos, empresas, ONGs e organizações dos setores têm promovido iniciativas regulatórias e de normatização voluntárias que visem aumentar a sustentabilidade das cadeias produtivas. Sambuichi et al. (2012) listaram as principais ações governamentais para promoção da sustentabilidade, que incluem o Plano ABC, o Programa de Desenvolvimento da Agricultura Orgânica (Pró-Orgânico), o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais e, mais recentemente, a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Este último é um instrumento de registro, com coordenadas georreferenciadas e com detalhamentos sobre as propriedades. Ele possibilitará não somente melhores diagnósticos para a atuação das agências, mas melhor monitoramento dos resultados obtidos.

Somam-se a elas, as iniciativas lideradas por empresas que atuam no agronegócio brasileiro, destacadamente a BRF e a Klabin, que aparecem no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) oficial da Bolsa de Valores (GV-CES)⁷. Além disso, há aquelas originadas por iniciativa das instituições financeiras sensibilizadas para a inclusão de critérios de avaliação da sustentabilidade empresarial ou da atividade como condição para concessão de créditos.

No setor bancário, desde 2005 os bancos brasileiros passaram a adotar os protocolos verdes voluntários, com orientação sobre o meio

⁷ O ISE é uma ferramenta para análise comparativa da performance das empresas listadas na BM&FBOVESPA sob o aspecto da sustentabilidade corporativa. Contempla critérios de eficiência econômica, equilíbrio ambiental, justiça social e governança corporativa (BM&FBOVESPA, 2010).

ambiente e a sociedade (International Sustainable Finance Forum, 2016) e as orientações do Banco Central (Lima, 2009) que incluem exigência para a concessão de crédito agropecuário. A lista de ações sustentáveis continua com as Normas Voluntárias de Certificação (Potts, 2014), a Moratória da Soja, a Moratória do Boi e o estímulo à adoção de práticas de sustentabilidade, como o Manejo Integrado de Pragas.

Iniciativas de sustentabilidade, como as mencionadas acima, sugerem práticas específicas, mas nenhuma característica serve a uma definição precisa de agropecuária sustentável (Schaller, 1993). Nesse ambiente de dificuldade de delimitação, cada ação, por atuar de maneira pontual, permite definir os critérios e a extensão da sustentabilidade. O plano ABC pressupõe apoiar a sustentabilidade por meio da concessão de crédito para a recuperação de pastagens degradadas, adoção de sistemas agroflorestais, plantio de florestas e tratamento de dejetos, entre outros. Já o foco específico do CAR é a preservação e recuperação de Área de Preservação Permanente (APP) e Área de Reserva Legal (ARL), sendo um instrumento que apoia as exigências previstas no Código Florestal.

Como visto, a adoção de práticas sustentáveis pode ser imposta por leis e regulamentos, estimulada por iniciativas voluntárias (Khanna, 2001), incentivos econômicos, como impostos e licenças negociáveis (Blanco et al., 2009), ou por regulamentação como o crédito e instrumentos privados (mercado de carbono, por exemplo). Os regulamentos (obrigatórios) são frequentemente criticados por serem caros e pouco eficientes (Dawson & Segerson, 2008), enquanto as iniciativas voluntárias se mostram mais atraentes (Dragusanu et al., 2014), bem como os instrumentos de incentivo de mercado.

As diferenças entre práticas regulatórias e voluntárias são evidenciadas pelas próprias constatações da literatura, como a de Sparovek et al. (2010), que alerta para a incapacidade da regulamentação do governo brasileiro para amenizar os problemas ambientais; em contrapartida, Brannstrom et al. (2012) avaliaram

e comprovaram a eficiência de três iniciativas de governança que empregam incentivos para induzir a redução do impacto ambiental da produção agrícola: moratória da soja, Lucas Legal e Oeste Sustentável.

Khanna (2001) defende que o sucesso para encontrar soluções para os problemas ambientais e sociais, evitando as consequências legais e políticas negativas associadas à falha regulatória, passa por testar em termos econômicos a validade das ações voluntárias adotadas (Blanco et al, 2009). De fato, segundo Andrews (1998), as iniciativas voluntárias tendem a ser mais eficientes quando geram ganhos econômicos líquidos de curto prazo.

Explorando a interface das práticas sustentáveis com o resultado econômico-financeiro na agricultura: duas ilustrações

Uma especulação constante no setor refere-se à viabilidade econômica-financeira de se adotar uma certificação da propriedade ou de produtos, ambiental ou socioambiental, no âmbito das atividades rurais.

Essa questão foi o objeto de estudo ao se avaliar o efeito da certificação socioambiental RAS-RA sobre o desempenho econômico de fazendas produtoras de café no Cerrado de Minas Gerais. A análise foi viabilizada pelo acesso a um banco de dados primários, de levantamentos do Sebrae-Minas, com registros de preço de venda do café, produtividade, custo, renda, margem bruta e margem líquida de 34 fazendas certificadas e 70 não certificadas – antes e depois do processo de certificação –, além de informações referentes às características do administrador, da propriedade e das formas de comercialização. Os dados compreendem as safras de 2004/2005 a 2012/2013. Cabe mencionar que as propriedades amostradas já integram o programa Educampo do Sebrae-Minas, um modelo de assistência gerencial e tecnológica intensiva para produtores rurais.

Verificou-se que, além da escolaridade, a existência de outra certificação aumenta a probabilidade de uma propriedade se tornar certificada RAS-RA. Outra relação positiva foi constatada entre a produtividade e a probabilidade de certificar, o que revela que as propriedades mais eficientes são mais propensas a buscar novas tecnologias. Outro resultado interessante é que as propriedades que possuem outras fontes de renda, além da agricultura, têm menor probabilidade de certificação.

Mas não se constatou significância da variável área, medida pelo tamanho da propriedade, em hectares, sobre a probabilidade de certificar-se, o que corrobora os resultados de outras pesquisas. Silva et al. (2014), Chiputwa et al. (2015) e Ibanez & Blackman (2016) não encontraram relação de causalidade entre o tamanho da propriedade e a certificação. Em outras palavras, a certificação é acessível tanto para pequenos quanto para grandes produtores de café do Cerrado de Minas Gerais.

Com base nos dados do Sebrae, e usando o método diferenças em diferenças, dividiu-se a amostra em dois grupos – o das propriedades certificadas (tratamento) e o das não certificadas (testemunha) pela RAS-RA. Esse método permite controlar o viés de autosseleção, levar em consideração alterações que atingiram igualmente os dois grupos ao longo do período de observação, mas que não estavam relacionadas ao tratamento, e obter resultados estatisticamente robustos.

Verificou-se que a certificação, conforme esperado, aumenta a produtividade das lavouras de café, embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Também como previsto, não se observou diferencial no preço de comercialização do café certificado diante do produto convencional⁸.

Outro resultado bastante importante do ponto de vista estratégico e nas discussões sobre a viabilidade da certificação agrícola é que não

se identificou diferença estatística entre o custo operacional efetivo (tampouco para o custo operacional total) do grupo certificado e o do grupo não certificado. Este resultado mostra que o processo de certificação não reduz significativamente os custos, mas também não causa sua elevação. Portanto, efeitos sobre o custo não parecem configurar elemento restritivo à adoção dessa certificação. Cabe relatar, nesse ponto, que há também a opção da certificação em grupo. Ela caracteriza-se pela certificação de um conjunto de produtores organizados em cooperativas ou associações, como uma única unidade de gestão, e que dividem as despesas da certificação.

O segundo conjunto de dados primários analisados busca identificar uma relação estatisticamente significativa entre o desempenho social e ambiental de propriedades rurais e seu desempenho financeiro. Os dados foram disponibilizados pelo Rabobank, para esta pesquisa, e compreendeu informações da carteira de clientes do banco, com propriedades localizadas no Centro-Oeste, Sudeste e na Bahia. Os dados referem-se ao período de 2009 a 2013.

Essa instituição financeira adota em sua política de crédito rural uma avaliação social e ambiental como parte dos critérios de avaliação dos clientes. O banco de dados fornecido pelo Rabobank permitiu a agregação de dados para a construção de quatro indicadores de sustentabilidade (um indicador social e três ambientais), num total de 1.056 observações. A agregação de dados ocorreu a partir de respostas a um questionário aplicado aos clientes rurais como parte do cadastro bancário. Além dos quatro indicadores propostos, foi avaliada a medida global de sustentabilidade construída e fornecida pelo próprio banco.

As medidas sociais e ambientais englobam ações voluntárias tanto quanto aquelas vinculadas ao cumprimento de requisitos legais,

⁸ Empregou-se o preço médio obtido pelo produtor, dividindo a renda total da safra pela quantidade total de sacas comercializadas. Mas o produtor vende os lotes de café a preços diferentes e, apesar de certificar toda a produção, apenas uma parcela é comercializada como certificada.

particularmente relacionados à legislação trabalhista e ambiental. O desempenho financeiro foi medido por três indicadores construídos e fornecidos pela instituição financeira (capacidade de pagamento, solvência e liquidez) e por um indicador global agregado a partir desses três, especificamente idealizado nesta pesquisa.

Os resultados apontaram que um melhor desempenho social e ambiental está associado a um melhor desempenho financeiro das propriedades rurais. Das três medidas ambientais examinadas, o indicador que contém predominantemente práticas voluntárias (e não requisitos legais) se mostrou mais relevante do que os demais na relação positiva com os resultados financeiros. Essa constatação sugere que as ações que vão além do mero cumprimento dos requisitos legais podem ser mais eficazes para gerar benefícios.

Também se observa uma relação inversa e positiva: quando a performance socioambiental é a variável dependente, ela está associada a uma melhor performance financeira. Igualmente importante é o resultado encontrado de não significância do coeficiente da renda bruta e do patrimônio líquido. Essas duas variáveis são consideradas medidas de tamanho das propriedades, que demonstram ausência de relação estatisticamente comprovada entre o desempenho social e ambiental e o tamanho de propriedades. Ou seja, não se pode afirmar que propriedades maiores investem mais em práticas sustentáveis.

Embora não seja possível determinar uma relação de causalidade ou precedência, observou-se que, para a amostra analisada, constituída de um grupo delimitado de clientes do Rabobank, melhores desempenhos socioambiental e financeiro estão positiva e mutuamente relacionados.

Vale ressaltar, por fim, que extrapolações dos resultados obtidos devem ser feitas com cautela, uma vez que se tratam de estudos de caso, delimitados não só pelas regiões de abrangência, mas pelo perfil dos produtores e propriedades que integram as duas amostras.

No estudo com dados dos produtores de café, certificados Rainforest Alliance, usou-se como base de comparação produtores não certificados que participam do Educampo, ou seja, o grupo não certificado é formado por produtores que diferem da média geral da região, uma vez que integram o programa de melhoria de gestão do Sebrae-Minas. Já o banco de dados de clientes rurais do Rabobank é formado, de modo geral, por grandes produtores rurais. O Rabobank não é um banco de varejo e concentra suas operações de crédito em grandes produtores rurais, com valor de financiamento acima da média brasileira.

Recomendações de políticas

Os resultados são especialmente relevantes quando se referem às políticas de incentivo à sustentabilidade. Dois fatores merecem atenção. O primeiro trata da disseminação de informações corretas e confiáveis. O que é conhecido como curva de adoção de tecnologia resume o comportamento dos agricultores para adotar tecnologias conhecidas e já validadas por outros. No caso da sustentabilidade, usar exemplos da região e o compartilhamento de experiências entre os produtores pode contribuir para atenuar a resistência. Logo, o diagnóstico caso a caso é essencial quando se trata da promoção de iniciativas para sustentabilidade das propriedades rurais.

O segundo ponto refere-se à não obrigatoriedade. A adoção voluntária da sustentabilidade parece pressupor uma série de condicionantes – incluindo sensibilização prévia dos agentes, disponibilidade financeira e técnica, inclusive de gestão –, tendo em vista que frequentemente o ajustamento das propriedades passa, inicialmente, por mudanças na gestão das atividades, de pessoas e dos recursos disponíveis, incluindo investimentos financeiros. A percepção da utilidade pelo produtor e a disponibilidade técnica e financeira permitem que ele planeje a melhor forma e o melhor momento para adotar práticas mais sustentáveis, e esse planejamento

é mais bem explorado em condições de não obrigatoriedade.

Já as cadeias de valor, especialmente as mais coordenadas, podem, por meio de suas entidades, associações ou das próprias empresas, contribuir tanto facilitando o acesso à informação, como já discutido, quanto criando incentivo para os agricultores ou desenvolvendo unidades demonstrativas. Outra possibilidade é a criação e coordenação de grupos de produtores para que desenvolvam conjuntamente iniciativas locais. Cadeias de valor e governo podem trabalhar conjuntamente para a disseminação de melhores práticas.

O acesso à assistência técnica pode ser um determinante na promoção da sustentabilidade, mas não é suficiente, particularmente em propriedades com pouca renda. Muitos produtores não têm recursos para pagar rotineiramente por esse serviço, que pode ser uma fonte confiável de informação, principalmente se associados à assistência técnica e à extensão rural elementos de educação ambiental.

Uma alternativa para estimular a agropecuária a adotar práticas mais sustentáveis é o uso do instrumento de política agrícola do crédito rural, com a criação de linhas específicas, como o plano ABC, que oferece taxas mais favoráveis para atividades específicas, como a adoção de plantio direto, de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, de tratamento de dejetos e de recuperação de pastagens.

O artigo 41 da lei nº 12.651, de 2012 (Brasil, 2012), o Código Florestal, dispõe especificamente sobre o incentivo à preservação e à recuperação do meio ambiente.

- Pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais.
- Incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das

florestas e demais formas de vegetação nativa.

- Compensação pelas medidas de conservação ambiental necessárias para o cumprimento dos objetivos da Lei.

A lei destaca como instrumentos a obtenção de crédito agrícola com taxas de juros menores, com limites e prazos maiores que os do mercado; contratação do seguro agrícola em condições melhores que as do mercado; redução de impostos, além de outras isenções, incentivos para comercialização e inovação são instrumentos da lei para incentivar a conservação do meio ambiente e a redução dos impactos ambientais.

Outros instrumentos de mercado, como as certificações e o pagamento de serviços ambientais, conforme previsto no Projeto de Lei nº 1274/11 (Brasil, 2011), ainda em discussão no congresso, também contribuem para o aumento da sustentabilidade na agropecuária.

Além dessas considerações, vale lembrar que as ações *multistakeholder* parecem apresentar elevada eficiência. Assim, acrescenta-se às políticas aqui apresentadas a sugestão de que as aplicações sempre envolvam vários atores, isso para que a conciliação de objetivos e esforços leve a uma situação ótima para o meio ambiente e todos os envolvidos. A Tabela 1 resume as recomendações para a sustentabilidade, seus instrumentos e principais agentes.

Considerações finais

Os resultados permitem afirmar que a adoção de práticas de sustentabilidade social e ambiental não compromete o desempenho econômico-financeiro das propriedades rurais estudadas. Conclui-se que a adoção dessas práticas pode contribuir também para a maior eficiência econômica e para a obtenção de benefícios.

Embora com abordagens bem diferentes, e tratando de iniciativas distintas em termos de estratégias de sustentabilidade e escopo, ambas as pesquisas apontam que o tamanho do empreendimento não é um limitante para a adoção

Tabela 1. Recomendações políticas para a sustentabilidade na agropecuária: principais diretrizes, instrumentos e agentes.

Diretriz	Instrumento	Agente
Disseminação de informações	Assistência técnica	Federações Estaduais de Agricultura
	Dias de campo	Instituições Estaduais de Pesquisa
	Desenvolvimento de fazendas modelo	Emater
		Agentes de complexos agroindustriais
		Universidades
		ONGs
Apoio para adaptação produtiva	Taxas de juros menores	Governo
	Prazos de pagamento maiores	
	Redução de impostos	Mercado
	Seguro agrícola	
	Mercados institucionais	
Pagamento ou incentivo a serviços ambientais	Crédito de carbono	Mercado
	Produção e conservação de água	
	Lei de Pagamentos por Serviços Ambientais	
Incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável	Art 41 do Código Florestal (Brasil, 2012)	Mercado
		Governo
Compensação pelas medidas de conservação ambiental	Art 41 do Código Florestal (Brasil, 2012)	Mercado
Incentivos de comercialização	Certificações de terceira parte	Mercado

da certificação nem para a melhorar a responsabilidade socioambiental das propriedades agropecuárias. Esse resultado tem implicações importantes, pois sinaliza que pequenos e grandes produtores podem adotar e se beneficiar dos efeitos positivos de modelos mais sustentáveis do ponto de vista socioambiental.

Quando se demonstra que ambas as abordagens (certificação e RSA) não geram, necessariamente, custos extras para os adotantes e que podem gerar ganhos, é possível inferir que uma forma de estimular a ampliação de tais práticas na agropecuária brasileira seria por meio de políticas de incentivo, como as de crédito rural com requisitos ambientais e sociais vinculados. Sobretudo, é preciso ressaltar que em ambos os

casos examinados havia representantes do setor privado engajados, seja no papel de promotores e orientadores dos ajustes socioambientais (Sebrae, Imaflora, cooperativas no caso da certificação do café do Cerrado mineiro), seja no papel de normatizador, em que os ajustes são estimulados nas propriedades tendo como estímulo a melhor avaliação financeira pelo Rabobank.

Referências

AMBEC, S.; LANOIE, P. Does It Pay to Be Green? A Systematic Overview. **Academy of Management Perspectives**, v.22, p.45-62, 2008. DOI: 10.5465/AMP.2008.35590353.

- ANDREWS, R.N.L. Environmental regulation and business 'self-regulation'. *Policy Sciences*, v.31, p.177-197, 1998.
- BERRY, M.A.; RONDINELLI, D.A. Proactive corporate environmental management: a new industrial revolution. *Academy of Management Executive*, v.12, p.38-50, 1998. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/pdf/4165456.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2017.
- BLANCO, E.; REY-MAQUIEIRA, J.; LOZANO, J. The economic impacts of voluntary environmental performance of firms: a critical review. *Journal of Economic Surveys*, v.23, p.462-502, 2009. DOI: 10.1111/j.1467-6419.2008.00569.x.
- BM&FBOVESPA. **Índice de sustentabilidade empresarial (ISE)**. 2010. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2016.
- BRANNSTROM, C.; RAUSCH, L.; BROWN, J.C.; ANDRADE, R.M.T. de; MICCOLIS, A. Compliance and market exclusion in Brazilian agriculture: analysis and implications for "soft" governance. *Land Use Policy*, v.29, p.357-366, 2012.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 1274, de 2011**. Institui o Programa Nacional de Compensação por Serviços Ambientais e o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, e dá outras providências. 2011. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=501368>>. Acesso em: 20 fev. 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 maio 2012. Seção 1, p.1-8.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 18 jul. 2017.
- CHAPLIN-KRAMER, R.; SHARP, R.K.; MANDLE, L.; SIM, S.; JOHNSON, J.; BUTNAR, I.; MILÀ I CANALS, L.; EICHELBERGER, B.A.; RAMLER, I.; MUELLER, C.; MCLACHLAN, N.; YOUSEFI, A.; KING, H.; KAREIVA, P.M. Spatial patterns of agricultural expansion determine impacts on biodiversity and carbon storage. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.112, p.7402-7407, 2015. DOI: 10.1073/pnas.1406485112.
- CHIPUTWA, B.; SPIELMAN, D.J.; QAIM, M. Food Standards, Certification, and Poverty among Coffee Farmers in Uganda. *World Development*, v.66, p.400-412, 2015. DOI: 10.1016/j.worlddev.2014.09.006.
- CONCEIÇÃO, J.C.P.R. da; CONCEIÇÃO, P.H.Z. da. **Agricultura**: evolução e importância para a balança comercial brasileira. Brasília: Ipea, 2014. (IPEA. Texto para discussão, 1944).
- CUNHA, N.R. da S.; LIMA, J.E. de; GOMES, M.F. de M.; BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 46, p.291-323, 2008. DOI: 10.1590/S0103-20032008000200002.
- DAWSON, N.L.; SEGERSON, K. Voluntary agreements with industries: participation incentives with industry-wide targets. *Land Economics*, v.84, p.97-114, 2008.
- DIAS, L.C.P.; PIMENTA, F.M.; SANTOS, A.B.; COSTA, M.H.; LADLE, R.J. Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. *Global Change Biology*, v.22, p.2887-2903, 2016. DOI: 10.1111/gcb.13314.
- DRAGUSANU, R.; GIOVANNUCCI, D.; NUNN, N. The economics of fair trade. *Journal of Economic Perspectives*, v.28, p.217-236, 2014. DOI: 10.1257/jep.28.3.217.
- DREXHAGE, J.; MURPHY, D. **Sustainable development: from Brundtland to Rio 2012**. New York: United Nations, 2010. Background paper for the high level panel on global sustainability. Disponível em: <http://www.surdurulebilirilkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2016/06/Background_on_Sustainable_Development.pdf>. Acesso em: 3 maio 2017.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- FERREIRA FILHO, J.B. de S.; RIBERA, L.; HORRIDGE, M. Deforestation control and agricultural supply in Brazil. *American Journal of Agricultural Economics*, v.97, p.589-601, 2015. DOI: 10.1093/ajae/aav004.
- FOLEY, J.A.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P.K. Global consequences of land use. *Science*, v.309, p.570-574, 2005. DOI: 10.1126/science.1111772.
- 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*, ano 23, p.87-98, 2014.
- GIOVANNONI, E.; FABIETTI, G. What is sustainability? A review of the concept and its applications. In: BUSCO, C.; FRIGO, M.L.; RICCABONI, A.; QUATTRONE, P. (Ed.). **Integrated Reporting: concepts and cases that redefine**

- corporate accountability. [S.l.]: Springer, 2013. p.21-40. DOI: 10.1007/978-3-319-02168-3_2.
- GUIMARÃES, R.P.; FONTOURA, Y.S. dos R. da. Rio+20 ou rio-20? Crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, v.15, p.19-39, 2012.
- HOANG, V.-N.; ALAUDDIN, M. Analysis of agricultural sustainability: a review of exergy methodologies and their application in OECD countries. **International Journal of Energy Research**, v.35, p.459-476, 2011. DOI: 10.1002/er.1713.
- IBANEZ, M.; BLACKMAN, A. Is Eco-Certification a Win-Win for Developing Country Agriculture? Organic Coffee Certification in Colombia. **World Development**, v.82, p.14-27, 2016. DOI: 10.1016/j.worlddev.2016.01.004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação: segunda apuração. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006_segunda_apuracao/default.shtm>. Acesso em: 18 jun. 2017.
- INTERNATIONAL SUSTAINABLE FINANCE FORUM, 3., 2015, Lima, Peru. **Summary**. 2016. Disponível em: <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/90ae4a804c51641fade8afd8bd2c3114/ebook-2016+peru+final+version.pdf?mod=ajperes>. Acesso em: 28 set. 2016.
- KHANNA, M. Non-mandatory approaches to environmental protection. **Journal of Economic Surveys**, v.15, p.291-324, 2001 DOI: 10.1111/1467-6419.00141.
- KLEWITZ, J.; HANSEN, E.G. Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v.65, p.57-75, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.07.017.
- LAURANCE, W.F.; SAYER, J.; CASSMAN, K.G. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. **Trends in Ecology & Evolution**, v.29, p.107-116, 2014. DOI: 10.1016/j.tree.2013.12.001.
- LIMA, S.A. de S. Banco Central e responsabilidade social. **Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro**, ano 4, 2009. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pre/boletimrsa/bolrsa200901.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2017.
- NASSAR, A.M.; HARFUCH, L.; MOREIRA, M.M.R.; CHIODI, L.; ANTONIAZZI, L.B. **Relatório Final “Modelagem do Uso da Terra no Brasil”**: documento preparado para o “Estudo de Baixo Carbono para o Brasil” coordenado pelo Banco Mundial. [S.l.]: Icone, 2010. Disponível em: <http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/estudos/2010/estudo_de_baixo_carbono_para_o_brasil_1706_relatorio_final_modelagem_do_uso_da_terra.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.
- O MERCADO de trabalho assalariado rural brasileiro. São Paulo: DIEESE, 2014. 33p. (DIEESE. Estudos e pesquisas, 74). Disponível em: <http://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2014/estpesq74trabalhorural.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2017.
- ORLITZKY, M.; SIEGEL, D.S.; WALDMAN, D.A. Strategic corporate social responsibility and environmental sustainability. **Business & Society**, v.50, p.6-27, 2011. DOI: 10.1177/0007650310394323.
- PIRES, G.F.; ABRAHÃO, G.M.; BRUMATTI, L.M.; OLIVEIRA, L.J.C.; COSTA, M.H.; LIDDICOAT, S.; KATO, E.; LADLE, R.J. Increased climate risk in Brazilian double cropping agriculture systems: implications for land use in Northern Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.228-229, p.286-298, 2016. DOI: 10.1016/j.agrformet.2016.07.005.
- POTTS, J.; LYNCH, M.; WILKINGS, A.; HUPPÉ, G.; CUNNINGHAM, M.; VOORA, V. **The State of Sustainability Initiatives Review 2014**: standards and the green economy. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 2014. 363p.
- RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, v.19, p.41-66, 2009. DOI: 10.1590/S0103-63512009000100003.
- ROMEIRO, A.R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P.H. (Org). **Economia do meio ambiente**: teoria e prática. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p.3-32.
- SAMBUICHI, R.H.R.; OLIVEIRA, M.A.C. de; SILVA, A.P.M. da; LUEDEMANN, G. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira**: impactos, políticas públicas e desafios. Brasília: IPEA, 2012. (IPEA. Texto para discussão, 1782).
- SCHALLER, N. The concept of agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.46, p.89-97, 1993. DOI: 10.1016/0167-8809(93)90016-I.
- SILVA, E.C.; CASTRO JUNIOR, L.G.; COSTA, C.H.G.; ANDRADE, F.T. Determinant factors in adopting socio-environmental certifications in coffee farms. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.52, p.437-448, 2014. DOI: 10.1590/S0103-20032014000300002.
- SNEDDON, C.S. ‘Sustainability’ in ecological economics, ecology and livelihoods: a review. **Progress in Human Geography**, v.24, p.521-549, 2000. DOI: 10.1191/030913200100189076.
- SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I.L.F.; BARRETTO, A.G.O.P. Brazilian Agriculture and Environmental Legislation: Status and Future Challenges. **Environmental Science & Technology**, v.44, p.6046-6053, 2010. DOI: 10.1021/es1007824.

Subsídios de política agrícola na cacauicultura dos biomas Mata Atlântica e Amazônia¹

Amilcar Baiardi²
Maria Clotilde Meirelles Ribeiro³

Resumo – A lavoura de cacau como sistema agroflorestal se estabeleceu com sucesso nos biomas Mata Atlântica e Amazônia na Bahia, Espírito Santo, Rondônia e Pará. Embora os sistemas produtivos nesses estados tenham como habitat a floresta úmida, tropical e equatorial, existem peculiaridades que os distinguem entre si e que são responsáveis por diferentes exigências de fatores de produção, por rendimentos físicos e econômicos diversos e por contribuições para preservação da biosfera em grau variável. Este trabalho procura estabelecer comparações entre esses sistemas com o propósito de sugerir que as avaliações das políticas públicas levem em conta a diversidade deles e sua capacidade de gerar externalidades positivas. A metodologia adotada consiste de revisão sistemática da literatura. Os resultados obtidos poderão orientar as políticas públicas de apoio à cacauicultura, permitindo enfoques específicos por biomas e ecossistemas.

Palavras-chave: biomas brasileiros, lavoura de cacau, política agrícola, sistema agroflorestal.

Agricultural policy subsidies in the cacao farming of the Atlantic Forest and Amazon biomes

Abstract – The cocoa crop, as agroforestry system, was settled in the biomes of rainforest Atlantic and Amazon, in the states of Bahia, Espírito Santo, Rondônia and Pará, with relative success. Elsewhere, the cocoa crop is conducted as an agroforestry system, combining the natural environment with agricultural environment. In spite the systems in three states have as habitat the tropical and equatorial rainforest, there are peculiarities that distinguish each one into the group. These peculiarities are responsible for different production factors requirements, for unequal physical outputs and economic income and for different degree of contributions to preserving the biosphere. This paper attempts to draw comparisons between these systems in order to suggest that evaluations as part of public policies take into account the diversity and the ability to generate positive externalities. The methodology adopted consisted of a systematic review of the available literature on the subject. The

¹ Original recebido em 8/1/2018 e aprovado em 29/3/2018.

² Doutor em Economia, professor titular da Ufba e da Pós-Graduação da Ucsal. E-mail: amilcar.baiardi@ucsal.br

³ Doutora em Administração, professora adjunta da Univasf. E-mail: clotilde.ribeiro@univasf.edu.br

findings could guide public policies to support cacao farming, allowing specific approaches for different biomes and ecosystems.

Keywords: Brazilian biomes, cocoa crop, agricultural policy, agroforestry system.

Introdução

A espécie *Theobroma cacao* da família *Malvaceae*, produtora das amêndoas de cacau cuja principal finalidade é a produção de chocolate, é originária da América Central, com dispersão geográfica limitada ao norte e mais expressiva ao sul do continente americano. A planta foi domesticada e se converteu sistematicamente em lavoura no Brasil no século 17, como iniciativa da administração colonial lusitana, visando reduzir a dependência de Portugal em relação à produção de amêndoas de cacau na América Espanhola. É de 1679 a autorização, por meio de Carta Régia, para que os colonizadores, desejosos de dar início a mais uma atividade econômica, plantassem cacau.

Apesar da disseminação original da planta na região amazônica, é no litoral baiano, na Capitania de Ilhéus, que a atividade prospera como lavoura conduzida racionalmente. Estimase que a introdução da cacauicultura na Bahia tenha sido em 1746 por iniciativa de Antonio Dias Ribeiro, que teria recebido mudas trazidas do Pará por Louis Frederic Warneaux, colono francês (Assad, 2017). Os agentes econômicos e sociais desse tipo especial de plantation que preserva parte da vegetação de porte, a arbórea, foram mudando ao longo dos séculos. Começam como desbravadores, passando, na sequência, para pioneiros, “coronéis” latifundiários, empresários extrativistas e rentistas e, por fim, empresários inovadores. Essas mudanças, que refletiam, principalmente, a maior ou menor propensão a assumir riscos tipicamente capitalistas, ocorreram com a permanência de traços comuns em termos de *habitus*, convergência de valores, crenças, senso de pertencimento e papel social, destacando-se a convicção de serem

responsáveis por uma cultura de promoção do progresso na região produtora de cacau.

Outra peculiaridade da lavoura cacauieira é a de não ter usado mão de obra escrava. Se ocorreu, foi tópica e eventualmente. A necessidade de um esforço de trabalho humano desconcentrado, descentralizado e espacialmente sujeito às ameaças da beligerância indígena levou a que as relações de trabalho fossem mais flexíveis, envolvendo riscos pessoais de quem aceitava o contrato. No cálculo dos agentes econômicos, na sua totalidade prepostos do capital comercial, o custo dessa força de trabalho era menor do que o investimento necessário para adquirir e supervisionar escravos. Além disso, não expunha o patrimônio senhorial de proprietário de escravos. Desde sua gênese, a cacauicultura era diferente da atividade canvieira implantada na Capitania de Ilhéus, integrada com a produção de açúcar e aguardente e com mão de obra escrava. Embora fossem ambas voltadas para o comércio com a metrópole, os agentes eram diversos do ponto de vista de valores e condutas: a plantation açucareira era de índole senhorial, enquanto a cacauicultura se constituía em uma organização mais empresarial e era financiada pelo capital comercial (Baiardi, 1984). A cacauicultura, nesse particular, tinha alguma semelhança com as relações de produção da pecuária extensiva do Semiárido. Tanto o homem livre ou “escravo de ganho⁴” encarregado do desmatamento parcial e seletivo da Mata Atlântica para plantar sementes de cacau, como o vaqueiro, homem livre ou “escravo de ganho” contratado para cuidar dos rebanhos não eram supervisionados por feitores e poderiam se evadir a qualquer momento. Se aceitavam participar dessas atividades era porque, de algum modo, eram parceiros delas, recebendo

⁴ Escravos de ganho eram aqueles que por suas habilidades e participação diferenciada no processo produtivo já não executavam trabalho compulsório não remunerado. A complexificação dos sistemas produtivos passou exigir esse tipo de relação de trabalho ainda na vigência da escravidão.

por resultados obtidos. O modelo de sistema agroflorestal que predomina na cacauicultura brasileira se expande para a Amazônia, para o Espírito Santo e para outros estados a partir do sucesso observado na Bahia. Com a criação, em 1957, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC, 2016), essa expansão ocorre mediante fomento e na forma de política pública (Baiardi & Mello, 2013, 2016).

Características das áreas produtoras: vantagens e desvantagens comparativas nos biomas Mata Atlântica e Amazônia

Bahia

A cacauicultura na Bahia está localizada em uma faixa de terra de até 150 km do litoral e em uma latitude de 14° S e 15° S. Aproximadamente no centro da área produtora está o maior parque moageiro de amêndoa do Brasil. Esta localização se deve ao fato de as regiões Litoral Sul e Baixo Sul, no passado, terem sido responsáveis pela maior oferta de matéria-prima, a amêndoa de cacau.

Saindo de uma crise prolongada, a cacauicultura baiana vem passando por uma reestruturação não desprezível. Ao contrário das históricas crises cíclicas de preços, a última crise afetou a produção e, por essa via, o rendimento dos agricultores, que ainda não se recuperaram completamente depois de mais de duas décadas. No auge da crise, fazendeiros demitiram trabalhadores permanentes, mas estabeleceram contratos de parceria, tipo meação, com terceiros, que passaram a se responsabilizar por todos os custos de produção, inclusive a mão de obra. Com o objetivo de assegurar alguma liquidez, muitos produtores de cacau abateram árvores e venderam a madeira nativa da Mata Atlântica. Então, muitos cacauicultores optaram pela criação de bovinos nas terras desmatadas, apesar de o terreno não ser propício, pois a elevada umidade relativa favorece a proliferação de para-

sitais. Também houve tentativas de diversificação da produção – café robusta e fruticultura, por exemplo (Paiva & Araújo, 2007).

Diante desse quadro, foram tomadas iniciativas tanto no que se refere ao refinanciamento e renegociação de dívidas quanto à busca de alternativas de inovação do processo produtivo. O uso de tecnologias desenvolvidas pela Ceplac, envolvendo, além das práticas de enxertia, adensamento das áreas e manutenção das lavouras, com elevação de custos de produção, não se difundiram na velocidade esperada. Entretanto, paulatinamente, com mudanças culturais e gerenciais, tem-se avançando no processo produtivo e sobretudo na qualidade do produto, com agregação de valor e conquista de novos mercados, como é o caso do cacau *Fine Flavour*. Além disso, do ponto de vista da produtividade do trabalho, o cacau é, na região, a atividade que proporciona a criação do maior valor agregado por unidade de trabalho. Destaca-se também o sistema de cultivo do cacau conhecido como “cabruca”, que é o de menor impacto ambiental, já que nele os solos são protegidos pela cobertura vegetal, e a reposição parcial da fertilidade é assegurada pela grande quantidade de matéria orgânica (Paiva & Araújo, 2007; Sambuichi et al., 2012).

Atualmente, a recuperação da lavoura cacaueira ocorre em novas bases, cujos vetores são a agregação de valor pela qualidade e a fabricação do chocolate associada com a produção agrícola, além da possibilidade do uso sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros (Mello & Couto, 2008; Camargo, 2012). Há que se acrescentar também o potencial de uma recuperação produtiva rápida. Para tal, segundo Sambuichi et al. (2012), bastaria que a densidade da área plantada na Bahia (de 565 mil ha) fosse reduzida para 76 árvores por hectare – hoje, a densidade média é de 93 árvores por hectare, com produtividade média de 20 arrobas/ha/ano. Para Alvim & Pereira (1972), diminuindo o número de árvores por hectare de 93 para 76, a produtividade poderia atingir 30 arrobas/ha/ano e a produção, 254.250 t, superior à capacidade instalada do parque moageiro de Ilhéus. Caso

isso fosse feito, somadas as produções da Bahia, do Pará e de outros estados, o Brasil voltaria a gerar excedentes exportáveis.

Ressalta-se que a recuperação da lavoura cacauieira é condição indispensável para a preservação dos remanescentes de Mata Atlântica na região, mantidas a concepção da cacauicultura como sistema agroflorestal e, na melhor das hipóteses, a técnica de cultivo denominada “Cacau Cabruca” (Mello & Couto, 2008). A técnica de clonagem, desenvolvida e difundida pela Ceplac, mostra-se como uma possibilidade concreta para que a recuperação possa avançar mais ainda, alcançando a quase totalidade dos produtores. Além disso, são promissoras as possibilidades de consorciar a lavoura de cacau para reduzir os problemas associados à monocultura. A ideia é substituir árvores exóticas, como a eritrina, por seringueira, açaí, pupunha e cupuaçu, o que de certa forma já está em curso com o lançamento do Programa da Borracha, pela Ceplac e governo do estado, cuja previsão é a implantação de 100 mil ha de sistemas agroflorestais de seringueira com cacauieiro e outras lavouras.

Outra frente busca investir fortemente na diferenciação do produto pela qualidade – cacau orgânico e *Fine Flavour* –, e na sua industrialização na região, com o objetivo de criar uma rede de pequenas fábricas de chocolate de alta qualidade ou de disseminação da indústria caseira familiar, com valor cultural agregado, o que já existe na área de produção (Camargo, 2012).

Nesse sentido, avança um projeto que visa proteger e valorizar o cacau sul baiano, por meio de uma indicação de procedência, resgatando assim a fama do cacau brasileiro “Bahia Superior,” com a melhor cotação no mercado internacional, como no passado, quando o produto baiano era hegemônico porque a produção do Espírito Santo era pequena e o Pará não produzia cacau Tipo I (Almeida, 1976). Esse potencial foi reconhecido no *Salon du Chocolat*, em Paris. De 50 amostras classificadas para o concurso mun-

dial *Cocoa Awards* 2010, organizado pelo *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement* (Cirad), no *Salon du Chocolat de Paris*, a Bahia classificou 10 % dos prêmios. O Cirad classificou o Brasil como produtor de cacau fino, com notas de alcaçuz, frutas secas e especiarias (Viana & Mello, 2013).

A cacauicultura com potencial de crescimento diferenciado e compatibilidade com o desenvolvimento sustentável é praticada na Bahia em três modelos de gestão: i) patronal convencional, de escala média para cima; ii) patronal com gestão diferenciada, de escala média ou menor; e iii) familiar, organizado em associações. Em processo de extinção, estão o modelo patronal ausenteísta e o modelo familiar isolado. A diferença entre os modelos patronais e familiares em termos de processo produtivo diz respeito ao material genético, ao uso em maior ou menor grau de parceria e de insumos químicos e a pequenas variações em termos de beneficiamento quanto ao tempo de rumas, ao tempo de cocho, à secagem em barcaças ou em secadores artificiais e ao polimento de amêndoas, entre outros. As demais operações – formação de viveiro, raleamento da mata e plantio de árvores sombreadoras, preparo do terreno, plantio de mudas, adubação, capina, podas, controle fitossanitário, e colheita e pós-colheita, por exemplo, são as mesmas ou equivalentes para os três modelos. As práticas responsáveis pela melhor qualidade não estão plenamente difundidas nos estabelecimentos familiares, embora muitos deles, sobretudo os assistidos pelo Instituto Cabruca⁵, tenham buscado adotá-las, visando algum tipo de certificação.

O modelo empresarial patronal convencional de escala média para cima, vem se empenhando tenazmente no uso de boas práticas, certificação e produção de cacau *Fine Flavour* porque vê nelas a única saída para a competitividade. O mesmo acontece nas associações de

⁵ Organização não governamental dedicada à pesquisa agropecuária, à pesquisa agroindustrial e à difusão de conhecimentos no litoral sul da Bahia.

agricultura familiar de assentados e de médios estabelecimentos com gestão diferenciada na produção e certificação orgânica.

A cacauicultura baiana possui ainda um grande potencial de conciliar as produções florestal e a movelaria fina com a produção de amêndoas. O uso de madeira desvitalizada (morta) e de madeira de espécies exóticas – jaqueira, cajazeira, jenipapeiro, seringueiras decadentes e as duas espécies de eritrina introduzidas, por exemplo – é uma forma de reduzir a densidade arbórea excessiva no sistema cabruca. O corte seletivo desses indivíduos exóticos ou sem vida é plenamente justificado do ponto de vista do excesso de sombreamento sobre os plantios e gera renda adicional para o produtor – o abate de espécies nativas é protegido por lei (Sambuichi et al., 2012). Na região, existem apenas três empreendimentos licenciados para a fabricação de móveis de madeira desvitalizada e de madeira de espécies exótica, associada ao cultivo de nativas.

A possibilidade de parte da produção de amêndoas ser processada na fabricação de chocolate em pequenas plantas industriais levaria à geração adicional de renda e de ocupação. O cenário é favorável à expansão física da atividade, dadas as tendências de aumento de consumo de chocolates de altos teores e as possibilidades de recuperação de cacauais decadentes (Baiardi & Teixeira, 2010; Baiardi & Mello, 2013, 2016).

Espírito Santo

A cacauicultura no Espírito Santo está localizada no Município de Linhares (latitude 19° S, longitude 40° W). A área é de topografia plana e possui água na superfície e no subsolo. Os solos da lavoura cacauieira são gleissolos, e o sistema produtivo combina sombreamento menos denso com irrigação. O processo produtivo contempla as operações de formação de viveiro, preparo do terreno, que podem contemplar raleamento da mata ou plantio de espécies sombreadoras, plantio das mudas, adubação, capina, podas, controle fitossanitário, manutenção do sistema de irrigação, dotação de água, colheita e pós-co-

lheita, entendida como beneficiamento, que é a fermentação e a secagem. O Espírito Santo ainda não se recuperou da grave crise provocada pela infestação da vassoura-de-bruxa no início da década de 2000, em razão da demora em adotar tecnologias relacionadas ao material genético e às práticas fitossanitárias. Embora a irrigação tenha se generalizado em decorrência das condições excepcionais – às margens do rio Doce, em gleissolos onde é possível a captação ao fio d'água e poços de vazão elevada –, em alguns casos ela é implantada sem critérios técnicos e preceitos de sustentabilidade, muitas vezes sem a vegetação protetora das margens.

Apesar da irrigação, o efeito da infestação foi devastador sobre a produção. O Espírito Santo, mais propriamente o Município de Linhares, chegou no passado a obter rendimentos físicos médios equivalentes ao dobro do da Bahia, graças à irrigação, imprescindível por causa da precipitação média anual de 1.600 mm de chuva. Entretanto, a demora em atualizar técnicas de combate e/ou convivência com a vassoura-de-bruxa resultou em volumes de produção correspondentes à metade do obtido no passado.

O sistema de irrigação criteriosamente implantado, além do controle da umidade do solo, permite inserir fertilizantes na água (fertirrigação). No Espírito Santo, uma lavoura de cacau irrigada, com espaçamento de três metros entre as plantas (1.100 plantas por hectare), produz 150 arrobas/ha. Essa mesma lavoura sem irrigação produz a média de 40 arrobas/ha, valor próximo do encontrado na Bahia com algumas intervenções, como o raleamento arbóreo. Nos últimos anos, houve aumento da implantação de sistemas de produção irrigados a pleno sol, com árvores apenas para a proteção do excesso de vento, em áreas de latossolos afastadas das margens do rio Doce.

A avaliação que se faz é que a cacauicultura do Espírito Santo entra agora num processo de reestruturação produtiva com a colaboração da Ceplac e do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Como parte desse processo está a mudança de

material genético, o uso de defensivos, inclusive o Tricovab, um biofungicida, o que sugere adoção de práticas agroecológicas. O Espírito Santo, além da Bahia, foi um dos estados que mais investiram na produção de cacau *Fine Flavour* e na agroindustrialização em pequena e média escalas. Foi, inclusive, o primeiro estado a proteger seu território com tradição de cacauicultura por meio da Indicação de Procedência (IP) “Linhares”, reconhecida pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) – a primeira IP do estado na agricultura. No momento, 61% dos produtores se comprometeram a adotar práticas racionais de irrigação e controle fitossanitário, o que sinaliza a possibilidade de o Espírito Santo vir a recuperar posição de destaque na produção nacional. A mudança do comportamento do produtor capixaba é esperada em consequência dos estímulos de mercado (Baiardi & Mello, 2013, 2016).

Pará e Rondônia

Embora a planta *Theobroma cacao* seja considerada uma espécie americana, com presença na Amazônia desde tempos imemoriais, o plantio incentivado e o fomento sistematizado na região começaram na década de 1970. Na Amazônia, há uma diferença significativa de desempenho da cacauicultura entre os principais estados produtores, Pará e Rondônia, apesar de existir semelhança nos processos produtivos. Em Rondônia a produtividade média é de 600 kg/ha, ou 40 arrobas/ha; no Pará, ela alcança o dobro. Durante a crise de mercado de meados da década de 1980, com o preço médio da tonelada caindo de US\$ 2.500 para US\$ 800, no Pará o setor se recuperou mais rapidamente, apesar de ambos os estados terem sido duramente atingidos. Isso reforça a ideia de que a Amazônia Oriental exibiria melhores condições para a lavoura cacauífera do que a Ocidental e que o território paraense poderia ser considerado como o de maior potencial de expansão no Brasil (Canal Rural, 2016). Diante desses elementos, o que explicaria as diferenças, uma vez que em termos de meio físico não haveria grandes vantagens nem desvantagens?

Segundo Costa et al. (2006) e o Banco da Amazônia (Basa, 2017), as diferenças estariam na gestão, predominantemente familiar no caso do Pará. Isso levaria à redução do custo de produção, mas também a um manejo que visa ao maior rendimento físico. A estrutura agrária e o tamanho dos estabelecimentos também são apontados como vantagens para o Pará. Segundo analistas, essa estrutura se aproximaria mais do que acontece na Costa do Marfim, país africano que é o maior produtor e exportador mundial de cacau. Há também referências a iniciativas mais impactantes da parte do governo paraense, visto que lá a cacauicultura contou com o apoio do governo estadual por meio do Fundo de Apoio à Cacauicultura do Estado do Pará (Funcacau). Os recursos desse fundo podem eventualmente complementar o crédito agrícola, mas são também usados como ferramentas de política agrícola. O montante recolhido por meio de uma taxa sobre a comercialização das amêndoas é destinado à pesquisa e à qualificação da assistência técnica. O governo paraense tem dado também atenção à regularização fundiária nas áreas produtoras e atuado na questão do licenciamento ambiental, com vistas a promover a produção sustentável.

Outra novidade no estado é o envolvimento do poder local, das prefeituras, que se coligam com a Ceplac e com a Secretaria de Agricultura do governo estadual para promover um amplo programa de distribuição de sementes híbridas de qualidade. A vantagem comparativa do Pará tem levado gestores e *policy makers* a propor maiores incentivos para que o País conquiste a autossuficiência na produção para consumo interno e que volte a ser exportador. Em 2011, foi lançado o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Cacauicultura, do governo paraense em parceria com a Ceplac. A meta é dobrar a área cultivada dos atuais 110 mil hectares até 2019. A produção sofreria expressivo acréscimo, passando de 70 mil para 250 mil toneladas.

Apesar das vantagens apontadas, a produção no Pará se concentra no trecho da Transamazônica localizado no sudoeste do

estado, que responde por 60% da produção estadual. Essa área é dominada por nitossolos de alta fertilidade natural, cuja produção decresce depois do 13º ano de plantio (Ahnert, 2013, apud Instituto Cabruca, 2016), passando a ser necessária a adubação química, o que, em princípio, concorreria para elevar o custo de produção e reduzir a competitividade.

Outro aspecto que em tese restringe o objetivo de expansão ilimitada da lavoura de cacau no Pará é o fato de a safra se concentrar em quatro meses, o que sugere capacidade ociosa para um eventual parque moageiro, além de acarretar custo logístico de armazenamento alto para a indústria processadora. Nesse aspecto, a Bahia exibe vantagens comparativas, pois sua safra se distribui por nove meses, fato que, por si, faz com que os preços pagos aos produtores baianos, por produto equivalente, sejam maiores.

No quesito agregação de valor, é também crescente a preocupação com a qualidade do cacau no Pará, já existindo iniciativas de produção de cacau *Fine Flavour*, produção orgânica e agroindustrialização local. Porém, isso ocorre em escala menor do que na Bahia e no Espírito Santo (Canal Rural, 2016). No quesito da qualidade, o Pará historicamente não produzia cacau tipo I (Almeida, 1976) e, por isso, a Bahia e o Espírito Santo, pelo maior *know how* em produzir esse tipo diferenciado, puderam avançar mais rápido em relação à produção de cacau *Fine Flavour* e na agroindustrialização, conciliando mais facilmente essas atividades com o ecoturismo e o turismo rural, dada a logística e estrutura hoteleira já instalada.

Características dos sistemas produtivos

No Brasil, a cacauicultura é atividade consolidada em cinco unidades da Federação: Bahia, Espírito Santo, Rondônia, Amazonas e Pará. Em menor escala, ocorre no Maranhão, Pernambuco, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso. Há propostas de implantação da atividade no litoral de Sergipe, em consórcio com

espécies arbóreas. Apesar da cobertura comum de floresta úmida em clima equatorial e tropical, as variações de latitude vão desde 2 °S em Tomé-Açú, PA, até 19 °S em Linhares, ES, com mudanças de altitude de 18 m, no Pará, até 380 metros, na Bahia. Essas variações se refletem em pluviosidade, temperaturas e solos, que são determinantes na definição do manejo da lavoura, época da safra e ocorrência de fitoparasitas (Müller & Valle, 2007).

Outro aspecto a considerar é quanto aos solos, cuja variação de aptidão é significativa, com vantagem para os gleissolos de Linhares, os nitossolos do Pará e os chernossolos e luvisolos da Bahia (Resende et al., 2007). Contudo, na maior parte da área de cultivo do cacau, em todos os estados, predominam solos de aptidão média, como o latossolo vermelho-amarelo, latossolo amarelo e argissolo distrófico, havendo também solos de aptidão restrita, como os litossolos em Rodônia e na Bahia. Quanto à geomorfologia, as terras destinadas à cacauicultura são planas, com exceção da Bahia, com extensas áreas declivosas, o que dificulta a mecanização (Paiva & Araújo, 2007).

Essas condições sugeririam que os sistemas nos cinco estados (Bahia, Espírito Santo, Rondônia, Amazonas e Pará) fossem mais semelhantes em processos de produção e em rendimentos físicos. Mas isso não ocorre, o que pode ser explicado pela existência de condicionantes relacionadas aos meios físicos nos quais se deram a implantação dos cacauais e ao material genético, que interferem no desempenho das plantas, e condicionantes relacionadas à gestão do estabelecimento, ao capital humano e ao capital social. Todas as regiões produtoras, atendem às exigências fisiológicas do cacauero, que requer temperatura média anual superior a 21 °C, mínimo de 1.500 mm de chuvas bem distribuídas durante o ano e a altitude máxima de 600 m. Temperatura abaixo de 15 °C acarretam sérios problemas sanitários, principalmente com umidade relativa do ar acima de 80%. É desejável que os solos tenham pH de 5,5 a 6,5, drenagem de boa a moderada, profundidade

efetiva de mais de 100 cm, textura média e 60% de saturação por bases (Chepote et al., 2007).

O sombreamento é outra exigência do cacauero, que necessita de arborização para proteção da incidência direta e intensa de raios solares e de ventos fortes. Esse requisito é tanto mais relevante quanto mais nova for a planta (Müller & Valle, 2007). Na Bahia e no Espírito Santo, o sistema de produção ainda predominante é o cabruca, palavra que deriva do termo brocar, fazer buracos na mata para plantar o cacau, caracterizado pelo plantio do cacau sob a sombra das árvores da Mata Atlântica. É usado na área de produção cacauera do sul da Bahia há cerca de 300 anos. Ele é responsável por conservar parte da biodiversidade, dos solos e das águas e por manter sustentável a produção florestal de madeiras, sementes, óleos, resinas, flores e outros produtos não madeireiros. (Sambuichi, 2006).

Nesse ambiente, historicamente o cultivo do cacau ocorreu ao longo dos vales dos grandes rios – Pardo, Jequitinhonha, Salsa, Mucuri – e nos chamados boqueirões, que eram vales de rios, riachos e outros cursos d'água, com solos de melhor fertilidade e que proporcionavam um habitat propício ao desenvolvimento do cacauero (Miranda, 1938). Todo esse sistema de produção, praticado há quase três séculos no sul da Bahia, consolidou-se antes do Código Florestal Brasileiro (1964) e da Ceplac (1957), quando, então, se passou a recomendar o plantio de árvores exóticas para sombreamento, com preferência para as leguminosas, como a *Erythrina sp.*, originária da América Central. A partir de então, a cobertura do cacau tem sido por meio de espécies exóticas, plantadas depois da derrubada total da mata (sistema de derruba total) ou na mata preservada, apenas raleada, o cabruca. No primeiro caso, usa-se como sombreamento provisório bananeiras e como sombreamento definitivo, árvores de porte e grandes copas, como eritrina, cajazeira, gmelina e a farinha-seca (Mandarino, 1979). No cabruca, desmata-se apenas a vegetação subarbórea e faz-se ralea-

mento das árvores de porte. O sombreamento é proporcionado por espécies nativas.

Outra diferença entre os dois sistemas é que no cabruca tradicionalmente usam-se variedades de cacau trazidas do Pará há mais de duzentos anos, conhecidas como “comum” e pertencentes ao grande grupo genético forasteiro. No sistema de derruba total, o material genético é constituído por híbridos desenvolvidos pela Ceplac (Monteiro & Ahnert, 2007). Esse sistema, supostamente o mais avançado tecnicamente, inspira-se no paradigma da Revolução Verde. Com a nacionalização das políticas agrícolas e com a decisão de expandir a cacauicultura além dos limites da Bahia, o sistema de produção de derruba total foi difundido para outros estados, com algumas adaptações. No Pará e Rondônia, a eritrina e outras espécies exóticas foram, em algumas situações, substituídas por espécies de valor madeireiros, como o mogno e a teca. Entretanto, no entorno da rodovia Transamazônica, principal área produtora do Pará, as espécies recomendadas para o sombreamento nas condições da Bahia não se adaptaram bem. Isso fez com que se reduzisse a densidade arbórea a ponto de alguns cultivos passarem a não ter sombreamento. Na Bahia, não se prescinde do sombreamento: densidade menor em latossolos e argissolos de maior profundidade; e densidade maior em cambissolos, luvisolos e litossolos, que têm menor capacidade de armazenar e suprir água às plantas.

No Pará, o predomínio de nitossolos profundos, bem drenados e de alta fertilidade natural, proporciona cultivos com baixa densidade e alta produtividade. Contudo, esse sistema não proporciona as mesmas externalidades ambientais que os sistemas de produção praticados na Bahia, com destaque para o cabruca, embora no Pará destaca-se o Município de Tomé-Açu, que passou a produzir amêndoas de cacau, junto com outras lavouras, em sistemas agroflorestais e com múltiplas espécies.

A Bahia vem experimentando, em escala pequena, no extremo sul e na Chapada Diamantina, o plantio de cacau a pleno sol, com

árvores apenas nas bordas para a proteção contra o vento, com irrigação e algumas operações mecanizadas. Embora o rendimento físico seja bastante superior ao do plantio em sombreamento, há indícios de que esse sistema estressa a planta, reduzindo sua vida útil, e apresente custo de produção mais elevado para os insumos. Além disso, a relação insumo/produto é de 18 mil litros de água para produzir um quilo de amêndoas – a exigência da soja, por exemplo, é bem menor, três mil litros por quilograma. Esse fato, determinado em pesquisa, constitui um custo de oportunidade elevado quanto ao uso dos recursos hídricos. Nos meios empresariais e de pesquisa agropecuária, há cautela em relação a essa inovação, pois não haveria tempo suficiente para avaliar essa mudança no processo produtivo.

O sistema de produção cacau em consórcio com seringueira se mostra o mais promissor. Inicialmente ele surge como fruto da experimentação dos agricultores sul baianos, que insistiam em plantar os cacauzeiros entre as filas de seringueira, mesmo sem a recomendação da Ceplac (Virgens Filho et al., 1988). Pelo redesenho em termos de espaçamento, com filas duplas de seringueira entre quatro ou cinco fileiras de cacauzeiros, hoje o sistema é bastante promissor do ponto de vista econômico, apesar da baixa diversidade de espécies comparado ao sistema cabruca (Sambuichi et al., 2012). O mesmo pode ser implantado em áreas degradadas ou em áreas de cacauzeiros e eritrina, pela substituição da eritrina pela seringueira.

A Tabela 1 mostra a produção de amêndoas de cacau por estado. O participação do Pará tem aumentado.

Os dados mostram que Rondônia e o Espírito Santo perderam importância na comparação de 2016 com 2000. Os estados de menor relevância, juntos, mais do que triplicaram a produção, com a participação na produção nacional subindo de menos de 1% para 3% – ainda pouco expressiva, mas percebida. Esses dados sugerem que a região Amazônica, graças ao Pará, vem mostrando maior dinamismo na oferta de amêndoa seca para a indústria nacional.

Apesar do incremento de produção do Pará, ressalta-se que a cacauicultura baiana revela potencial de expansão, apesar de sua safra de 2016, considerada atípica em decorrência dos baixos índices pluviométricos. Essa expectativa se justifica pelo aumento da área plantada de cacau nos territórios do baixo sul e no vale do Jequiriçá (SEI, 2009). A possibilidade de recuperação da produção nacional de amêndoa de cacau baseia-se nos potenciais da Bahia e do Pará e na expressiva mobilização dos produtores que buscam participar também da fase de processamento da cadeia produtiva. Essa estratégia se tornou um imperativo de sobrevivência por ela permitir a internalização de benefícios. Em estudo sobre a economia cacauzeira no Pará, Costa et al. (2006) mostraram quão expressivos são os valores agregados com a industrialização da amêndoa de cacau (Tabela 2).

Tabela 1. Produção de cacau (t) – principais estados produtores.

Estado	2000	2005	2011	2016
Pará	28.278	38.119	63.739	85.826
Rondônia	17.729	19.719	17.486	5.276
Bahia	137.568	137.459	154.634	116.122
Espírito Santo	11.305	11.782	8.099	5.507
Outros	1.908	1.541	4.207	6.841
Brasil	196.788	208.620	248.165	214.065

Fonte: IBGE (2017).

Tabela 2. Análise do Valor Bruto da Produção – cacau.

Produto	t	R\$/t	VBP (R\$)	ICMS (R\$)	PIS (R\$)	Cofins (\$)
Amêndoa (1)	26,7	2.600,00	69.420,00	11.801,00	0,00	0,00
Liquor (2)	6,65	9.210,00	61.246,00	10.412,00	1.010,00	4.655,00
Manteiga (3)	2,66	16.100,00	42.826,00	7.280,00	707,00	3.255,00
Pó (4)	3,99	5.510,00	21.985,00	3.737,00	367,00	1.671,00
Subtotal (2) + (3) + (4)	-	-	126.057,00	21.429,00	2.084,00	9.581,00

Fonte: Costa et al. (2006).

Para 26,7 toneladas de amêndoas, arbitrada como se fosse uma batelada no processo produtivo da unidade fabril, na alternativa de vendê-la como matéria-prima, o VBP seria de apenas R\$ 69.420,00. O processamento dessa quantidade geraria 6,65 t de liquor, 2,66 t de manteiga e 3,99 t de pó de amêndoa, com VBP de R\$ 126.057,00, quase o dobro.

Segundo Conejero & Ponce (2012), há uma menor concentração de valor na fase agrícola, apenas 7%, enquanto o maior percentual, 74%, permanece com os fabricantes de chocolate. Para o autor, enquanto o agricultor vende as amêndoas por R\$ 5,00/kg, o preço do chocolate pode variar de R\$ 80,00/kg a R\$ 300,00/kg. Essa tendência de agroindustrialização do cacau em nível local tem sido recorrente em todos os estados brasileiros e é fruto da iniciativa do programa Plataforma Cacau, coordenado pela Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc), que buscou fomentar a inovação e o desenvolvimento de máquinas para fabricação de chocolate

em pequena e média escalas, e do Programa de Agroindustrialização da Cacaucultura, da Secretária de Agricultura do Estado da Bahia e da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Cacau do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2011). Nesse contexto, diversas marcas têm surgido, sendo incubadas em unidades produtivas pela Ceplac na Bahia, pela empresa fabricante de equipamentos, por estabelecimentos rurais na Bahia, no Pará e no Espírito Santo e até mesmo inseridas no meio urbano dessas regiões produtoras (Baiardi & Mello, 2013).

Análise dos agentes produtivos nas zonas produtoras

Os perfis dos agentes produtivos nas três macroáreas produtoras são distintos. A Tabela 3 resume a distribuição dos tipos de agente produtivo encarregado da gestão dos estabelecimentos (Baiardi & Mello, 2013).

Tabela 3. Agentes produtivos por estado produtor.

Estado	Patronal convencional/absenteísta	Patronal em grande escala e com gestão diferenciada	Patronal com gestão diferenciada e escala média	Familiar associado	Familiar isolado
Bahia - Mata Atlântica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Espírito Santo - Mata Atlântica	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Pará - Amazônia	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Rondônia - Amazônia	Sim	Não	Sim	Não	Não

Fonte: adaptado de Baiardi & Mello (2013).

Na Bahia, estima-se que do total de 16 mil estabelecimentos produtores de cacau, cerca de nove mil exercitem gestão familiar. Mas ainda existe o cacauicultor latifundiário absenteísta, que tende a desaparecer com a valorização da terra. Da mesma forma, tende a desaparecer, nesse caso, como um processo de dinâmica social, a agricultura familiar isolada, dado o crescimento de associações e cooperativas de produtores familiares. Com certo dinamismo em crescimento, aparece também o empresário de porte médio inovador e há o registro de poucos estabelecimentos patronais de grande escala que se modernizam. Todas as categorias são não absenteístas, inovadoras e exibem propensão a cooperar. Manifestam também planos de avançar nos estágios da cadeia produtiva, com vistas a participar mais vantajosamente dos processos de comercialização e agregação de valor. São inúmeros os casos de surgimento de iniciativas de produção do cacau *Fine Flavour*, produção e certificação do cacau orgânico, certificação da ONG *Rain Forest* e de implantação de pequenas unidades de esmagamento da amêndoa e de produção de chocolate.

Na região Amazônica, há diferenças entre Pará e Rondônia. No Pará, há predominância de agricultura familiar, com áreas de plantio de 8 ha a 10 ha e que são geridas com razoável eficiência. A maior parte delas está associada a cooperativas, que visam, como na Bahia, controlar a comercialização e iniciar o estágio de agroindustrialização.

Análise comparativa dos custos de produção, do rendimento físico e dos impactos

Em relação ao processo produtivo – peculiaridades da produção, sistemas de gestão, rendimentos, custos e capacidade de gerar impactos sociais e ambientais –, as diferenças são pronunciadas entre as áreas produtoras. A principal delas refere-se ao sombreamento, preceituado na Bahia – por causa da resiliência aos impactos causados por déficits hídricos – e

relativizado nas outras áreas produtoras. Quanto ao sistema de gestão, o Pará leva vantagens – seguido pela Bahia – comparativamente ao Espírito Santo. Essa afirmação baseia-se no fato de que a gestão familiar na cacauicultura, a julgar pelos exemplos internacionais e ao que vem sendo obtido no Pará, é superior à gestão patronal.

Quanto à produtividade média, é visível a vantagem do Pará, atribuída ao manejo mais adequado e ao fato de a incidência da vassoura-de-bruxa ser menor em razão da dispersão dos aglomerados produtivos e do regime de chuvas, com uma estação seca definida, características que tornam eficiente o controle da doença, feito pela poda. As vantagens da Amazônia, leia-se Pará, podem desaparecer caso sejam seguidas as recomendações de Mandarino & Gomes (2009). A performance do Espírito Santo, entretanto, foi prejudicada em razão de o controle da vassoura-de-bruxa ter começado tardiamente. Caso se faça a renovação com clones resistentes e produtivos, em decorrência da possibilidade de irrigação, é possível que o rendimento físico da cacauicultura capixaba supere o das demais zonas produtoras.

Em relação ao custo de produção, tanto total quanto por unidade de produto, também são inequívocas as vantagens da região Amazônica, mais especificamente o Pará. A diferença pode ser atribuída ao menor dispêndio com calagem e fertilização, bem como aos menores custos fixos e variáveis. O Espírito Santo possui o custo total maior, decorrente do uso da irrigação, mas, como já lembrado, se no processo de reestruturação em curso houver emprego de clones resistentes e produtivos, isso pode elevar os rendimentos físicos, com redução do custo unitário de produção. Caso isso ocorra, como a área de produção capixaba está mais próxima do parque moageiro, é possível que o Espírito Santo se torne mais competitivo do que o Pará,

No quesito impactos sociais e ambientais, Bahia e Espírito Santo levam vantagens. Quanto aos sociais, isso ocorreria porque seus processos produtivos geram maior ocupação. Ambientalmente, a Bahia possui mais vantagem

por suas cultivares de cacau serem predominantemente em sistema agroflorestal, com cobertura mais densa, o que significa proteção da Mata Atlântica (Tabela 4). Dados do Instituto Cabruca, Ceplac e Universidade Estadual de Santa Cruz mostram que no cabruca hoje há, em média, 93 árvores por hectare, enquanto na década de 1970 era de apenas 76 árvores/ha (Alvim & Pereira, 1972). Do ponto de vista da biodiversidade, o sistema consegue conservar mais de 228 espécies vegetais nativas da Mata Atlântica como árvores sombreadoras do cacau, com índice de Shanom de 3,63 em média. Quanto ao sequestro de carbono, ele chega a manter 170 toneladas de carbono por hectare em média (Müller et al., 2012; Sambuichi et al., 2012).

O cultivo do cacauzeiro, no sistema cabruca se assemelha bastante ao ambiente de florestas secundárias da denominada Região Cacaueira quanto à influência sobre o clima. Estudo de Santos (2007) mostra que o cabruca se assemelha a uma floresta secundária nas seguintes medições: a) a capacidade de interceptação de água de chuva, respectivamente 12,2% e 12,6% da precipitação total; b) o escoamento de água pelo tronco é maior no cabruca do que na floresta secundária, respectivamente 0,1% e 0,3% da precipitação total; c) o cabruca possui a mesma eficiência da floresta secundária quanto à capacidade de armazenamento provisório de água pluviométrica, respectivamente 98,5% e 98,9%; e

d) o cabruca possui eficiência similar à da floresta secundária quanto ao controle do escoamento superficial, 1,1% e 1,5%, respectivamente.

Ainda em relação ao ciclo hidrológico, em um estudo que compara quatro sub-bacias hidrográficas com variados usos da terra na bacia do rio Santana, a sub-bacia do rio Santa Maria, composta de plantios de cabruca associados a remanescentes de floresta, mostrou similaridades do comportamento da lâmina de água dos rios ao da bacia do ribeirão Baixa Alegre, que possui maior cobertura florestal. Quanto às sub-bacias com atividades que exigem o corte raso da vegetação, caso da pecuária e da produção de lavouras temporárias, os indicadores revelaram maiores amplitudes do comportamento do nível da lâmina de água (Marques, 2008). Ressalta-se também o papel do sistema cabruca para o fluxo gênico de espécies da fauna. Faria et al. (2007) mostraram que para alguns grupos – morcegos e pássaros, por exemplo – foi encontrada maior abundância de espécies no sistema cabruca do que na Mata Atlântica primária.

Considerações finais

Este estudo mostra que, do restrito ponto de vista microeconômico, a cacauicultura na Amazônia, segundo os sistemas produtivos implantados no Pará, reúne mais vantagens comparativas do que os sistemas das demais zonas produtoras.

Tabela 4. Comparação dos sistemas nos biomas e estados produtores.

Sistema	Amazônia, Pará e Rondônia	Bahia - Mata Atlântica	Espírito Santo - Mata Atlântica
Tipo de cobertura	Rala	Densa	Rala
Sistema de gestão	Familiar predominante	Misto	Patronal predominante
Produtividade média (kg/ha)	850	450	350
Custo de produção (US\$/t)	1.800,00	2.000,00	2.200,00
Requerimentos de mão de obra (dh/ha/ano)	35	37	42
Impactos ambientais	Neutros a medianamente danosos	Altamente benéficos: conservação avançada da natureza e nível do estoque de carbono	Medianamente benéficos

Contudo, o trabalho de Mandarino & Gomes (2009) mostra que na Bahia – com homogeneidade clonal, raleamento da cobertura arbórea, poda orientada e uso de procedimentos racionais na adubação e controle de pragas e doenças – o sistema cabruca poderia gerar rendimentos físicos mais elevados que os alcançados no Pará.

Considerando que a cacauicultura da Bahia é a que mais adota preceitos de agroecologia, credenciando-a a ser sustentável, avalia-se que ela deva ser prioritariamente fomentada pelas políticas públicas e ser objeto de novas pesquisas. Alia-se ao argumento, o fato de haver uma crescente adesão à gestão familiar e uma busca por internalizar na área de produção o estágio de beneficiamento e produção de chocolate, com base em um tecido industrial descentralizado e de média e pequena escalas. Com isso, o cenário provável é que a Bahia venha a ter o sistema de produção de amêndoas de cacau mais comprometido com a preservação ambiental, com marcas de rendimento físico que garantam a viabilidade econômica e com uma orientação de inclusão social com perspectivas de prosperidade para os agentes envolvidos.

Quanto à produção de cacau no Brasil para o abastecimento interno e geração de excedentes exportáveis, o Pará, por sua maior organização e incentivos públicos, sinaliza despontar com um cenário promissor, com a meta de plantar 220 mil hectares até o fim da década. A Bahia, no entanto, possui atualmente médias de densidade arbórea muito altas para os padrões até mesmo da década de 1960 e área plantada de 565 mil ha, que, devidamente manejada, poderá, somente por adequação de sombreamento, produzir 250 mil toneladas em poucos anos, comparativamente ao Pará, cujo horizonte para tal meta é de maior prazo. A Bahia e o Espírito Santo têm realizados maiores esforços em relação a processos de agregação de valor. Pela maior proximidade com as regiões consumidoras de chocolate no País e pela história e infraestrutura logística, esses estados poderão tirar vantagens da agroindustrialização e da integração com o turismo.

Referências

- ALMEIDA, C.M.Z.C. de. Classificação, comercialização e qualidade do cacau paraense. **Cacau Atualidades**, v.13, p.21-26, 1976.
- ALVIM, P. de T.; PEREIRA C.P. Sombra e espaçamento nas plantações de cacau da Bahia. **Cacau Atualidades**, v.9, p.2-3, 1972.
- ASSAD, L. Uma oportunidade que (ainda) não se concretizou. **Ciência & Cultura**, ano 69, p.11-13, 2017. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252017000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 2 jan. 2018.
- BAIARDI, A. **Subordinação do trabalho ao capital na lavoura cacauzeira da Bahia**. São Paulo: Hucitec, 1984. 158p.
- BAIARDI, A.; MELLO, D.L.N. Análise comparativa de sistemas produtivos de amêndoa de cacau: litoral sul da Bahia, Mata Atlântica do Espírito Santo e Amazônia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 51., 2013, Belém. **Novas fronteiras da Agropecuária no Brasil e na Amazônia**: desafios da sustentabilidade: anais. Belém: SOBER, 2013. p.731-751.
- BAIARDI, A.; MELLO, D.L.N. Períodos na história da lavoura de cacau na Bahia, protagonismo e legitimação social dos agentes econômicos. **Revista do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia**, v.111, p.87-112, 2016.
- BAIARDI, A.; TEIXEIRA, F. **O desenvolvimento dos territórios do Baixo Sul e do Litoral Sul da Bahia**: a rota da sustentabilidade, perspectivas e vicissitudes. Salvador: [s.n.], 2010. 70p.
- BASA. **Banco da Amazônia S.A.** Disponível em: <<http://www.bancoamazonia.com.br/index.php/boletim-contexto-amazonico>>. Acesso em: 2 abr. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agenda estratégica**: 2010 – 2015: cacau. Brasília: MAPA/ACS, 2011. 43p.
- CAMARGO, S. O renascimento do cacau baiano: produtores tradicionais plantam e exportam variedades mais finas do fruto para espantar a maldição da vassoura-de-bruxa. **Revista PIB**, ano 5, p.24-32, 2012.
- CANAL RURAL. **Notícias**. Disponível em: <<http://agricultura.ruralbr.com.br/noticia>>. Acesso em: 16 set. 2016.
- CEPLAC. **Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/paginas/ceplac/ceplac.asp>>. Acesso em: 9 out. 2016.
- CHEPOTE, R.E.; SANTANA, S.O.; ARAÚJO, Q.R.; SODRÉ, G.A.; REIS, E.L.; PACHECO, R.G.; MARROCOS,

- P.C.L.; SERÓDIO, M.H. de C.F.; VALLE, R.R. Aptidão agrícola e fertilidade de solos para a cultura do cacau. In: VALLE, R.R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. Ilhéus: Ceplac, 2007. p.115-134.
- CONEJERO, M.; PONCE, R. Renascimento da cadeia produtiva. **AgroANALYSIS**, v.32, p.23-24, 2012.
- COSTA, G.S.; SANTOS, J.R.F. dos; SOUSA JÚNIOR, M.L. **Análise da cadeia produtiva do cacau no estado do Pará**. 2006. Disponível em: <www.faad.icsa.ufpa.br/admead/documentos/2>. Acesso em: 7 nov. 2016.
- FARIA, D.; PACIENCIA, M.L.B.; DIXO, M.; LAPS, R.R.; BAUMGARTEN, J. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.16, p.2335-2357, 2007. DOI: 10.1007/s10531-007-9189-z.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa 2011>. Acesso em: 8 mar. 2017.
- INSTITUTO CABRUCO. **Instituto Cabruca**. Disponível em: <http://www.cabruca.org.br/institucional.php>. Acesso em: 17 abr. 2016.
- MANDARINO, E.P.; GOMES, A.R.S. **Produtividade do cacau (Theobroma cacao L.) cultivados em blocos monoclonais, no sul da Bahia, Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2009. 30p. (CEPLAC. Boletim técnico, 197).
- MANDARINO, E.P. Cocoa implantation under forest thinned conditions of Bahia. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 7., 1979, DOUALA. **Proceedings**. Lagos: Cocoa Producers Alliance, 1979. p.31-36.
- MARQUES, A.C. **Bacia Hidrográfica do Rio Santana: influência das atividades antrópicas na dinâmica hidrológica**. 2008. 105p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- MELLO, D.L.N.; COUTO, M.T.P. do. Caracterização do Sistema Agroflorestal Cabruca, na Região de Ilhéus, Sul da Bahia. In: MAY, P.H.; TROVATTO, C.M.M. (Coord.). **Manual Agroflorestal para Mata Atlântica**. Brasília: MDA, 2008. p.174-177.
- MIRANDA, S. **Sombreamento dos Cacaueis**. Salvador: Livraria Duas Américas, 1938. 62p. (Instituto de Cacau da Bahia. Boletim técnico, 4).
- MONTEIRO, W.R.; AHNERT, D. Melhoramento genético do cacau. In: VALLE, R.R. (Ed.). **Ciência tecnologia e manejo do Cacau**. Itabuna: Vital, 2007. p.1-16.
- MÜLLER, M.W.; VALLE, R.R. Ecofisiologia do cultivo do cacau. In: VALLE, R.R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacau**. Itabuna: Vital, 2007. p.17-41.
- MÜLLER, M.W.; ZUGAIB, A.C.; MELLO, D.L.N. Adequação do Programa da Agricultura de Baixo Carbono – ABC à Cacaicultura. Brasília: Ceplac 2012. 62p. Nota técnica.
- PAIVA, A. de Q.; ARAÚJO, Q.R. de. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: VALLE, R.R. (Ed.). **Ciência tecnologia e manejo do cacau**. Itabuna: Vital, 2007. p.115-134.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5.ed. Lavras: Ed. da UFLA, 2007. 322p.
- SAMBUICHI, R.H.R. Estrutura e dinâmica do componente arbóreo em área de cabruca na região cacauífera do sul da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, p.943-954, 2006. DOI: 10.1590/S0102-33062006000400018.
- SAMBUICHI, R.H.; VIDAL, D.B.; PIASENTIN, F.B.; JARDIM, J.G.; VIANA, T.G.; MENEZES, A.A.; MELLO, D.L.N.; AHNERT, D.; BALIGAR, V.C. *Cabruca* agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. **Biodiversity and Conservation**, v.21, p.1055-1077, 2012. DOI: 10.1007/s10531-012-0240-3.
- SANTOS, E.S. dos. **Caracterização da interceptação da precipitação e do escoamento superficial em diferentes tipologias vegetais na bacia hidrográfica do rio Salomé - BA**. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Santa Cruz, Ilhéus.
- SEI. Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos da Bahia. **Indicadores Territoriais: Território de Identidade Vale do Jiquiriçá**. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/valedojiquirica.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2016.
- VIANA, T.G.; MELLO, D.L.N. **Participação brasileira “Salon du Chocolat” 2012**. Ilhéus: SEAGRI-BA; Instituto Cabruca, 2013. Relatório Técnico, convênio nº 059, 2013.
- VIRGENS FILHO, A. de C.; ALVIM, R.; ARAÚJO, A.C. de. Plantio de cacaueiros sob seringais adultos na região sul da Bahia. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 10., 1987, Santo Domingo. **Proceedings**. Lagos: Cocoa Producers Alliance, 1988. p.33-38.

O Programa Labex-USA da Embrapa

Geraldo B. Martha Jr.¹

A agricultura brasileira, considerada bastante atrasada até as décadas de 1960/1970, experimentou profundas mudanças – para melhor – a partir de então. A transformação de uma agricultura tradicional, de baixa produtividade, em uma punjante, moderna, e produtiva agropecuária foi possível em razão do crescente foco na ciência. Na década de 1980, o País já investia cerca de 1,2% do PIB setorial em pesquisa agropecuária, patamar de investimento atingido apenas nos últimos anos pelo agregado da economia brasileira (Brasil, 2018). Nos últimos 25 anos, o nível de investimentos em pesquisa agropecuária no Brasil tem estado próximo de 2% do PIB setorial (ASTI, 2018).

Com esse foco em ciência, a agropecuária brasileira tem trazido benefícios muito importantes para o País. Exemplificando, a disponibilidade per capita de alimentos – milho, arroz, trigo, feijão, soja – para a população brasileira saltou de 247 kg em 1970 para 867 kg em 2016 (Martha & Alves, 2018). Com crescente geração de excedentes, o Brasil se tornou o segundo maior exportador de produtos agrícolas, atrás somente dos Estados Unidos. Os resultados acumulados da balança comercial (exportações - importações) do agronegócio brasileiro, de mais de US\$ 1 trilhão desde 1997, em valores nominais, é importante fonte de receita para o País.

Por uma ótica social, as maiores taxas de crescimento da produção agrícola, em relação ao aumento das taxas de demanda, doméstica e

externa, permitiram que os preços deflacionados dos alimentos para a sociedade brasileira caíssem à metade desde a década de 1970. Tal efeito gerou expressivo efeito renda da demanda, que beneficiou principalmente a população mais pobre, cuja maior parcela do orçamento familiar é dedicada à compra de alimentos.

A transformação da agropecuária brasileira tem sido pautada em ganhos crescentes de eficiência. Pela ótica da produtividade total dos fatores, a produtividade setorial saltou de 0,17% na média de 1961–1970 para 3,15% na de 2001–2013 (USDA, 2016). A eficiência da agricultura brasileira também pode ser avaliada pelo nível de incentivos que ela recebe. Por exemplo, na média de 1995–2017, o nível de incentivos foi de apenas 1,6% da receita bruta em nível de fazenda. Comparativamente, e considerando o mesmo período, os níveis de incentivos médios recebidos pelas agriculturas americana, chinesa e europeia foram de 13,0%, 14,5%, 27,2%, respectivamente (OECD, 2018).

Cooperação internacional

Os desafios à competitividade e à sustentabilidade de uma agropecuária baseada em ciência não são estáticos nem triviais. O sucesso da busca por soluções, por maior resiliência (redução de risco) e por novas oportunidades para ampliar a renda no setor passam, portanto, pelo investimento no fluxo de inovação na ca-

¹ Pesquisador da Embrapa, coordenador do Programa de Cooperação Científica da Embrapa nos Estados Unidos (Embrapa, Labex-USA), 2015–2018. E-mail: geraldo.martha@embrapa.br

deia produtiva, cujo fundamento é um robusto sistema de pesquisa.

A experiência acumulada, no País e no exterior, tem mostrado que a interação entre países é chave para o processo de desenvolvimento das nações. Isso ocorre em razão dos resultados positivos resultantes da interação entre povos com diferentes heranças em termos de fatores geográficos, culturais, sociais e políticos, fundamentais ao desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias (Sowell, 2015). Desse modo, a interação entre as organizações públicas e privadas de pesquisa agropecuária não pode ser restrita às fronteiras do País. É preciso avançar para parcerias em nível internacional, junto com países que operam na fronteira do conhecimento. Assim, a cooperação internacional traz uma série de benefícios ao desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: 1) descortina novas possibilidades para o desenvolvimento e aplicação de conhecimentos e inovações às cadeias produtivas agropecuárias e afins; 2) reduz o custo da pesquisa, quando sinergias são identificadas, construídas e consolidadas; e 3) diminui o tempo da pesquisa e aquele necessário para a apropriação do conhecimento e/ou tecnologias de vanguarda pelo setor produtivo, o que, em última análise, contribui para o fortalecimento de sua competitividade e sustentabilidade.

Programa Labex-USA

Em suas primeiras décadas, a Embrapa promoveu um extenso e exitoso programa de fortalecimento do capital humano (Martha & Alves, 2018). Entre esses profissionais, surgiram líderes capazes de realmente contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias para a emergente agricultura fundamentada em ciência no Brasil. Paralelamente ao contínuo programa de fortalecimento de capital humano, a Embrapa foi paulatinamente ganhando experiência internacional em colaborações de diferentes graus de complexidade. Esses fatores, associados à qualificação do seu corpo técnico, permitiram à Empresa avançar como par em

pesquisas de ponta nas parcerias com centros de excelência no exterior. Assim, na década de 1990, a Embrapa promoveu uma importante inovação institucional, ao estabelecer seu Programa Labex – Laboratórios no Exterior.

O Labex foi pensado como um instrumento ousado, inovador e transparente para agilizar e intensificar a cooperação técnico-científica entre pares, no Brasil e no exterior, e para manter um fluxo rápido de informações sobre os avanços na fronteira da ciência e tecnologia em áreas estratégicas (Vieira & Pereira, 2005). Em 1998, a Embrapa implantou o Programa Labex-USA, nos Estados Unidos, em parceria com o Agricultural Research Service, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (e.g. USDA-ARS). Posteriormente, em 2002, a Embrapa estabeleceu o Programa Labex-Europa – Agropolis, Montpellier, França. Iniciativas mais recentes, de 2009 a 2011, avançaram as fronteiras do Labex para a Ásia com o Labex-China e o Labex-Coreia do Sul.

O financiamento nos anos iniciais do Programa Labex contou com projeto apoiado pelo Banco Mundial – Programa de Desenvolvimento Tecnológico da Agropecuária Brasileira (Prodetab). Um fator decisivo para o sucesso do Labex ao longo dessas últimas duas décadas tem sido a inserção dos pesquisadores brasileiros nos centros de pesquisa dos colaboradores internacionais. Além disso, o Labex tem facilitado a vinda de cientistas estrangeiros ao Brasil. No cerne dessa colaboração está a identificação de interesses comuns, o que propicia uma parceria exitosa para a geração de soluções tecnológicas relevantes para os países envolvidos.

Linhas de pesquisa estratégicas para o avanço do conhecimento, via Labex, são identificadas pelos processos de inteligência da Embrapa, que – aprovadas pela Diretoria-Executiva – lança editais abertos aos pesquisadores da Empresa. Os pesquisadores que se encaixam no perfil da pesquisa-foco e atendem às exigências explicitadas no edital, podem pleitear sua participação no programa. Com essa

estratégia, tem sido possível ao Programa Labex cumprir sua missão:

- 1) Fomentar o monitoramento da trajetória da fronteira do conhecimento e da inovação em áreas estratégicas para a agropecuária brasileira.
- 2) Avançar na pesquisa focada na geração de novos conhecimentos e tecnologias, geralmente na fronteira do conhecimento.
- 3) Descortinar oportunidades de cooperação entre grupos de excelência da pesquisa brasileira operando em áreas estratégicas de ponta e redes de excelência (públicas e privadas), com interesses similares, no exterior.
- 4) Fortalecer as ligações entre ciência e política, apoiando diferentes áreas do governo brasileiro, em particular o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Adicionalmente, haverá maior abertura e penetração diante de interlocutores e tomadores de decisão não tradicionais quanto à pesquisa agropecuária, com possibilidades de novas parcerias com os setores público e privado.

Pesquisa no Labex-USA

As ações do Labex-USA são alinhadas com o Plano Diretor da Embrapa. Nas duas últimas décadas, suas pesquisas em colaboração com parceiros no exterior têm contribuído com aportes de conhecimentos e tecnologias que beneficiam diferentes elos das cadeias produtivas agropecuária do Brasil.

O tempo de maturação da pesquisa agropecuária é de médio a longo, ou seja, entre a concepção de um problema a ser atacado pela pesquisa e o resultado passível de aplicação no mercado (inovação), transcorre, facilmente, uma década. Ressalvas feitas, exemplos aplicados da pesquisa do Labex-USA já foram observados nas cadeias produtivas agropecuárias brasileiras. Em agricultura de precisão, citam-se as

contribuições para o estabelecimento de zonas homogêneas para o manejo de nutrientes e o desenvolvimento de sensores de reflectância ativos para o manejo em tempo real de nitrogênio. Em nanotecnologia, destacam-se colaborações que permitiram à Embrapa avançar no desenvolvimento de novos produtos, como plásticos biodegradáveis, filmes comestíveis, hidrogéis para liberação controlada e novos materiais para sensores de sabor e aroma. Em virologia, a pesquisa no âmbito do Labex-USA foi protagonista no avanço do conhecimento com foco no controle e erradicação de doenças, sendo um de seus principais desdobramentos a produção da vacina para o vírus influenza H1N1, utilizada em suínos globalmente.

Fronteira do conhecimento e da inovação

Algumas linhas de pesquisa de elevada prioridade identificadas pelo Labex-USA, para o avanço do conhecimento, competitividade e sustentabilidade das cadeias produtivas agropecuárias brasileiras, são estas:

- 1) Biologia avançada – faz uso de ferramentas avançadas (edição genômica, engenharia genética) para a obtenção de diferentes conhecimentos e tecnologias, como aumento da produtividade, maior resiliência a fatores bióticos e abióticos, ampliação das possibilidades de adição de valor, aceleração do processo de melhoramento genético e entendimento do microbioma em diferentes ambientes.
- 2) Transformação digital na agricultura – envolvendo big data e suas várias aplicações, agricultura de precisão, internet das coisas, inteligência artificial, “machine learning”, blockchain.
- 3) Modelagem avançada – considera diversas áreas do conhecimento (recursos hídricos, solo, produtividade vegetal e animal, sistemas agropecuários e flores-

tais, economia) para apoiar a tomada de decisão pública e privada em diferentes níveis.

- 4) Ampliação do valor adicionado dos produtos agropecuários – considera diferentes estratégias em termos de conhecimentos e tecnologias para a obtenção de produtos e processos de maior potencial de adição de valor.
- 5) Intensificação sustentável – sistemas de produção agropecuários e florestais com eficiência crescente no uso dos diferentes fatores de produção, com reduzidos impactos negativos sobre o meio ambiente e com robustez quanto a variações dos preços relativos, o que viabiliza, assim, a ampliação da renda no campo.

Referências

ASTI. **Agricultural Science and Technology Indicators:** Open-access data and analysis on agricultural research investment and capacity in low- and middle-income countries. Disponível em: <<https://www.asti.cgiar.org/data/>>. Acesso em: 31 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Recursos aplicados:** Indicadores consolidados. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/RecursosAplicados-CeT.html>. Acesso em: 31 out. 2018.

MARTHA JR., G.B.; ALVES, E. Brazil's agricultural modernization and Embrapa. In: AMANN, E.; AZZONI, C.R.; BAER, W. (Ed.). **The Oxford Handbook of the Brazilian Economy**. New York: Oxford University Press, 2018. Chapter 15. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780190499983.013.15.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Producer and Consumer Support Estimates database**. Disponível em: <<http://www.oecd.org/tad/agricultural-policies/producerandconsumersupportestimatesdatabase.htm#country>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

SOWELL, T. **Wealth, Poverty and Politics:** an international perspective. New York: Basic Books, 2015. 336p.

USDA. United States Department of Agriculture. Economic Research Service. **International Agricultural Productivity**. Disponível em: <<https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>>. Acesso em: 5 maio 2016.

VIEIRA, L.F.; PEREIRA, P.A.A. Embrapa Labex: avançando com os donos do conhecimento. **Revista de Política Agrícola**, ano 14, p.52-62, 2005.

Instrução aos autores

1. Tipos de colaboração

São aceitos por esta revista trabalhos que se enquadrem nas áreas temáticas de política agrícola, agrárias, gestão e tecnologias para o agronegócio, agronegócio, logísticas e transporte, estudos de casos resultantes da aplicação de métodos quantitativos e qualitativos a sistemas de produção, uso de recursos naturais e desenvolvimento rural sustentável, não publicados nem encaminhados a outra revista para o mesmo fim, dentro das seguintes categorias: a) artigo de opinião; b) artigo científico; e c) texto para debates.

Artigo de opinião

É o texto livre, mas bem fundamentado, sobre algum tema atual e de relevância para os públicos do agronegócio. Deve apresentar o estado atual do conhecimento sobre determinado tema, introduzir fatos novos, defender ideias, apresentar argumentos e dados, fazer proposições e concluir de forma coerente com as ideias apresentadas.

Artigo científico

O conteúdo de cada trabalho deve primar pela originalidade, isto é, ser elaborado a partir de resultados inéditos de pesquisa que ofereçam contribuições teóricas, metodológicas e fundamentais para o progresso do agronegócio brasileiro.

Texto para debates

É um texto livre, na forma de apresentação, destinado à exposição de ideias e opiniões, não necessariamente conclusivas, sobre temas importantes, atuais e controversos. A sua principal característica é possibilitar o estabelecimento do contraditório. O texto para debate será publicado no espaço denominado Ponto de Vista.

2. Encaminhamento

Aceitam-se trabalhos escritos em Português. Os originais devem ser encaminhados ao Editor-Chefe (wesley.jose@embrapa.br).

A carta de encaminhamento deve conter: título do artigo, nome do(s) autor(es) e declaração explícita de que o artigo não foi enviado a nenhum outro periódico.

3. Procedimentos editoriais

a) Após análise crítica do Conselho Editorial, o editor comunica aos autores a situação do artigo: aprovação, aprovação condicional ou não aprovação. Os critérios adotados são os seguintes:

- Adequação à linha editorial da Revista.
- Valor da contribuição do ponto de vista teórico e metodológico.
- Argumentação lógica, consistente e que, ainda assim, permita contra-argumentação pelo leitor (discurso aberto).
- Correta interpretação de informações conceituais e de resultados (ausência de ilações falaciosas).
- Relevância, pertinência e atualidade das referências.

b) São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e os conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, o Editor-Chefe, com a assistência dos conselheiros, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações.

c) Eventuais modificações de estrutura ou de conteúdo, sugeridas aos autores, devem ser processadas e devolvidas ao Editor-Chefe no prazo de 15 dias.

d) Ao Editor-Chefe e ao Conselho Editorial é facultada a encomenda de textos e artigos para publicação.

4. Forma de apresentação

a) Tamanho – Os trabalhos devem ser apresentados no programa Word, no tamanho máximo de 20 páginas, espaço 1,5 entre linhas e margens de 2 cm nas laterais, no topo e na base, em formato A4, com páginas numeradas. A fonte é Times New Roman, corpo 12 para o texto e corpo 10 para notas de rodapé. Usa-se apenas a cor preta para todo o texto. Devem-se evitar agradecimentos e excesso de notas de rodapé.

b) Títulos, Autores, Resumo, Abstract e Palavras-chave (keywords) – Os títulos devem ser grafados em caixa baixa, exceto a primeira palavra, com, no máximo, sete palavras. Devem ser claros e concisos e expressar o conteúdo do trabalho. Grafar os nomes dos autores por extenso, com letras iniciais maiúsculas. O Resumo e o Abstract não devem ultrapassar 200 palavras. Devem conter síntese dos objetivos, desenvolvimento e principal conclusão do trabalho. As palavras-chave e keywords – de três a cinco palavras não contidas no título – devem ser separadas por vírgula.

c) O rodapé da primeira página deve trazer a formação acadêmica, a qualificação profissional principal e o endereço eletrônico dos autores.

d) Introdução – Deve ocupar no máximo duas páginas e apresentar o objetivo do trabalho, a importância e a contextualização, o alcance e eventuais limitações do estudo.

e) Desenvolvimento – Constitui o núcleo do trabalho, onde se encontram os procedimentos metodológicos, os resultados da pesquisa e sua discussão crítica. Contudo, a palavra Desenvolvimento não é usada para título dessa seção, ficando a critério do autor empregar o título mais apropriado à natureza do trabalho.

Em todo o artigo, a redação deve priorizar parágrafos com orações em ordem direta, prezando pela clareza e concisão de ideias. Deve-se evitar parágrafos longos que não estejam relacionados entre si, que não explicam, que não se complementam ou não concluem a ideia anterior.

f) Conclusões – Seção elaborada com base no objetivo e nos resultados do trabalho. Não pode consistir, simplesmente, do resumo dos resultados; deve apresentar as novas descobertas da pesquisa; e confirmar ou rejeitar as hipóteses formuladas na Introdução, se for o caso.

g) Citações – Quando incluídos na sentença, os sobrenomes dos autores devem ser grafados em caixa alta e baixa, com a data entre parênteses. Se não incluídos, devem estar entre parênteses, grafados em caixa alta e baixa, separados das datas por vírgula.

• Citação com dois autores: sobrenomes separados por “&” quando estiverem dentro ou fora de parênteses.

• Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor seguido da expressão et al. em fonte normal.

- Citação de diversas obras de autores diferentes: obedecer à ordem cronológica e, em seguida, à ordem alfabética dos nomes dos autores, separadas por ponto e vírgula.
- Citação de mais de um documento dos mesmos autores: não há repetição dos nomes dos autores; as datas das obras, em ordem cronológica, são separadas por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor do documento original seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Citações literais de até três linhas devem ser aspeadas, integrando o parágrafo normal. Após o ano da publicação, acrescentar a(s) página(s) do trecho citado (entre parênteses e separados por vírgula).
- Citações literais longas (quatro ou mais linhas) serão destacadas do texto em parágrafo especial e com recuo de quatro espaços à direita da margem esquerda, em espaço simples, corpo 10.

h) Figuras e Tabelas – As figuras e tabelas devem ser citadas no texto em ordem sequencial numérica, escritas com a letra inicial maiúscula, seguidas do número correspondente. As citações podem vir entre parênteses ou integrar o texto. As tabelas e as figuras devem ser apresentadas em local próximo ao de sua citação. O título de tabela deve ser escrito sem negrito e posicionado acima dela. O título de figura também deve ser escrito sem negrito, mas posicionado abaixo dela. Só são aceitas tabelas e figuras citadas no texto.

i) Notas de rodapé – As notas de rodapé (não bibliográficas) só devem ser usadas quando estritamente necessário.

j) Referências – Devem conter fontes atuais, principalmente de artigos de periódicos. Podem conter trabalhos clássicos mais antigos, diretamente relacionados com o tema do estudo. Devem ser normalizadas de acordo as adaptações da NBR 6023 de Agosto 2002, da ABNT (ou a vigente), conforme exemplos abaixo.

Devem-se referenciar somente as fontes usadas e citadas na elaboração do artigo e apresentadas em ordem alfabética.

Os exemplos a seguir constituem os casos mais comuns, tomados como modelos:

Monografia no todo (livro, folheto e trabalhos acadêmicos publicados)

COSTA, N.D. (Ed.). **A cultura do melão**. 3.ed. rev. atual. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 202p.

DUARTE, J. **Prosa com Eliseu**: entrevista a Jorge Duarte. Brasília: Embrapa, 2018.

Parte de monografia

SANTOS, J. de ARAÚJO dos. Intercâmbio de conhecimentos e novos desafios da fruticultura nas terras indígenas de Oiapoque. In: DIAS, T.; EIDT, J.S.; UDRY, C. (Ed.). **Diálogos de saberes**: relatos da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2016. Cap. 12, p.203-215. (Coleção Povos e Comunidades Tradicionais, 2).

Artigo de revista

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e; BRANDÃO, A.S.P. Por que os preços da cesta básica caíram? **Revista de Política Agrícola**, ano 19, 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. **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. Seção 1, 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. Seção 1, 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:

wesle.jose@embrapa.br – (61) 3448-2418
luciana.gontijo@agricultura.gov.br – (61) 3218-2292

Colaboração



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

