

VISÃO 2030

***O Futuro da
Agricultura Brasileira***



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

VISÃO 2030
O Futuro da Agricultura Brasileira

Embrapa
Brasília, DF
2018

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-1795
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Coordenação técnico-científica

Édson Luis Bolfe (Coordenador)

Silvia Kanadani Campos, Marcos Antonio Gomes Pena Júnior, Elisio Contini, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues, Carlos Augusto Mattos Santana, Daniela Biaggioni Lopes, Giani Tavares Santos da Silva, Gilmar Paulo Henz, Jefferson Luis da Silva Costa, Judson Ferreira Valentim, Livia Abreu Torres, Lúcio Brunale, Marisa Prado Gomes, Roberta Dalla Porta Gründling, Virgínia Gomes de Caldas Nogueira

Responsável pela edição

Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Supervisão editorial

Silvia Kanadani Campos

Marcos Antonio Gomes Pena Júnior

Édson Luis Bolfe

Revisão de texto

Jane Baptistone de Araújo

Normalização bibliográfica

Rejane Maria de Oliveira

Márcia Maria Pereira de Souza (CRB 1441)

Projeto gráfico e diagramação

Caê Turra Araujo

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa

Embrapa.

Visão 2030 : o futuro da agricultura brasileira. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

212 p. : il. color. ; 18,5 cm x 25,5 cm.

ISBN 978-85- 7035-799- 1

1. Desenvolvimento agrícola. 2. Desenvolvimento econômico. 3. Agroindústria. 4. Políticas públicas. 5. Cadeia produtiva. 6. Agricultura sustentável. I. Agropensa – Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa. II. Título.

CDD 630.72

Rejane Maria de Oliveira (CRB 1/2913)

© Embrapa, 2018

Colaboradores

Alberto Roseiro Cavalcanti
Alexandre Camargo Coutinho
Alexandre Costa Varela
Alexandre da Silva Resende
Alexandre de Oliveira Barcellos
Alexandre Hoffmann
Alexandre Lima Nepomuceno
Alexandre Morais do Amaral
Alitieni Moura Lemos Pereira
Amaury da Silva dos Santos
Ana Cristina Miranda Brasileiro
Ana Lúcia Atrasas
Ana Paula Dionisio
André Luis da Silva Lopes
André May
Angela Mehta dos Reis
Antonio Flávio Dias Ávila
Apes Roberto Falcão Perera
Ariovaldo Luchiarri Junior
Áurea Fabiana A. de Albuquerque
Austeclinio Lopes de Farias Neto
Beata Eموke Madari
Bruno dos Santos Figueiredo Brasil
Bruno Galveas Laviola
Bruno José Rodrigues Alves
Camilo Carromeu
Carlos Alberto Arrabal Arias
Carlos Alberto Barbosa Medeiros
Carlos Alberto da Silva
Carlos Augusto Mattos Santana
Carlos Bloch Júnior
Carlos Eduardo Pacheco Lima
Carlos Estevao Leite Cardoso
Cauê Ribeiro de Oliveira
Celso Luiz Moretti
Celso Vainer Manzatto
Christian Luiz da Silva
Christiane Abreu de Oliveira Paiva
Claudia Regina de Laia Machado
Claudio Takao Karia
Cleber Soares
Clênio Nailto Pillon
Clovis Oliveira de Almeida
Cynthia Cury
Daniel de Castro Victoria
Daniel Medeiros
Daniela Biaggioni Lopes
Daniela Matias de Carvalho Bittencourt

Daniela Tatiane de Souza
Daniella Lopes Marinho de Araujo
Danielle Alencar Parente Torres
Debora Pignatari Drucker
Ederson Jesus
Edilson Batista de Oliveira
Edméia Leonor Pereira de Andrade
Edna Maria Morais Oliveira
Edina Regina Moresco
Ednaldo José Ferreira
Edson Eyji Sano
Édson Luis Bolfe
Eduardo Caputi
Eduardo da Silva Matos
Eduardo Delgado Assad
Eduardo Francia C. Campello
Eduardo Romano de Campos Pinto
Elaine Cristina Cardoso Fidalgo
Élen Silveira Nalerio
Eliane Maria Ribeiro da Silva
Eliane Gonçalves Gomes
Elibio Leopoldo Rech Filho
Eliseu Alves
Elisio Contini
Eric Arthur Bastos Routledge
Erich Gomes Schaitza
Esdras Sundfield
Estefania Damboriarena
Evandro Vasconcelos Holanda Junior
Evaristo Eduardo de Miranda
Fabiano Mariath
Fábio Gelape Faleiro
Falberni de Souza Costa
Felipe Rodrigues da Silva
Fernanda Muniz Junqueira Ottoni
Fernanda L. de Almeida O´ Sullivan
Fernando Antonio Araújo Campos
Fernando do Amaral Pereira
Fernando Flores Cardoso
Fernando Luis Garagorry Cassales
Fernando Mendes Lamas
Fernando Rodrigues Teixeira Dias
Flávio Ávila
Frederico de Pina Matta
Geraldo Bueno Martha Júnior
Geraldo da Silva e Souza
Giampaolo Q. Pellegrino
Giani Tavares Santos da Silva

Gilceana Soares Moreira Galerani
Gilmar Paulo Henz
Gilmar Souza Santos
Giovanni Rodrigues Vianna
Guilherme Cunha Malafaia
Guilherme Julião Zocolo
Gustavo Barbosa Mozer
Gustavo Porpino de Araújo
Gustavo Ribeiro Xavier
Guy de Capdeville
Haron Abraham Magalhães Xaud
Helano Póvoas de Lima
Henriette M. Cordeiro de Azeredo
Hercules Antônio do Prado
Hugo Bruno Correa Molinari
Humberto Bizzo
Humberto de Mello Brandão
Idésio Luis Franke
Ieda de Carvalho Mendes
Iêdo Bezerra Sá Irineu Lorini
Isabel Rodrigues Gerhardt
Isaque Vacari
Ítalo Moraes Rocha Guedes
Ivanildo Evódio Marriel
Ivar Wendling
Ivo Baldani
Ivo Pierozzi Junior
Jalusa Deon Kich
Jamilsen de Freitas Santos
Janice Reis Ciacci Zanella
Jayme Garcia Arnal Barbedo
Jean Luiz Simões de Araujo
Jeanne Scardini Marinho Prado
Jefferson Luis da Silva Costa
Jerri Edson Zili
Joanicy Maria Brito Goncalves
João Carlos Garcia
João Flávio Veloso Silva
João Henrique Figueredo
João Ricardo Moreira de Almeida
Joelsio José Lazzarotto
Jorge Antonio Ferreira de Lara
Jorge Duarte
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Jorge Madeira Nogueira Junior
José Antonio Azevedo Espindola
José Luiz Bellini Leite
Jose da Silva Souza

José Fernando da Silva Protas
José Mauro Ávila Paz Moreira
José Rodrigo Pandolfi
Juan Diego Ferelli de Souza
Juarez Campolina Machado
Judson Ferreira Valentim
Julio Carlyle Macedo Rodrigues
Júlio César Dalla Mora Esquerdo
Julio Ferraz de Queiroz
Júnia Rodrigues de Alencar
Jurema Iara Campos
Juscimar da Silva
Keize Pereira Junqueira
Kelita Andrade
Kepler Euclides Filho
Kleber Xavier Sampaio de Souza
Klinger Aragão Magalhães
Krisle Silva
Ladislau Martin Neto
Laercio Duarte Souza
Leonardo Ribeiro Queiros
Leonardo Valadares
Lígia Souza Brandão
Lívia Abreu Torres
Lívia Pereira Junqueira
Lucas Tadeu Ferreira
Lucia Gatto
Luciana Nakaghi Ganeco Kirschnik
Lúcio Brunale
Luis Gustavo Barioni
Luiz Alexandre Nogueira de Sá
Luiz Fernando Duarte de Moraes
Luiz Fernando Severnini
Luiz Sergio de Almeida Camargo
Manoel Teixeira Souza Junior
Manoel Xavier Pedroza Filho
Marcelo Augusto Boechat Morandi
Marcelo Ayres Carvalho
Marcelo do Amaral Santana
Marcelo Hiroshi Hirakuri
Marcelo Nascimento De Oliveira
Márcia Helena Galina Dompieri
Marcia Mitiko Onoyama
Marcia Vizzotto
Marcio Carvalho Marques Porto
Marcio Elias Ferreira
Marco Antônio de Almeida Leal
Marcos Antonio Gomes Pena Júnior
Marcos Brandao Braga

Marcos Cezar Visoli
Marcos Renato de Andrade S. Esteves
Marcos Flávio Silva Borba
Maria Angelica de Andrade Leite
Maria Conceição Peres Young Pessoa
Maria de Lourdes M. Santos Brefin
Maria do Carmo Ramos Fasiaben
Maria do Rosário Lobato Rodrigues
Maria E. F. Correia
Maria Fernanda Moura
Maria Lúcia Simeone
Maria Ortiz A. Baptista Portes
Maria Regina Capdeville Laforet
Mariane Carvalho Vidal
Mariangela Hungria
Mariella Carmadelli Uzêda
Marília I. S. Folegatti Matsuura
Mário Alves Seixas
Marisa Prado Gomes
Marta dos S. F. Ricci de Azevedo
Mateus Batistella
Maurício Antônio Lopes
Mauro Celso Zanus
Milene da Silva Castellén
Milton Kanashiro
Mirian Eira
Myriam Tigano
Nádia Solange Schmidt Bassi
Nilton Tadeu Vilela Junqueira
Nilza Patrícia Ramos
Norma Rumjanek
Odílio B. G. Assis
Patrícia Menezes Santos
Patrícia P. Anchão de Oliveira
Patrícia Rocha Bello Bertin
Paula Regina Kuser Falcão
Paulo Roberto Galerani
Paulo do Carmo Martins
Pedro Abel Viera Júnior
Pedro Freitas
Pedro L. O. de A. Machado
Petula Ponciano Nascimento
Poliana Fernanda Giachetto
Priscila Zaczuk Bassinello
Rachel Bardy Prado
Rafael Vivian
Rafaella de Andrade Mattietto
Regina C. A. Lago
Regina Isabel Nogueira

Renata Avilla Paldes
Renata Bueno Miranda
Renato Cristiano Torres
Renato Cruz Silva
Renato da Cunha Tardin Costa
Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues
Renato Linhares de Assis
Renner Marra
Ricardo Augusto Dante
Ricardo Borghuesi
Ricardo Lopes
Ricardo Elesbão Alves
Richardson Silva Lima
Roberta Dalla Porta Grundling
Roberto Hiroshi Higa
Robson Barizon
Rômulo Penna Scorza Junior
Ronielli Cardoso Reis
Rosana Clara Victoria Higa
Rosângela Straliootto
Rossano Gambetta
Rui Alberto Gomes Junior
Ruy Rezende Fontes
Segundo Sacramento U. Caballero
Sérgio dos Anjos
Sílvia Kanadani Campos
Sílvia Maria Fonseca S. Massruhá
Sílvio Crestana
Sílvio Roberto Medeiros Evangelista
Simone de Souza Prado
Sônia Ternes
Soraya Carvalho Barrios de Araújo
Stanley Robson de Medeiros Oliveira
Susete do Rocio Chiarello Penteadó
Tatiana Deane de Abreu Sá
Thiago Teixeira Santos
Thomaz Fronzaglia
Valeria Pacheco Batista Euclides
Vania Beatriz Rodrigues Castiglione
Veronica Reis
Vinicius do Nascimento Lampert
Vinícius Pereira Guimarães
Virgínia Martins da Matta
Virgínia Gomes de Caldas Nogueira
Vitor Henrique Vaz Mondo
Vitor Hugo de Oliveira
Waldyr Stumpf
Washington Esteves
Ynaia Masse Bueno
Zander Navarro

APRESENTAÇÃO

A expansão da demanda mundial por água, alimentos e energia é fenômeno que ocorre há décadas, tendo se intensificado nos últimos anos, em decorrência do aumento populacional nos países em desenvolvimento, da maior longevidade, da intensa urbanização, do incremento da classe média, principalmente no Sudeste Asiático e das mudanças no comportamento dos consumidores. Projeta-se, como consequência desses fatores, o crescimento da demanda global por energia em 40% e por água em 50%¹ e a necessidade de expansão da produção de alimentos em 35%², até 2030.

Internacionalmente, muitos esforços estão sendo envidados para estabelecer uma relação mais equilibrada entre população e ambiente e os componentes de produção de alimentos e energia. Destacam-se os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos sob a coordenação da Organização das Nações Unidas (ONU), visando garantir, até 2030, um planeta mais próspero, equitativo e saudável. Agricultura e alimentação estão no centro dessa agenda mundial, e o Brasil está preparado para desempenhar um papel central no alcance das metas estabelecidas pelos países membros da ONU.

Nesse contexto, a agricultura brasileira terá um papel protagonista. Nas últimas cinco décadas, o país passou de importador de alimentos para um dos mais importantes produtores e exportadores mundiais, ali-

mentando aproximadamente 1,5 bilhão de pessoas no mundo. Os benefícios dessa condição possibilitam preços mais acessíveis aos consumidores, elevam a renda e a geração de empregos e impulsionam a participação da agricultura no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. A disponibilidade de recursos naturais, associada a políticas públicas, a competências técnico-científicas e ao empreendedorismo dos agricultores brasileiros foram fundamentais para esse desenvolvimento agrícola do País.

O Brasil continua investindo em processos de intensificação sustentável, com destaque para a produção de duas safras por ano em mesma área e para o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que incentiva o uso de tecnologias mais sustentáveis, tais como: recuperação de pastagens degradadas; integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); sistemas agroflorestais, sistema de plantio direto (SPD), fixação biológica de nitrogênio (FBN); florestas plantadas e tratamento de dejetos animais. Outras políticas e ações também fortalecem a sustentabilidade do meio rural, como a Política Nacional de Biossegurança, o Código Florestal e o Cadastro Ambiental Rural.

De fato, a agricultura passa por profundas transformações – econômicas, culturais, sociais, tecnológicas, ambientais e mercadológicas – que ocorrem em alta velocidade e em diferentes direções, as quais impactam de forma substancial o mundo rural. Dessa for-

¹ UN-Water (2017).

² Estimativas calculadas com base no estudo de Alexandratos e Bruinsma (2012). Expansão em 2030 em relação à produção média observada no período 2005-2007.

ma, para as próximas décadas, uma questão primordial relacionada ao planejamento estratégico das organizações públicas e privadas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) é analisar os principais sinais e tendências, antever transformações e contribuir para o delineamento estratégico da programação de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Isso é imprescindível para definir o ambiente e o foco de atuação para os próximos anos no intuito de elevar ainda mais o protagonismo da agricultura brasileira.

Com a preocupação de estar constantemente conectada a essas transformações e suas implicações em CT&I para a agricultura, a Embrapa tem aprofundado estudos de futuro por meio de uma rede interna de especialistas, vinculados ao Sistema de Inteligência Estratégica, o Agropensa. O conjunto mais recente de sinais e tendências globais e nacionais sobre as transformações na agricultura foram captados e analisados pela Embrapa e sua rede de parceiros, e deram origem a um grupo de sete megatendências: Mudanças Socioeconômicas e Espaciais na Agricultura; Intensificação e Sustentabilidade dos Sistemas de Produção Agrícolas; Mudança do Clima; Riscos na Agricultura; Agregação de Valor nas Cadeias Produtivas Agrícolas; Protagonismo dos Consumidores; e Convergência Tecnológica e de Conhecimentos na Agricultura.

Essas megatendências integradas, que apontam desafios para a agricultura do País, foram detalhadas no presente livro *Visão 2030: o Futuro da Agricultura Brasileira*. O sucesso competitivo e sustentável da agricultura alcançado nas últimas décadas precisa ser intensificado para que o País permaneça aproveitando suas vantagens comparativas e consiga assumir o papel de líder mundial no fornecimento de alimentos, fibras e energia.

A diversidade, pluralidade e heterogeneidade cultural, socioeconômica e ambiental do País é uma grande força competitiva e importante diferencial para irmos muito além da produção de commodities. O Brasil certamente tem potencial de produzir alimentos únicos, mais nutritivos e alinhados com as demandas dos mercados mais exigentes. As análises geradas neste documento contribuem para a tomada de decisões estratégicas da Embrapa e dos diversos agentes e atores de todos os elos das cadeias produtivas agrícolas, com vistas ao contínuo desenvolvimento sustentável do Brasil.

Maurício Antônio Lopes

Presidente

Celso Luiz Moretti

Cleber Oliveira Santos

Lúcia Gatto

Diretores

LISTA DE SIGLAS

- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal
- AEF - Agricultural Industry Electronics Foundation
- AEM - Avaliação Ecosistêmica do Milênio
- Amoled - *Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode*
- ANA - Agência Nacional de Águas
- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos
- Apex - Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
- APP - Área de Preservação Permanente
- Ater- Assistência técnica e extensão rural
- BGI - Beijing Genome Institute
- BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento
- C&T - Ciência e Tecnologia
- CAEs - Comitês Assessores Externos dos Centros de Pesquisa da Embrapa
- CAR - Cadastro Ambiental Rural
- CDB - Convenção de Diversidade Biológica
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
- CNUDS - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
- Conab- Companhia Nacional de Abastecimento
- Conabio - Comissão Nacional de Biodiversidade
- COP 13 - 13ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Bali, 2007
- COP 14 - 14ª Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica, Sharm El-Sheikh, 2018
- COP 18 - 18ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Doha, 2012
- COP 21 - 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Paris, 2015
- COP 23 - 23ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Bonn, 2017
- CRISPRS - *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat*
- CSA - Community Supported Agriculture
- CST - Câmara Setorial e Temática
- CT&I - Ciência, Tecnologia e Inovação
- Dieese - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
- Dnit - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EC - Equivalente carcaça
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética-
- EUA - Estados Unidos da América
- FAO - Food and Agriculture Organization
- FBN - Fixação Biológica de Nitrogênio
- Fiesp - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
- FMIS - *Farm Management Information System*
- Funai - Fundação Nacional do Índio
- GEE - Gases de efeito estufa
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ILPF - Integração lavoura-pecuária-floresta
- IoT - Internet das coisas
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change
- Labex - Laboratórios virtuais no exterior (Embrapa)
- Mapa - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- Matopiba - Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
- MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
- MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- Mercosul – Mercado Comum do Sul
- MMA - Ministério do Meio Ambiente
- MME - Ministério de Minas e Energia
- Mpog - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
- Moderinfra - Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem

Nasa - National Aeronautics Space Administration

NBIC - Nanotecnologias, Biotecnologias, Tecnologias da Informação, Ciências Cognitivas

NDC - *Nationally Determined Contribution*

NGS - *Next-Generation Sequencing*

Nutir - Núcleos Territoriais de Inovação e Referência Tecnológica

ODM - *Oligonucleotide Directed Mutagenesis*

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development

OGM - Organismo geneticamente modificado

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

OVM - Organismo vivo geneticamente modificado

P&D - Pesquisa e desenvolvimento

PD&I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PDA - Perda e desperdício de alimentos

PEA - População economicamente ativa

PGPAF - Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar

PHB - Polihidroxibutirato

PIB - Produto Interno Bruto

PLA - Políácido láctico

Plano ABC - Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura

PL - Projeto de Lei

PNBL - Programa Nacional de Banda Larga

PNC - Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

PPP - Paridade de poder de compra

PRA - Programas de Regularização Ambiental

Prada - Planos de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas

PRECIS - Providing Regional Climates for Impacts Studies

Proagro - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária

Pronasolos - Programa Nacional de Solos do Brasil

PSA - Pagamento por Serviços Ambientais

PSR - Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural

PTF - Produtividade total dos fatores

RCEs - Reduções Certificadas de Emissões

RCP - *Representative concentration pathways*

Rio+20 - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável

RL - Reserva Legal

SBSTA - *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*

Sealba - Sergipe, Alagoas e Bahia

SGDC-1- Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1

Sicar - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural

SIM - Secretaria de Inteligência e Macroestratégia

SIRE - Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Sisdagro - Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária

Sites - Sistemas de inteligência territorial estratégica

SFB - Serviço Florestal Brasileiro

SPD - Sistema Plantio Direto

TALEs - *Transcription Activator-Like Effectors*

TIC - Tecnologias da informação e comunicação

Tirfaa - Tratado sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura

TPP - Trans Pacific Partnership

UE - União Europeia

UMP - Unidades Mistas de Pesquisa

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

URT - Unidade de Referência Tecnológica

Usda - United States Department of Agriculture

Vant - Veículo aéreo não tripulado

WTO - World Trade Organization

Zarc - Zoneamento de Risco Climático do Brasil

ZFN - *Zinc Fingers Nucleases*

SUMÁRIO

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
TRAJETÓRIA DA AGRICULTURA BRASILEIRA	15
Evolução recente	15
Aspectos da demanda	24
Projeções dos mercados agrícolas	30
MEGATENDÊNCIAS	35
MUDANÇAS SOCIOECONÔMICAS E ESPACIAIS NA AGRICULTURA	40
Processos migratórios e as mudanças espaciais.....	42
Mudanças espaciais e aspectos socioeconômicos	48
Concentração da renda no campo	52
Escassez e elevação do custo da mão de obra	57
Concentração nos elos de processamento e distribuição	59
Análises espaciais e gestão territorial estratégica	61
Desafios.....	63
INTENSIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLAS	64
Acordos internacionais e marcos regulatórios para o desenvolvimento sustentável.....	66
Uso e conservação dos recursos naturais.....	70
Intensificação e eficiência de sistemas agrícolas	74
Sistemas agrícolas sustentáveis.....	76
Adequação ambiental das propriedades rurais.....	80
Serviços agroambientais	80
Redução de perdas e desperdício de alimentos	81
Desafios	83
MUDANÇA DO CLIMA	84
Vulnerabilidade, adaptação e mitigação.....	86
Compromissos internacionais.....	92
Fomento à ciência e tecnologia	93
Desafios	95

RISCOS NA AGRICULTURA	96
Perdas econômicas.....	98
Riscos associados	99
Gestão integrada de risco	101
Estratégias e ferramentas de gestão de risco	103
Desafios	105
AGREGAÇÃO DE VALOR NAS CADEIAS PRODUTIVAS AGRÍCOLAS	106
Alimentos, nutrição e saúde	108
Nanotecnologia, bionanocompósitos e biotecnologia.....	112
Bioeconomia	115
Novos materiais e processos	118
Automação	118
Indicação de procedência e denominação de origem.....	119
Desafios	120
PROTAGONISMO DOS CONSUMIDORES	122
As tecnologias da informação e comunicação e o empoderamento individual	124
Consumo de alimentos e nichos de mercados.....	127
Desafios.....	133
CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E DE CONHECIMENTOS NA AGRICULTURA	134
Desenvolvimento científico.....	136
Transformação digital	137
Biologia sintética e tecnologias em sistemas genéticos complexos	140
Bioinformática na análise e no compartilhamento de dados	143
Mercado digital	144
Desafios	147
O FUTURO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: MEGATENDÊNCIAS E O PAPEL DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO	148
REFERÊNCIAS	157
ANEXOS	180
GLOSSÁRIO	201

INTRODUÇÃO

Nas últimas cinco décadas, a ciência, a tecnologia e a inovação (CT&I), em conjunto com a disponibilidade de recursos naturais, as importantes políticas públicas, a competência dos agricultores e a organização das cadeias produtivas, tornaram o Brasil um grande protagonista na produção e exportação de produtos agrícolas. Esse desempenho do meio rural contribuiu significativamente para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do País. Na safra 2016/2017, o País alcançou seu recorde de produção de grãos e forneceu alimentos para o Brasil e para mais de 150 países em todos os continentes. A produção de origem animal e vegetal no meio rural ultrapassa 400 produtos provenientes da agricultura em suas diferentes escalas e tamanho de unidades produtivas. Como principais benefícios dessa condição agrícola, podem-se destacar a geração de empregos e de renda e os preços mais acessíveis dos alimentos aos consumidores brasileiros.

Em 2017, a balança comercial do agronegócio brasileiro registrou superavit de US\$ 81,7 bilhões (Agrostat, 2017). Contudo, a pauta de exportações do setor ainda é fortemente baseada em commodities. Além disso, em diversas cadeias produtivas, como a do café, o Brasil exporta grãos sem processamento e importa produtos processados, não aproveitando potenciais ganhos sociais e econômicos adicionais.

Além do potencial de gerar mais valor internamente, o País, embora tenha destaque como potência agrícola com forte preservação ambiental, pode alcançar importantes avanços no que diz respeito à sustentabilidade. A crescente

demanda mundial por água, alimentos e fibras, impulsionada pelo aumento da população nos países em desenvolvimento, da longevidade, do poder aquisitivo, da urbanização e pelos novos padrões de consumo, pressiona a agricultura para um desenvolvimento com uso mais controlado dos recursos naturais. Essa condição se consolida como indutora para que as organizações públicas e privadas de CT&I desenvolvam novos processos, métodos, sistemas e produtos com foco no incremento da segurança alimentar e da saúde, no intuito de reduzir os impactos ambientais e contribuir para a mitigação das desigualdades sociais e econômicas.

Considerando essas constantes transformações e suas implicações em CT&I para a agricultura, a Embrapa tem aprofundado suas ações em inteligência estratégica antecipativa. Desde 2012, estabeleceu o Sistema de Inteligência Estratégica, o Agropensa³, estruturado em dois pilares:

- Monitoramento permanente do ambiente externo, focando na captação constante de sinais e tendências e na elaboração de cenários e visões de futuro para a agricultura brasileira.
- Produção de informações que deem base à elaboração de estratégias para os mais diferentes atores e agentes de todos os elos das cadeias produtivas agrícolas, em especial a própria Embrapa.

No âmbito do Agropensa, a Embrapa lançou em 2014 o documento intitulado *Visão 2014-*

³ Embrapa. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/agropensa>>.

2034 – *O Futuro do Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura Brasileira* (Embrapa, 2014b), cujos principais resultados foram os desafios tecnológicos focados em seus potenciais impactos para a sociedade, os denominados “eixos de impacto” da Empresa: 1) avanços na busca da sustentabilidade; 2) inserção estratégica e competitiva na bioeconomia; 3) contribuições a políticas públicas; 4) inclusão produtiva e redução da pobreza; e 5) posicionamento na fronteira do conhecimento. Em 2016, apresentou a publicação intitulada *Cenários exploratórios para o desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira* (Martha Júnior et al., 2016), na qual foram delineados quatro possíveis cenários para a agricultura do País. Entre esses possíveis cenários, o que apresenta as maiores potencialidades de desenvolvimento do setor é aquele em que seríamos capazes de desenvolver papel protagonista na bioeconomia, gerando as tecnologias necessárias para tal⁴.

Com o objetivo de subsidiar a definição de novas ações estratégicas em CT&I no desenvolvimento da agricultura e contribuir até 2030 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pelas Nações Unidas, a Embrapa apresenta este documento intitulado *Visão 2030 : O Futuro da Agricultura Brasileira*, que contempla, de forma sucinta e estruturada, os resultados do monitoramento do ambiente externo e da produção de informações estratégicas para o apoio à tomada de decisões nos setores público e privado que atuam na agricultura do País.

O intuito da presente ação, consubstanciada neste livro, é apontar grandes conjuntos de sinais e tendências que conformarão as

⁴ Esse cenário foi denominado, no citado documento, de “Na crista da onda”.

cadeias produtivas agrícolas, consolidando as megatendências. Esses conjuntos não incorporam diretamente os aspectos incertos que poderão acarretar diferentes contornos aos potenciais caminhos futuros aqui apresentados. Apesar disso, os próprios sinais e tendências contêm em certa medida, os diferentes comportamentos do ambiente à frente. Com base nas definições de megatendência (Naisbitt; Aburdene, 1990; Marcial et al., 2017), neste estudo, essas são entendidas como agrupamentos de aspectos científicos, tecnológicos, socioeconômicos, ambientais e mercadológicos emergentes, denotando forças que se formam de maneira lenta, mas geram consequências que perduram por um longo prazo. Representam, assim, conjuntos de vetores de transformação mais fortemente interligados (seja de um ou de mais aspectos citados) que deverão impactar a agricultura brasileira no futuro. São elas:

Mudanças socioeconômicas e espaciais na agricultura

Foram reunidos aspectos relativos às alterações espaciais no mapa de produção agrícola brasileira, confrontados com aspectos socioeconômicos. As mudanças espaciais foram abordadas com base nas tendências de migração rural-urbana e de alteração entre regiões produtoras, bem como na análise sobre a incorporação de novas áreas para a produção agrícola. Alguns fenômenos socioeconômicos, em parte causadores dessas mudanças (com importantes impactos sobre a agricultura e a sociedade), e que potencialmente se intensificarão nos próximos anos, foram abordados, tais como: concentração da produção e da renda no campo; crescente influência de imperativos econômicos

sobre as atividades agrícolas; escassez de mão de obra; e elevação do custo do trabalho. Acrescenta-se ainda análise dos impactos da concentração nos elos de processamento e distribuição. Dada a complexidade do espaço rural e suas interações, a megatendência é finalizada com a discussão sobre análises espaciais e gestão territorial estratégica.

Intensificação e sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas

Diante da expectativa de crescimento da demanda em um ambiente com recursos naturais finitos, crescentes requerimentos legais ambientais pressionam a produção agrícola pela busca contínua por processos mais intensivos e sustentáveis, o que consolida essa megatendência. Foram apresentados os principais acordos internacionais e marcos regulatórios do desenvolvimento sustentável, com impacto na agricultura brasileira e na definição de protocolos e métricas de sustentabilidade. Nesse contexto, foram abordados ainda aspectos relacionados ao uso e à conservação dos recursos naturais, aos sistemas agrícolas mais sustentáveis e à redução de perdas e desperdícios. Considerando que os aspectos econômicos são a principal força motriz dessa grande tendência, a intensificação e a eficiência dos sistemas produtivos foram abordadas, ponderando ainda a questão dos *yield gaps*. Os aspectos de adequação ambiental das propriedades rurais e valoração dos serviços agroambientais fazem parte das forças consideradas nessa megatendência.

Mudança do clima

A mudança do clima consolida uma tendência de grande relevância em âmbito mundial

e nacional, em virtude dos potenciais impactos que apresenta sobre a produção de alimentos. Foram abordados aspectos referentes aos atuais debates e compromissos internacionais e perspectivas a eles atreladas, as questões de vulnerabilidade e adaptação das atividades agrícolas e a mitigação dos potenciais impactos. Dada a sua importância, os investimentos para o desenvolvimento de tecnologias associadas a sistemas de produção mais resilientes à mudança do clima em vários países têm aumentado, finalizando a análise dessa megatendência.

Riscos na agricultura

A dependência dos recursos naturais e dos processos biológicos confere maior rigidez ao processo produtivo e menor flexibilidade em decorrência de alterações de mercados ou na economia e, conseqüentemente, maiores riscos às atividades agrícolas. Aos riscos climáticos e de produção (bióticos), somam-se os riscos relacionados à gestão, ao mercado e ao ambiente institucional. Isso faz com que os gestores das atividades agrícolas precisem monitorar constantemente os riscos associados à agricultura, para que possam geri-los de maneira integrada, utilizando-se de adequadas estratégias e ferramentas inovadoras.

Agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas

São diversas as possibilidades para que as cadeias produtivas agrícolas agreguem valor a seus produtos e serviços, seja por meio da incorporação de características ou processos que levem os consumidores a perceberem maior valor nos produtos oriundos da agricultura, seja via estratégias de comunicação e marketing que consigam construir valor

percebido nos produtos ofertados. A importância de aspectos relacionados à nutrição e à saúde requer alimentos com características específicas, consolidando o nexo entre alimento e nutrição/saúde para incremento do valor ofertado. A riqueza da biodiversidade brasileira oferece outras oportunidades para agregação de valor, tais como explorar melhor o conceito de “brasilidade” e fortalecer a marca-país alinhada a produtos da agricultura nacional. O aprofundamento da bioeconomia e sua disponibilização de novos materiais e processos também representam oportunidade. Acrescenta-se a isso, o desenvolvimento das ciências de nanotecnologia, bionanocompósitos e biotecnologia, com suas tendências e possíveis impactos. Por fim, novos processos como indicação de procedência e denominação de origem oferecem amplas possibilidades para agregação de valor à agricultura brasileira.

Protagonismo dos consumidores

O crescimento exponencial das aplicações das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) faz com que os indivíduos tenham cada vez mais poder de influenciar as cadeias de produção de alimentos, e suas decisões de consumo de alimentos são pautadas em interações constantes com os agentes produtivos, o que, juntamente com os nichos de mercado em expansão, consubstanciam essa megatendência. Nesse contexto, há a convergência dos acelerados movimentos globais de intensificação do uso de plataformas digitais nas relações de consumo, da cocriação de produtos e serviços e do crescente acesso à informação por meios digitais. Serão cada vez mais valorizados alimentos seguros e com rastreabilidade, saudáveis e produzidos por meio de processos sustentáveis.

Convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura

O crescente uso de diferentes tecnologias convergentes envolvendo nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva como suporte ao desenvolvimento científico tem elevado o potencial de criação de produtos e processos disruptivos e de alto impacto. Considerando ainda a intensificação do mercado agrícola digital, tanto os avanços da biologia sintética e das novas tecnologias aplicadas a sistemas genéticos complexos, quanto a expansão da bioinformática na análise e no compartilhamento de dados científicos são caminhos que tendem a se alargar. Todas essas tendências encontram-se embasadas na intensa transformação digital que vem ocorrendo na agricultura.

O objetivo deste documento é, portanto, apresentar as megatendências identificadas e os grandes desafios delas derivados, e, ainda, analisar como poderá se configurar a agricultura brasileira nos próximos anos⁵. As análises geradas a partir do estudo contribuem para a tomada de decisões estratégicas da Embrapa e parceiros e para o maior desenvolvimento social, econômico e ambiental do Brasil.

⁵ Desde a implantação do Agropensa, a Embrapa vem evidenciando esforços para desenvolver um processo em que os sinais e as tendências observados no ambiente sejam rapidamente captados, analisados e internalizados. O intuito é que, com isso, seja possível ajustar, gradativamente, a visão de futuro da agricultura brasileira, em face das transformações tecnológicas, mercadológicas, entre outras, que possam ocorrer no decorrer do tempo. Esse processo recebeu o título-síntese de “visão que evolui”. Entende-se que, à luz das megatendências apresentadas aqui, devem ser analisados os “Grandes desdobramentos tecnológicos nas cadeias produtivas agropecuárias” delineados no documento *Visão 2014-2034* (Embrapa, 2014b, p. 69). Dessa forma, os potenciais comportamentos futuros do setor ali observados serão reavaliados, possibilitando maiores subsídios aos tomadores de decisão.

TRAJETÓRIA DA AGRICULTURA BRASILEIRA

Evolução recente

Nas décadas de 1960 e 1970, o Brasil vivia processos de industrialização e urbanização e de forte crescimento econômico, que, contudo, não encontravam correspondência no setor agrícola do País, caracterizado então por baixa produtividade. Parte considerável do abastecimento interno de alimentos provinha das importações. Por falta de tecnologia adaptada à produção tropical, os cerrados eram áreas marginais na produção agrícola. A migração rural-urbana se intensificava de maneira impressionante, fruto da imensa pobreza rural nacional.

Com o intuito de garantir segurança alimentar à população (crescentemente urbana) e reduzir os preços dos alimentos, o governo instituiu políticas para aumentar a produção e a produtividade agrícola, incluindo investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), extensão rural e crédito rural subsidiado (Chaddad, 2016). Além disso, os produtores rurais, com determinação para assumir riscos e empreender, tiveram papel preponderante para que o setor agrícola brasileiro experimentasse rápido desenvolvimento, tendo sido também importantes as diversas formas de organização dos produtores e das cadeias produtivas.

De fato, a organização e o intenso processo de modernização das cadeias produtivas do agronegócio fizeram com que os elos anteriores e posteriores às atividades agrícolas, como os de

produção de insumos, processamento e distribuição, apresentassem importância cada vez maior no Produto Interno Bruto (PIB).

Em 2016, o agronegócio como um todo representou 23,6% do PIB, (enquanto a produção agrícola per se respondeu por apenas 5% desse montante) e foi responsável por 45,9% do valor das exportações, gerando um saldo comercial de US\$ 71 bilhões (Projeções..., 2017). No mesmo ano, esse setor foi responsável por 19 milhões de pessoas ocupadas, o que representou quase metade (9,09 milhões) dos trabalhadores no segmento primário. A agroindústria e serviços empregaram, respectivamente, 4,12 milhões e 5,67 milhões de pessoas, enquanto 227,9 mil pessoas estavam ocupadas no segmento de insumos do agronegócio (Barros, 2017).

Como resultados dos esforços empreendidos pelo governo, pelas instituições de ciência e tecnologia (C&T), pelos agentes públicos e privados do setor e especialmente pelos produtores rurais, acentuados ganhos de produtividade no setor agrícola puderam ser observados, principalmente a partir da década de 1990.

Em termos agregados, enquanto a produção aumentou 4,5 vezes, a utilização de insumos avançou pouco mais de 15%, o que pode ser explicado pela evolução da produtividade total dos fatores (PTF), que cresceu quase quatro vezes entre 1975 e 2015 (Figura 1) (Gasques et al., 2017).

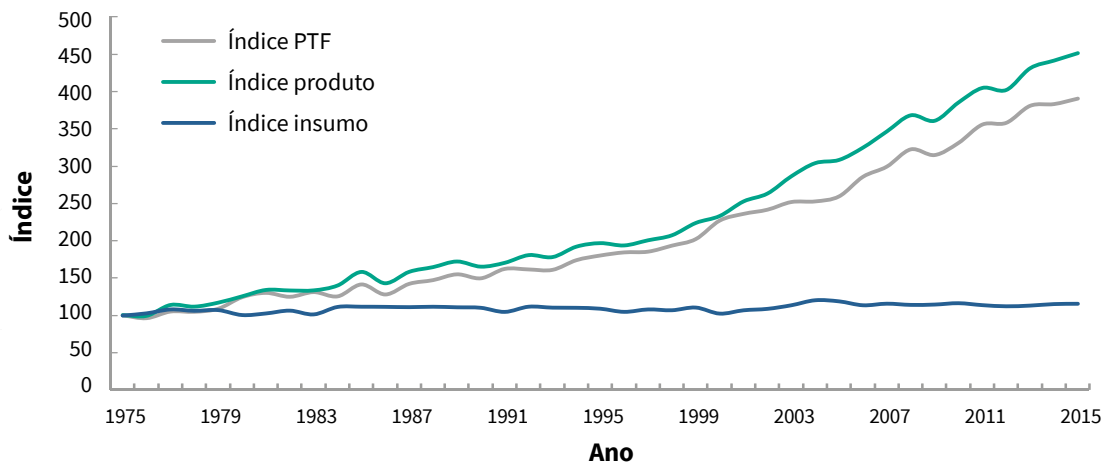


Figura 1. Índice da produtividade total dos fatores (PTF), do produto e do insumo, de 1975 a 2015. Fonte: Gasques et al. (2017).

Qualquer que seja o fator de produção avaliado (mão de obra, terra ou capital), observa-se forte incremento em suas produtividades: entre 1975 e 2015, a produtividade da mão de obra aumentou 5,4 vezes; a da terra 4,4; e a do capital teve um crescimento de 3,3 vezes (Figura 2).

Analisando a contribuição de cada um desses fatores de produção, observa-se que a tecnologia explica, em grande parte, essa evolução da produtividade. Quando se considera o período

entre 1975 e 2015, a tecnologia é responsável por 59% do crescimento do valor bruto da produção, enquanto terra e trabalho explicam 25% e 16% (Projeções..., 2017), respectivamente, do crescimento da produção. Especificamente no período entre 1995/1996 e 2005/2006, a importância da tecnologia é ainda maior, o que explica 68% do aumento do valor da produção. Terra e trabalho explicam respectivamente 9% e 23% (Alves et al., 2012).

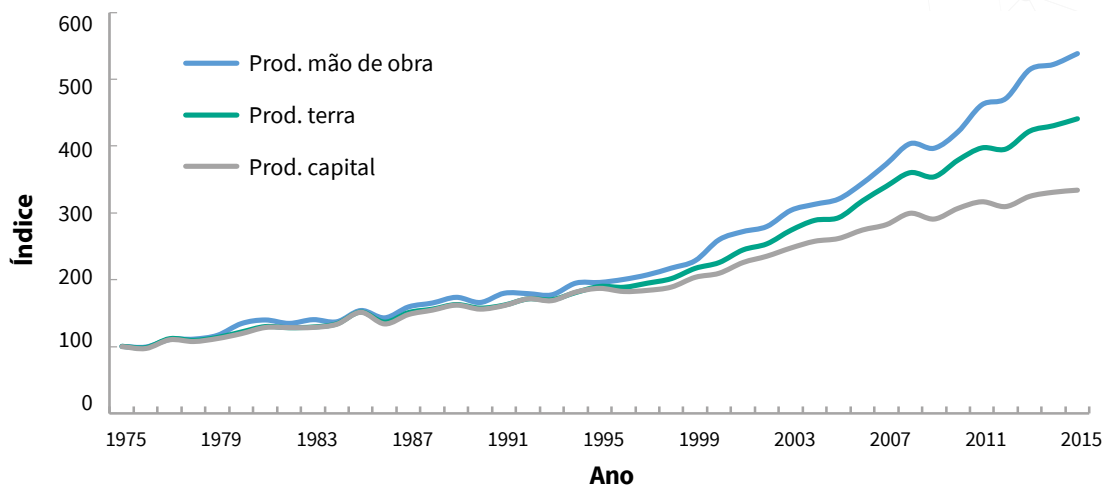


Figura 2. Índices da produtividade dos fatores de produção (mão de obra, terra e capital) na agricultura brasileira, de 1975 a 2015. Fonte: Gasques et al. (2017).

A partir da década de 1990, as políticas macroeconômicas de estabilização (controle da inflação e câmbio mais realista) e as maiores demandas interna e internacional devem ser consideradas também para explicar o crescimento do setor agrícola, que passou a ser o principal responsável

pele superavit da balança comercial brasileira. Entre 1990 e 2017, o saldo da balança agrícola do País aumentou quase dez vezes, alcançando, nesse último ano, US\$ 81,7 bilhões, valores que têm contribuído para o equilíbrio das contas externas do País (Figura 3).

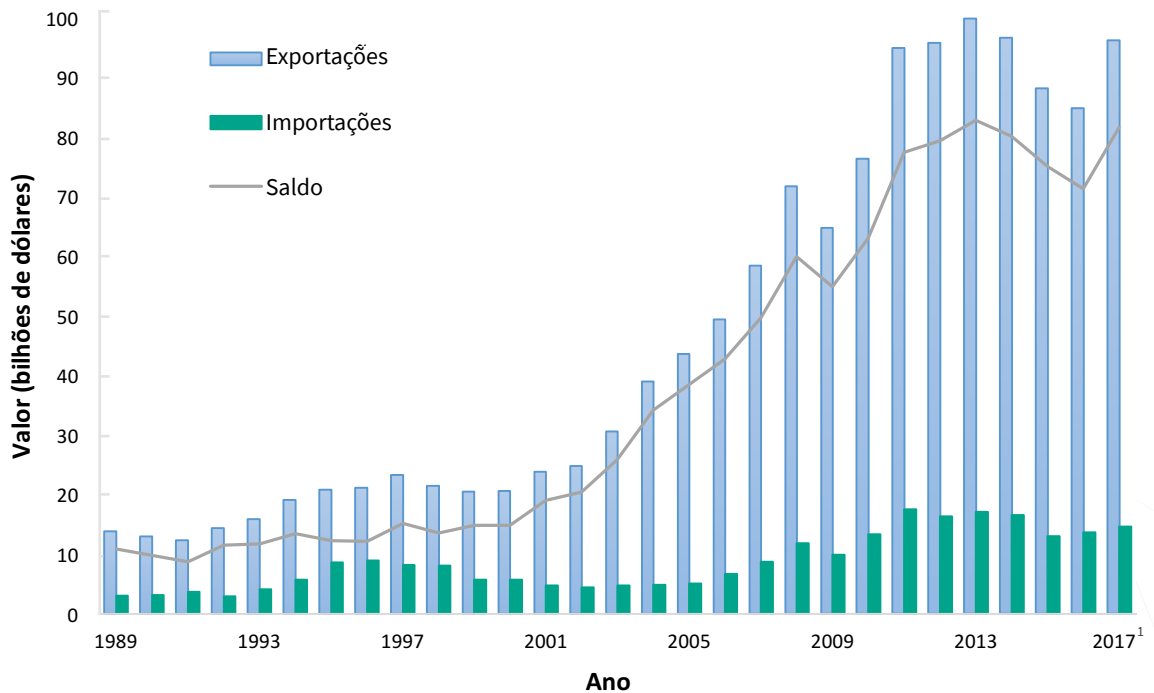


Figura 3. Importações, exportações e saldo da balança comercial do agronegócio brasileiro, de 1989 a 2017.

Nota: ¹ estimativa.

Fonte: Agrostat (2017).

À medida que esse processo foi se consolidando, o Brasil foi se transformando num grande *player* no negócio agrícola global. Entre 1977 e 2017, a produção de grãos⁶, que era de 47 milhões de toneladas, cresceu mais de cinco vezes, atingindo 237 milhões

(Figura 4), enquanto a área plantada aumentou apenas 60%. Entretanto, o maior impulso se deu a partir de 1990, em grande parte devido ao crescimento das exportações, que se tornaram a força motriz do crescimento recente da agricultura brasileira. O País é atualmente o principal exportador de suco de laranja, açúcar, café e carnes bovina, suína e de aves, e o 2º maior de soja e milho (Estados Unidos, 2017b).

⁶ Os grãos considerados referem-se a 15 produtos pesquisados mensalmente pela Conab. São eles: algodão – caroço, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale.

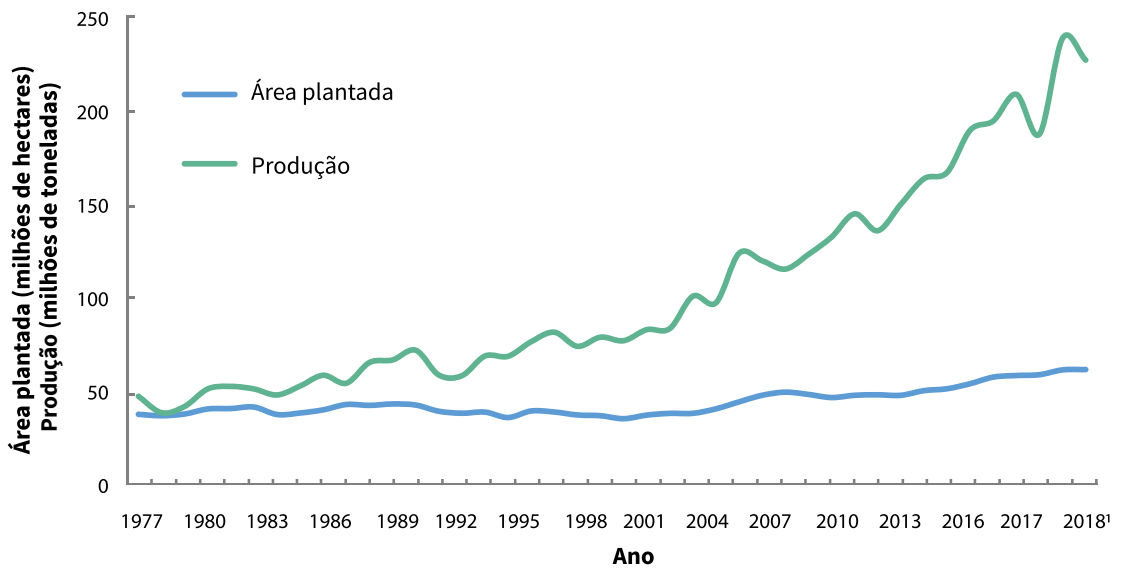


Figura 4. Área e produção de grãos de 1977 a 2018. Nota: ¹estimativa.
Fonte: Conab (2018).

O maior crescimento da produção em comparação à área pode ser visto por meio da evolução do rendimento médio das lavouras de arroz, feijão, milho, soja e trigo, no período de 1977 a 2018 (Figura 5). Em geral, os produ-

tos tiveram significativos aumentos de rendimento: trigo e milho (240%) e arroz (315%). Soja e feijão, que apresentaram os menores crescimentos, praticamente dobraram o rendimento no período analisado.

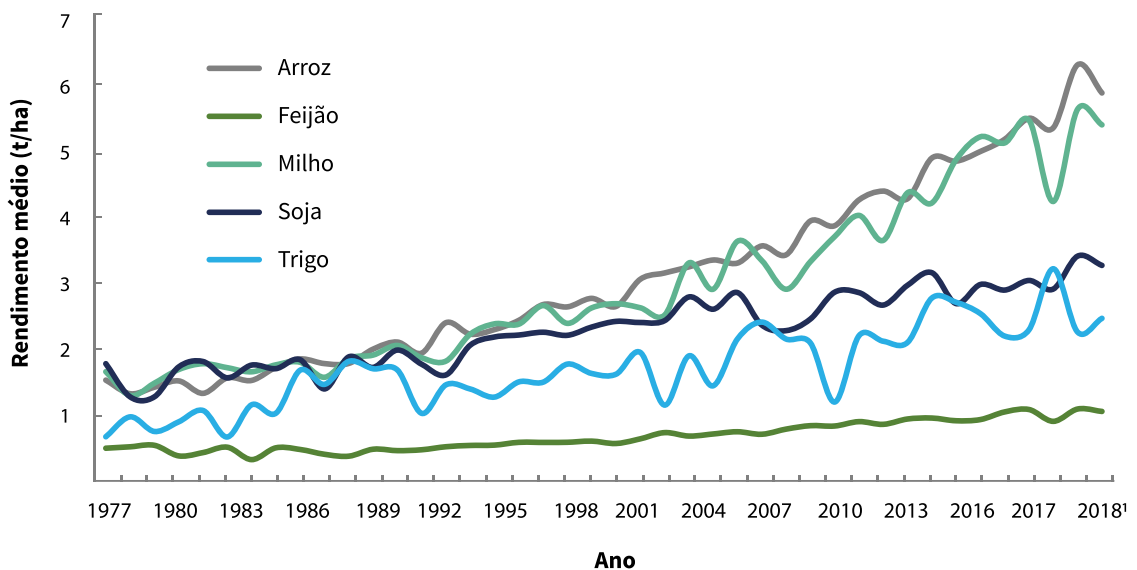


Figura 5. Rendimento médio (t/ha) dos grãos de 1977 a 2017. Nota: ¹estimativa.
Fonte: Conab (2018).

Embora tenha havido expressiva expansão da produção e da produtividade, a ocupação e o uso do solo demonstram que a agricultura brasileira, além de pujante, tem sido bem-sucedida na conservação do meio ambiente. A área total de terras ocupada e em uso no Brasil é de aproximadamente 30% (Figura 6), enquanto as Áreas de Preservação Permanente (terras indígenas, unidades de conservação) e as áreas em propriedades privadas separadas em função da legislação ambiental – como Reserva Legal (RL) e áreas de proteção – representam quase 50% do território brasileiro. Somando-se a vegetação nativa em terras não cadastradas, esse percentual chega a 66% (Miranda, 2017). As lavouras e florestas plantadas ocupam apenas 9% do território; as pastagens plantadas, 13%; e as nativas, 8%.

No caso da bovinocultura de corte, o efetivo mais do que dobrou nas últimas quatro décadas, enquanto a área de pastagens teve pequeno avanço e até diminuiu em algumas regiões. O crescimento da produtividade explica-se, principalmente, pelo aumento substancial da proporção de pastagens plantadas com cultivares de gramíneas e leguminosas com maior produtividade e qualidade e adaptadas aos diferentes ambientes brasileiros. Esse processo é reflexo também do melhoramento genético animal e da adoção de boas práticas pecuárias, resultando no aumento do ganho de peso dos animais, na diminuição da mortalidade, no aumento das taxas de natalidade e também na expressiva diminuição da idade no abate, com forte me-

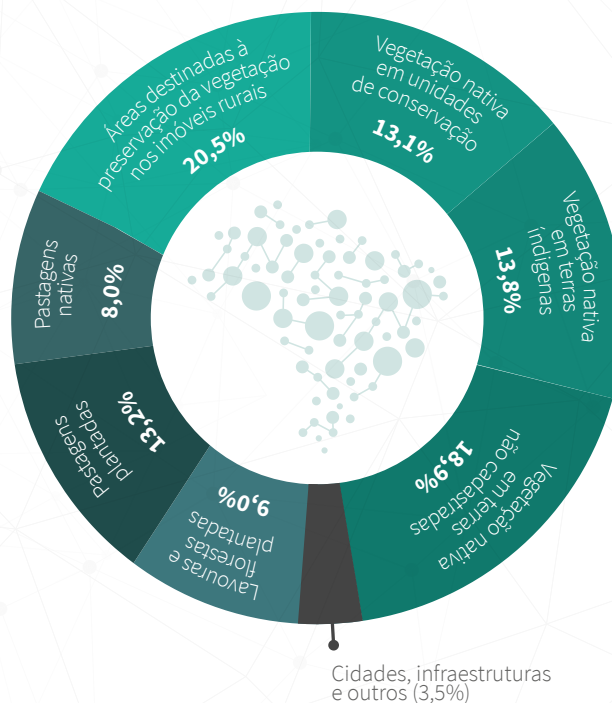


Figura 6. Ocupação e uso das terras no Brasil em 2017. Nota: dados calculados e estimados pelo Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (GITE)/Embrapa, em maio de 2017, à partir do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), da EMBRAPA, do IBGE, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Fundação Nacional do Índio (Funai), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Dnit), da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (Mpg).

Fonte: Miranda (2017).

hora nas taxas de desfrute do rebanho (Menezes et al., 2016), que evoluiu de 15% para 25% no mesmo período. De fato, entre 1950 e 2006, a produtividade animal explicou cerca de 80% do aumento da produção pecuária. A maior parte (65%) desse aumento da produtividade pode ser explicada pelo ganho de peso por animal (kg de equivalente carcaça (EC) por cabeça), e o restante (35%) pela taxa de lotação (cabeças por hectare) (Martha Júnior et al., 2012).

O Brasil figura atualmente como um dos principais players mundiais na produção e no comércio de carnes

No setor de carne bovina, é o 2º maior produtor, atrás apenas dos Estados Unidos, e o principal exportador, com previsão de exportações de 1,9 milhão de toneladas de equivalente carcaça em 2017 (Estados Unidos, 2017b).

Os setores de avicultura e suinocultura são caracterizados pelo dinamismo da cadeia e pelo uso intensivo de tecnologias. Além de evidenciarem a pujança do agronegócio brasileiro, sinalizam para um conjunto de mudanças sociais, econômicas, político-institucionais e tecnológico-produtivas que poderão ocorrer em outras regiões rurais onde a dinâmica agrícola se instalar (Navarro; Campos, 2013).

A avicultura, que, até 1950, era uma atividade voltada para subsistência, tornou-se rapidamente comercial. Entre 1950 e 1970, o setor foi caracterizado pela entrada de empresas processadoras no mercado e, já naquela época, pela adoção do sistema de integração vertical, com técnicas de produção intensiva e o desenvolvimento de genética adaptada. Entre 1970 e 1990, iniciou-se o processo de concentração do capital, acompanhado por um pacote de inovações tecnológicas, por novas linhagens de matrizes e modernos equipamentos nos setores de criação, abate e processamento. A partir de 1990, com a abertura da economia latino-americana, o setor foi exposto à concorrência mundial, o que obrigou as agroindústrias a redefinirem suas estratégias empresariais e reorganizarem a base agroindustrial da cadeia produtiva do frango (Rodrigues et al., 2014).

A modernização da produção⁷ levou a um aumento expressivo da oferta de carne de frango (Figura 7), que passou de 217 mil toneladas em 1970 para 12,9 milhões de toneladas em 2016 (Espíndola, 1999), consolidando o Brasil como o maior exportador mundial dessa proteína (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017b). O rebanho de aves aumentou expressivamente em todas as regiões brasileiras, com destaque para o Sul, responsável por 76% das exportações de carne de frango. Cabe destacar que, a partir dos anos de 1990, o Centro-Oeste foi a região que mais recebeu investimentos do segmento avícola, devido à procura por regiões com maior produção

⁷ Em 1970, os frangos brasileiros precisavam de 49 dias para atingir 1,7 kg. Atualmente atingem peso médio de 2,60 kg em cerca de 35 dias. Houve também significativa melhora no índice de conversão alimentar, em decorrência de avanços genéticos, melhorias de manejo e bem-estar animal e nutrição. Em meados de 1970, eram necessários 2,15 kg de alimento para produzir 1 kg de peso corporal, e dados de 2009 indicam que esse número diminuiu para 1,84 kg (Patrício et al., 2012).

de grãos⁸ (Belusso, 2010). Entre 2000 e 2010, a participação dessa região na produção nacional de carne de frango passou de 8,4% para 14%, enquanto a região Sul apresentou redução de 64,4% para 59,5% e a região Sudeste passou de 24,9% para 22,4% (Costa et al., 2015). Em 2016, a região Centro-Oeste já respondia por 15,16% do abate de frangos no Brasil (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017c).

Por sua vez, no que se refere à intensificação produtiva, a suinocultura passou por um processo semelhante, apesar de isso ter ocorrido um pouco mais tarde. Com a entrada de animais híbridos na década de 1970, o melhoramento genético de suínos teve um grande salto. A partir de então, o setor passou por profundas alterações tecnológicas, visando ao aumento de produtividade e à redução dos custos de produção. Pressionados pelas exigências do consumidor por uma carne com menos gordura, técnicos e criadores passaram a desenvolver, por meio de programas de genética e nutrição, um suíno com massas musculares proeminentes – especialmente em carnes nobres como o lombo e o pernil – e com menores teores de gorduras na carcaça. Atualmente o suíno apresenta de 55% a 60% de carne magra e de 1,0 cm a 1,5 cm de espessura de toucinho (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017a). Essa evolução foi também evidente nas áreas de sanidade, manejo e instalações.

Na década de 1970, os suínos alcançavam peso de abate somente após 200 dias e

conversão alimentar acima de 3,50⁹ (Lopes, 2005). Por sua vez, em 2017, passam a atingir o peso de abate com 150 dias de idade e conversão alimentar abaixo de 2,2¹⁰. Nesse mesmo período, o tamanho da leitegada passou de cerca de 10 leitões nascidos por parto, em 1970, para 12,5 (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017b). Também se registrou um grande aumento na produção de carne suína (Figura 7), que passou de 705 mil toneladas, em 1970, para 3,7 milhões de toneladas em 2017, consolidando o Brasil como o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017b). Em 2016, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste respondiam por 69,3%, 16,27% e 14,3%, respectivamente, do abate de suínos no Brasil, e as exportações do setor totalizaram 732,9 mil toneladas, gerando uma receita de US\$ 1,483 bilhão (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017c).

Em suma, o setor de carnes brasileiro apresentou expressivo aumento da produção entre 1975 e 2017, com destaque para a produção de frango, que cresceu mais de 26 vezes no período. Em 2017, a produção total de carnes (bovina, de frango e suína) somou 25 milhões de toneladas, ante 3,4 milhões de toneladas em 1975, o que representa um crescimento de 642% (Figura 7).

⁹ Isso equivale a dizer que, para cada kg de ganho de peso do suíno, foram necessários 3,50 kg de ração.

¹⁰ Usualmente, existem dois mercados diferentes: i) aquele para abastecimento do mercado interno (açougues, supermercados, voltados a venda de carne fresca), com animais mais leves (peso de 95 a 105 kg, conversão de 2,2, 150 dias) e ii) indústria processadora, em que a maior parte da produção é de produtos industrializados (animal com 125 kg para aumentar rendimento industrial, conversão média de 2,4, alcançados em 165-170 dias) (Informação pessoal, Nilo Chaves de Sá, diretor-executivo da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos- ABCS).

⁸ O deslocamento da atividade das regiões Sul e Sudeste para o Centro-Oeste é consequência de duas vertentes: a) o deslocamento da produção de milho e soja; e b) as implicações, principalmente ambientais, da concentração da produção em regiões com crescente e intensa urbanização (Contini et al., 2013).

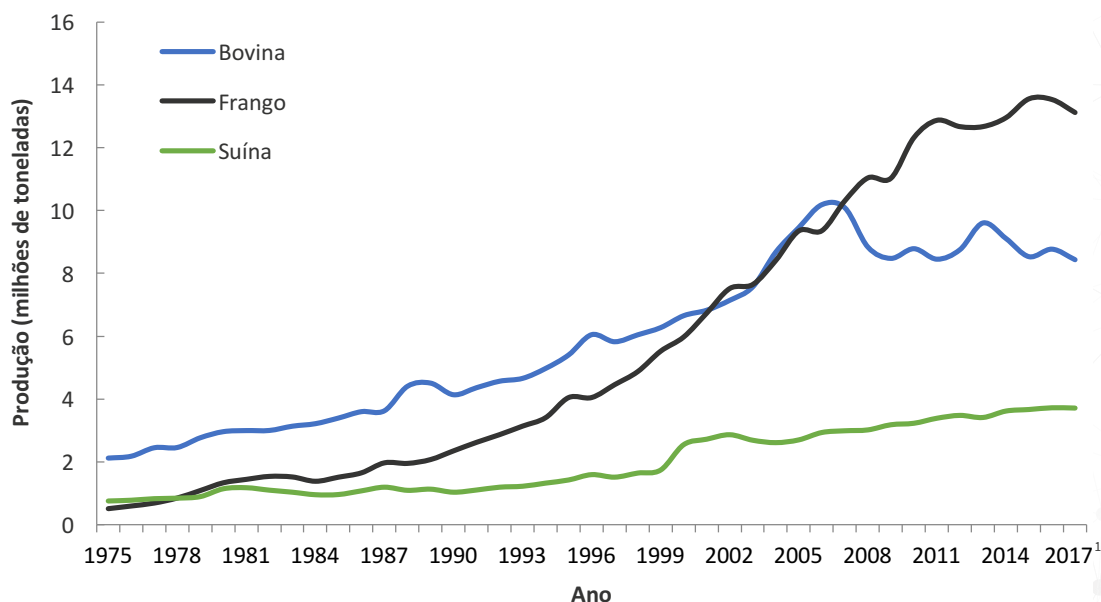


Figura 7. Produção anual de carnes bovina, suína e de frango (em milhões de toneladas) no Brasil, de 1975 a 2017.

Nota: ¹estimativa; ²os dados anteriores a 1996 também foram obtidos na Conab, embora não constem na base de dados atual.

Fonte: Conab (2017).

Entre as proteínas animais, o setor de pesca e aquicultura é considerado emergente, em razão da crescente demanda de consumo nacional e internacional. No Brasil, entre 2005 e 2015, o setor cresceu 123%, passando de 257 mil para 574 mil toneladas, registrando a 14ª maior produção aquícola do mundo. Até 2025 o setor deverá registrar um crescimento de 104%. (El estado..., 2016). Os sistemas se intensificaram tecnologicamente com rápida profissionalização e organização dos produtores. Atualmente, grande parte da produção brasileira está concentrada nas águas continentais, com peixes de água doce (84%), a marinha está mais restrita a alguns estados do Nordeste e do Sul, com a aquicultura (16%), a carcinicultura (12%) e as ostras, as vieiras e os mexilhões (4%). Embora existam mais de 30 espécies produzidas, a tilápia e o tambaqui são as mais comercializadas, representando 38% e 24% da produção (IBGE, 2015). Considerando que o Brasil possui um litoral de cerca de 7.300 km, a maior bacia

hidrográfica do planeta (Bacia do Amazonas), grandes lagos de hidrelétricas e açudes de reservação de água distribuídos em todas as regiões, as cadeias produtivas possuem grande potencial para elevar o protagonismo nacional na produção de peixes e crustáceos.

Em relação à silvicultura, entre 1990 e 2014 houve expansão de 52% na área de florestas plantadas (em sua grande maioria eucaliptos e pinus), que passou de 5 milhões de hectares para 7,6 milhões de hectares naquele último ano (FAO, 2017). Em 1990, foram produzidas 1.838 mil toneladas de carvão vegetal, 22.738 mil metros cúbicos de lenha, 47.024 mil metros cúbicos de madeira em tora e 241 mil toneladas de outros produtos. Entre 1990 e 2014, houve expansão na produção de carvão vegetal (238%) e lenha (147%), e 163% quando se considera madeira em tora. Apenas a categoria de outros produtos da silvicultura apresentou retração de 70% (IBGE, 2017). Esses números demonstram o

expressivo avanço no rendimento médio dos produtos da silvicultura, com expansão da produção bastante acima da área plantada com florestas.

Em 2016, as plantações de eucalipto foram responsáveis por 98,9% da produção de carvão vegetal, 85,8% de lenha, 80,2% de madeira em tora para produção de celulose e 54,6% da madeira em tora para outros usos no Brasil. No mesmo ano, as plantações de pinus se destacaram por responder por 18,8% da madeira em tora para produção de celulose, 41,9% da madeira em tora para outros usos e 5,6% da lenha comercializada no Brasil.

Por um lado, esses dados destacam a preponderância da silvicultura de eucalipto e pinus no setor florestal brasileiro. Por outro, revelam que, apesar de o Brasil manter 66% do seu território com vegetação nativa, essas áreas têm participação marginal na economia florestal brasileira. A função primordial das áreas de vegetação nativa é a provisão de produtos madeireiros e não madeireiros para uso e geração de renda para os produtores rurais, comunidades indígenas, extrativistas e quilombolas, além da provisão de serviços ecossistêmicos vitais para a agricultura brasileira e para o clima global.

Outro tema de crescente importância na agricultura brasileira é o de agroenergia. Embora a produção de etanol tenha tido origem ainda na década de 1920, culminando, em 1933, com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool, foi apenas no final de 1975, com a criação do programa Pró-Álcool, que a agroenergia de fato se consolidou no País (Távora, 2011). Inicialmente eram produzidos carros movidos completamente a etanol (chegou a atingir 11,4% do mercado em 1990). Em 1993, foi aprovada a primeira lei de mistura do etanol anidro à gasolina e, desde então, esse percentual passou por algumas alterações (atualmente é de 27%). Em 2003, o mercado de etanol voltou a

crescer em decorrência do surgimento dos carros flex, o que acabou refletindo no crescimento da demanda e produção. Em 2000, a produção de etanol (anidro mais hidratado) foi de 9,7 bilhões de litros, atingindo 28,8 bilhões em 2015 (Anuário..., 2016).

A disponibilidade de recursos naturais, as políticas públicas, as competências técnico-científicas, a geração de tecnologias e o empreendedorismo dos agricultores foram fundamentais para o desenvolvimento agrícola do país

Além dos impactos na renda dos produtores rurais, as fortes expansões da produção agrícola e da produtividade dos fatores geraram impactos positivos em termos sociais (mais emprego e renda) e ambientais, visto que houve redução da necessidade relativa no uso de fatores tradicionais de produção, principalmente terra e insumos. De fato, em menos de 40 anos, o Brasil passou de importador de alimentos para um dos importantes celeiros do mundo, tendo sido também o primeiro gigante tropical de alimentos (Gomes et al., 2016). Do lado da oferta, os fatores recém-mencionados relacionados à tecnologia e inovação, capacidade de empreender por parte dos produtores rurais, aspectos climáticos, além de investimentos em infraestrutura, foram os mais importantes. Destaca-se o papel da tecnologia como vetor transformador e responsável pelo sucesso da agricultura brasileira. O crescimento da produção foi importante para o abastecimento do mercado interno e crescimento das exportações, o

que contribuiu para a acumulação de reservas e administração da dívida externa. Nesse contexto, é reconhecido o esforço da Embrapa, dos institutos de pesquisa e das universidades (Lopes, 2013a).

Embora a agricultura brasileira tenha avançado substancialmente nos últimos anos, ainda é possível observar grande desigualdade de produtividade e de renda no campo, o que tem sido atribuído, principalmente, ao fato de a grande parte dos pequenos produtores não ter sido capaz de adotar novas tecnologias. Essa “não adoção”, por sua vez, é consequência de inúmeros fatores, como o elevado custo de incorporação das novas tecnologias, as imperfeições de mercado¹¹ e a baixa adequação das políticas públicas a tal fato (Alves et al., 2016b). Assim, grande parte das pequenas propriedades, constituídas em sua maioria pelos denominados agricultores familiares, não acompanharam o desenvolvimento tecnológico observado nas grandes propriedades rurais nas últimas décadas.

Nos próximos anos, para que seja possível promover o desenvolvimento da agricultura nacional de forma mais ampla, será necessário estimular a profissionalização e o empreendedorismo do agricultor, especialmente o familiar. De fato, o comportamento empreendedor se destaca como uma das principais características que fizeram com que os produtores fossem capazes de perceber as oportunidades e promover o desenvolvimento da agricultura. Nesse contexto, a capacidade de inovar e empreender criativa-

mente são fatores fundamentais (Schinaider, 2017), sendo importante ainda que os produtores disponham de forma crescente dos meios para adotar novas tecnologias, bem como processos inovadores de produção e de gerenciamento de suas propriedades.

Aspectos da demanda¹²

Pelo lado da demanda, os principais fatores de influência sobre a produção agrícola são crescimento da população, da renda e o comportamento dos preços, tanto nacionalmente, quanto em termos internacionais. Esses *drivers* exercerão influência em praticamente todas as megatendências elencadas neste estudo, em virtude de seu aspecto transversal. O crescimento da população e o processo de urbanização associados ao crescimento da renda e ao incentivo à produção e ao consumo dos biocombustíveis¹³ fizeram com que a demanda por alimentos e produtos agrícolas tivesse aumento considerável ao longo da última década, com exceção do período da crise financeira internacional de 2008.

Em 1970, a população mundial era de 3,68 bilhões de pessoas, chegando a 7,52 bilhões em 2017. O século 20, especialmente em sua segunda metade, foi o período de expansão populacional mais acelerado. Especificamente no Brasil, houve um incremento de 120% da

¹² Os aspectos da demanda consolidam drivers de mudança das megatendências abordadas neste documento. Em razão de seu aspecto transversal, com impactos importantes em praticamente todas as megatendências, optou-se por considerar esses elementos nesta seção.

¹³ Embora a década de 2000 tenha sido marcada pelo incentivo globalizado à produção e ao consumo de biocombustíveis, a partir de 2016 alguns países e regiões sinalizaram que parte desses incentivos poderá ser eliminada. O Parlamento Europeu, por exemplo, recém aprovou plano para restringir o uso de óleo de palma para produção de biodiesel na Europa, a partir de 2021 (Reuters, 2018).

¹¹ Muitas das imperfeições de mercado que se ligam ao volume de compra de insumos e de venda de produtos que favorecem a grande compra ou venda, sem ser consequência necessariamente do poder de mercado. Outras imperfeições não são influenciadas pela dimensão das vendas nem das compras, como o nível de escolaridade, a moradia em regiões de acesso dispendioso às políticas públicas, as peculiaridades do cadastro bancário, etc. (Alves; Souza, 2015a).

população, que passou de 95 milhões de habitantes em 1970 para quase 210 milhões em 2017. A expectativa é que a população mundial atinja 8,5 bilhões de pessoas em 2030, 16% a mais que em 2016. A maior parte desse crescimento se dará nos continentes asiático e africano (cerca de 500 milhões de pessoas a

mais em cada continente). A Europa observará redução, ainda que lenta, de sua população, e a região da América Latina e do Caribe atingirá 720 milhões de pessoas, 87 milhões a mais que no período atual, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU) (Figura 8) (World..., 2015).

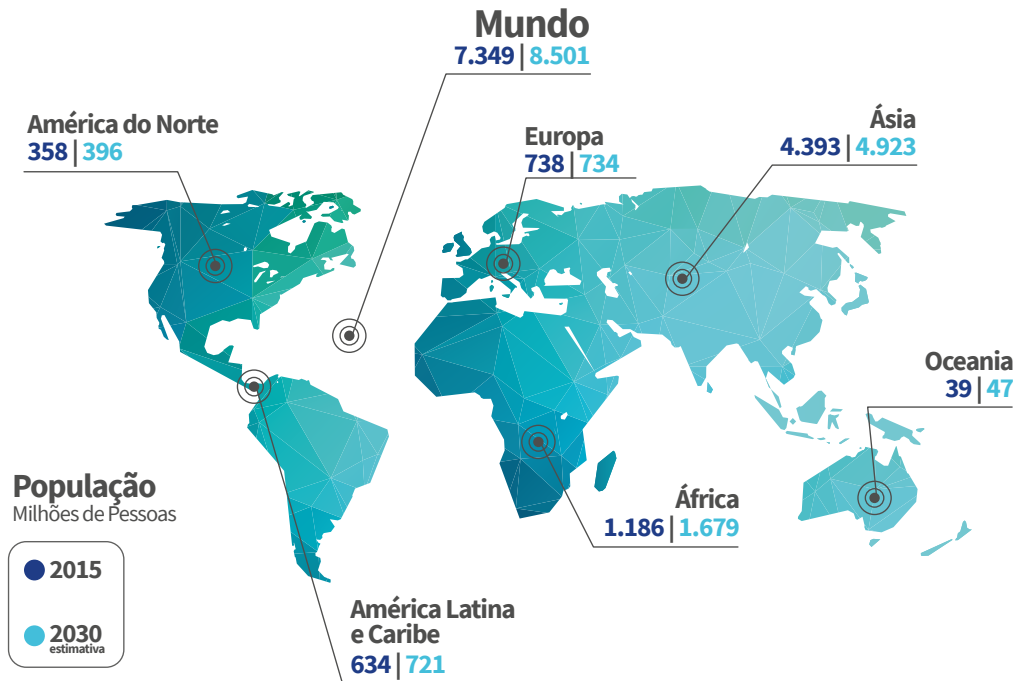


Figura 8. População mundial e por regiões, em 2015 e 2030.
Fonte: World... (2015a).

Em 2030 a expectativa é que o Brasil atinja a marca de 230 milhões de pessoas. Com quase 5 bilhões de pessoas, a Ásia terá aproximadamente 58% da população mundial, enquanto a Índia terá ultrapassado a China e será o país mais populoso do mundo, transição estimada para ocorrer em 2023. Considerando um horizonte maior, cabe destacar os países da África, que apresentam alta taxa de fertilidade e a maior taxa de crescimento populacional.

Atualmente mais de 50% da população mundial habita áreas urbanas (Figura 9), e a expectativa é que, em 2030, esse percentual atinja 60%.

Os níveis de urbanização¹⁴ variam significativamente entre as diferentes regiões do mundo, e, em geral, os países da África são os menos urbanizados (United Nations, 2015b). Especificamente no Brasil, em 2014 a população urbana representava 85% e a expectativa é que, em 2030, esse percentual venha a ser de 91% (United Nations, 2016). Projeta-se que as próximas décadas tragam mudanças importantes na distribuição espacial da população global. Até

¹⁴ Esse processo inclui entre as suas causas o diferencial de salário entre as cidades e o campo, as melhores condições de emprego e infraestrutura social das áreas urbanas e a carência de investimentos significativos em educação, saúde e habitação no meio rural.

2030, mais de 90% do processo de urbanização ocorrerá nos países em desenvolvimento, sobretudo na África Subsaariana e Ásia, o que

trará implicações importantes em termos de consumo de alimentos, água e energia (Runde, 2015).

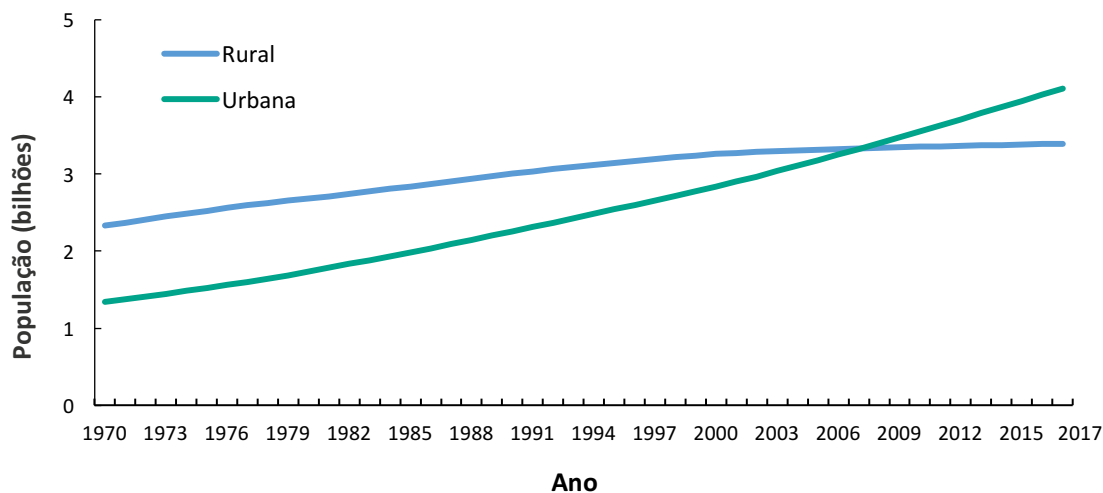


Figura 9. População mundial rural e urbana, de 1970 a 2017.
Fonte: World Bank (2017).

É essencial destacar que o crescimento populacional é altamente dependente do cenário das taxas de fertilidade futura, uma vez que pequenas mudanças na frequência de natalidade, quando projetadas sobre várias décadas, podem gerar grandes diferenças na população total. O crescimento populacional futuro será influenciado não apenas pelas taxas de fertilidade e mortalidade, mas também pela distribuição da população mundial nas diferentes faixas etárias. Uma distribuição populacional mais jovem resultará em maior taxa de crescimento da população e uma mais velha, resultará em menor taxa de crescimento ou até mesmo em redução da população¹⁵.

¹⁵ Como ilustração, se a taxa de fertilidade futura para cada país permanecer, de forma consistente, 0,5 criança acima dos níveis assumidos para a variante média, a população global alcançaria 10,8 bilhões em 2050 e 16,5 bilhões em 2100. Por sua vez, se a taxa de fertilidade permanecer, de forma consistente, 0,5 criança abaixo dos níveis assumidos, a população global alcançaria 8,8 bilhões em 2050 e reduziria para 7,3 bilhões em 2100 (United Nations, 2017).

Ademais, impactos na demanda são esperados em razão da expectativa de que 200 milhões de pessoas se tornem refugiadas em decorrência de conflitos regionais e potencial mudança do clima. Embora esse processo não acarrete modificações diretamente na população total, o impacto se dará na medida em que há deslocamento de trabalhadores, elevação do número de pessoas sem receber renda e, portanto, vivendo em situação de insegurança alimentar no globo.

Além do crescimento da população, o crescimento da renda também exerce influência sobre a demanda. No período entre 1990 e 2016, pôde ser observado um aumento do PIB per capita em paridade de poder de compra (PPP) em grande parte das regiões do mundo, com exceção do período da crise de 2008/2009. A partir do início dos anos 2000, a expansão da renda ocorreu mais fortemente nos países da Europa, da Ásia Central e do Leste Asiático e Pacífico.

No início dos anos 2000, a renda per capita média mundial era de aproximadamente US\$ 10.000,00 e, no Brasil, de US\$ 11.500,00. Entretanto, no biênio 2015-2016, o País apresentou queda acumulada de 7,2% no PIB (Saraiva; Sales, 2017), com retomada lenta da economia em 2017 e possibilidade de impactos de longo prazo, no que se refere ao consumo e aos investimentos. Justamente por isso, um dos grandes desafios para os países da América Latina ao longo dos próximos 10 anos será o baixo crescimento (Estados Unidos, 2017b).

Ainda que as últimas projeções indiquem um crescimento mais lento da renda nos países em desenvolvimento, bem como do comércio agrícola global, do que aquele que foi observado na década de 2000, essas regiões – onde os rendimentos individuais são baixos – serão as principais impulsionadoras da demanda até 2050. Projeções indicam ainda forte expansão da classe média na população total (Figura 10), sendo a maior parte nos países da Ásia. Em 2030, serão 5,1 bilhões de pessoas no estrato de renda média, o que corresponde a 60% da população (Kharas, 2017).

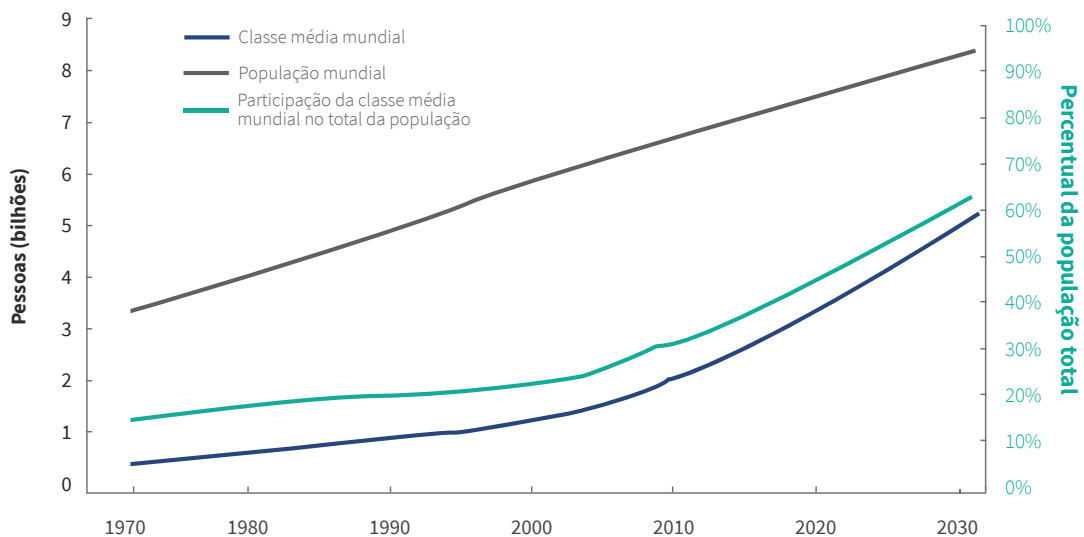


Figura 10. População mundial, classe média mundial e participação da classe média mundial no total da população, de 1970 a 2030.

Fonte: Adaptado de Kharas (2017).

Quando se analisa o percentual da classe média¹⁶ no total da população mundial, observa-se que, em 1970, essa participação era de apenas 15% (Figura 10), parcela que foi se expandindo lentamente ao longo da segunda

metade do século 20. Na virada dos anos 1990 para os anos 2000, houve uma aceleração do contingente e, em 2010, mais de um terço da população global se encontrava nesse estrato de renda, ultrapassando 40% nos anos recentes (em 2016, havia cerca de 3,2 bilhões de pessoas nessa condição) (Kharas, 2017).

¹⁶ A classe média compreende as famílias com renda per capita entre US\$ 10 e US\$ 100 por pessoa por dia, em termos de paridade de poder de compra (PPP) de 2005, o que implica uma renda anual para um agregado familiar de quatro pessoas entre US\$ 14.600 e US\$ 146.000 (Kharas, 2017).

O aumento da renda implica mudanças nos padrões de consumo, o que resulta na expansão da demanda por carne, frutas e vegetais, na redução do consumo de alimentos básicos, na diversificação da cesta de consumo (Silva; Paula, 2017), bem como no aumento da demanda por produtos mais elaborados. Analisando-se a evolução do consumo

per capita anual de carnes no Brasil entre 1970 e 2013, observa-se que o de bovina aumentou mais de 120%, o de suína praticamente 60% e o de frango 1.040% (Figura 11). Consideradas as três carnes em conjunto, o consumo per capita anual atingiu 97 kg, uma expansão de 228%.

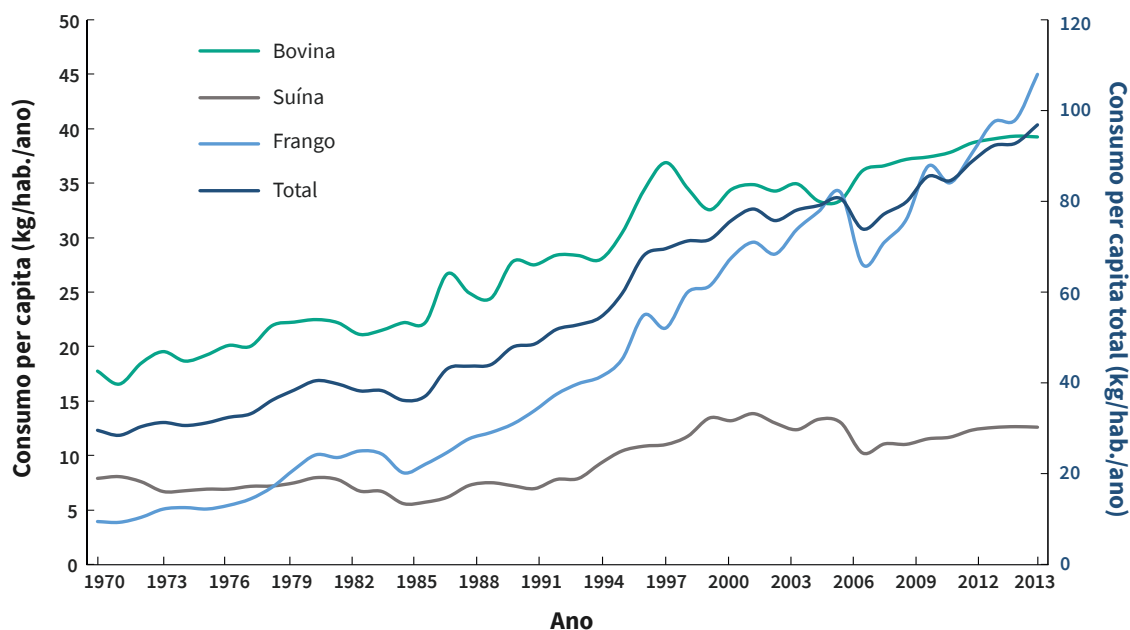


Figura 11. Consumo per capita anual de carnes bovina, suína e de frango no Brasil, de 1970 a 2013. Fonte: FAO (2017).

Considerando o consumo per capita anual de grãos¹⁷ no Brasil (Figura 12), o consumo de trigo foi o que mais aumentou no período analisado, passando de 34 kg/hab./ano em 1970 para 51 kg/hab./ano em 2016. Isso se deve principalmente ao aumento do consumo de produtos mais elaborados, como pães e bolos. Por outro lado, houve retração no consumo per capita de arroz e feijão, o que

pode ser explicado em razão de mudanças nos padrões de consumo alimentar em decorrência do aumento do poder aquisitivo (para o arroz e feijão, a elasticidade-renda é negativa – aumentos da renda geram redução na quantidade demandada¹⁸) e do crescimento da alimentação fora do lar.

¹⁷ Considerando o uso para alimentação humana, sementes e indústria de feijão, milho, arroz e trigo.

¹⁸ A elasticidade média (considerando diferentes estratos de renda) do arroz e feijão é levemente negativa. Já para as carnes a elasticidade-renda é positiva (Hoffman, 2007).

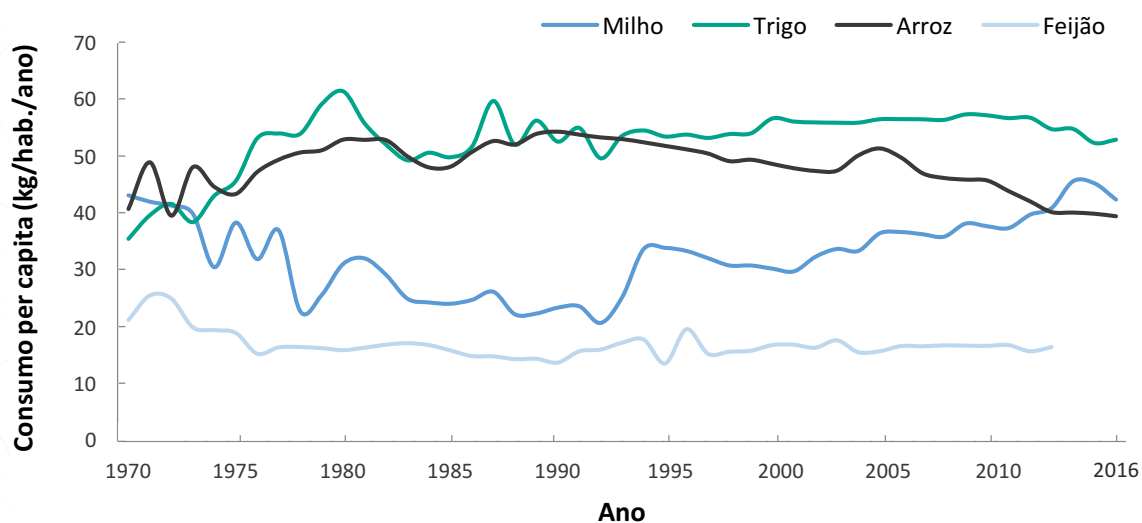


Figura 12. Evolução do consumo interno per capita de grãos anual, de 1970 a 2016.

Notas: os dados referem-se ao consumo para alimentação humana, sementes e uso industrial; a fonte de dados de consumo de feijão é a FAO e estão disponíveis apenas até o ano de 2013.

Fonte: Estados Unidos (2017b) e FAO (2017).

Embora a maior parte da produção agrícola brasileira seja direcionada para o mercado interno, as exportações têm sido a força motriz do crescimento da produção agrícola nacional, sobretudo pelo aumento da demanda por grãos e carnes. Em 1989, o valor exportado foi de US\$ 13,9 bilhões, enquanto em 2013 as exportações alcançaram um recorde de quase US\$ 100 bilhões. Após breve retração em 2015 e 2016, as exportações do agronegócio voltaram a ganhar ímpeto em 2017, estando estimadas em US\$ 96,3 bilhões. Destaca-se ainda a importância do crescimento econômico da China, que impulsionou as exportações brasileiras de soja (entre 1997 e 2012, as exportações de soja em grão do Brasil para a China aumentaram 80 vezes) (Torres et al., 2014).

Para o consumidor brasileiro, além dos benefícios relacionados à maior disponibilida-

de de alimentos (quantidade e diversidade), observou-se redução significativa dos preços dos alimentos. Após uma forte expansão entre as décadas de 1960 e 1970, os preços dos alimentos atingiram os menores valores na década de 2000, quando passaram a apresentar leve tendência de alta¹⁹ (Figura 13).

¹⁹ Vários fatores contribuíram para os aumentos de preços na década de 2000, entre os quais se destacam: utilização de matérias-primas para a produção de biocombustíveis, taxa de juros do mercado norte-americano (além do efeito sobre estoques, justifica a procura por mercados futuros de commodities) e financiamento do mercado de commodities. A partir deste último, agentes especuladores passaram a utilizar, de forma intensa, os derivativos sobre commodities como ativo em seus portfólios (Silveira et al., 2011). Embora haja controvérsias em relação a seus efeitos, a migração de capitais dos mercados financeiros para as commodities tem provocado mudanças no padrão e na estabilidade de preços desses produtos (Silva; Campos, 2012).

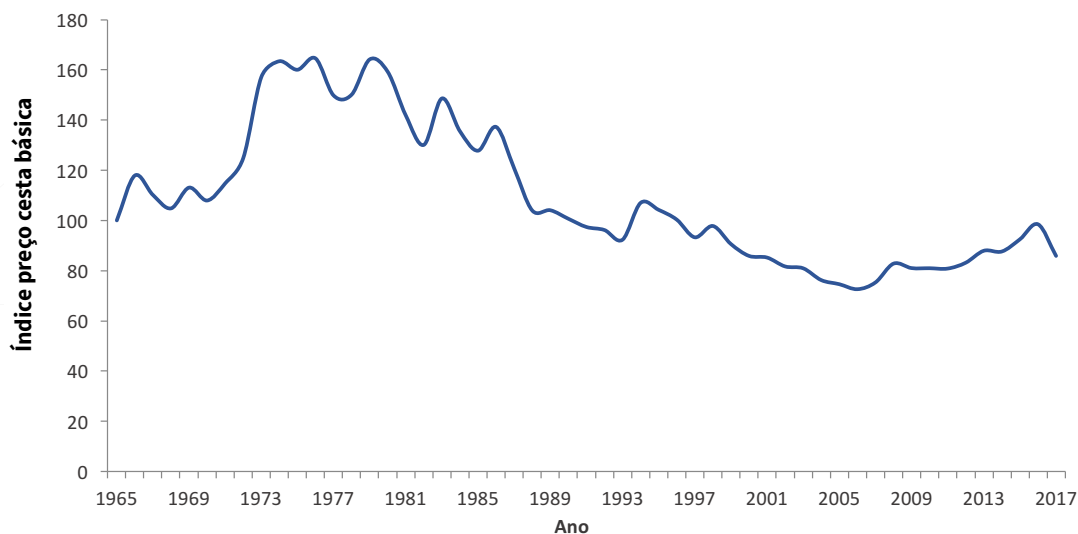


Figura 13. Índice dos preços reais da cesta básica na cidade de São Paulo, de 1965 a 2017 (1965 = 100).

Fonte: Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (2017).

Considerando os inúmeros aspectos mencionados, o Brasil se consolidou como o único país no cinturão tropical capaz de conquistar a posição de potência agrícola. As tecnologias de manejo do solo e a tropicalização dos cultivos permitiram que o País aproveitasse terras em diversas condições climáticas. Os manejos e as práticas sustentáveis desenvolvidas constituem um arsenal de defesa ambiental. O dinamismo empreendedor dos produtores combinado com esses conhecimentos e com as oportunidades de mercado tornaram as safras brasileiras essenciais para a segurança alimentar do País e do mundo (Lopes, 2017).

Em suma, a agricultura do Brasil possui uma trajetória de sucesso forjada nas condições de solo, clima e relevo; no avanço da ciência, tecnologia e inovações; na assertividade das políticas públicas; e na competência dos agricultores. Esses fatores conjugados tornaram o Brasil um dos líderes mundiais tanto na produção, quanto na exportação agrícolas. Nesse sentido, a agricultura brasileira

continua tendo um papel de protagonismo visando atender às crescentes demandas dos mercados nacionais e internacionais de alimento, fibras e energia.

Projeções dos mercados agrícolas

O crescimento da população e o processo de urbanização, somados à elevação da renda e ao incentivo à produção e ao consumo dos biocombustíveis, fizeram com que a demanda por alimentos e produtos agrícolas tivesse aumento considerável a partir da década de 2000, com previsão de manutenção desse cenário nas próximas décadas.

Projeta-se que, em 2025, os países em desenvolvimento serão responsáveis por 96% do consumo adicional de grãos e 88% de produtos de origem animal (OECD-FAO..., 2017). Nos países e regiões com rendimentos individuais maiores – como Estados Unidos da América (EUA), Canadá e União Europeia

(UE) –, há um movimento de substituição da carne bovina e de cordeiro pela de aves, fato que está associado, entre outros motivos, à crise da encefalopatia espongiforme bovina (doença da vaca louca) e à percepção de que as carnes brancas são mais saudáveis.

De fato, entre as carnes, a de aves é aquela que apresenta maior expectativa de crescimento da demanda e. Segundo projeções, deverá haver um incremento de 24% das importações por parte dos principais países compradores. Com a estimativa de atingir mais de 13,3 milhões de toneladas em 2026/2027 (Estados Unidos, 2017b). Outras projeções indicam que, em 2025, o comércio mundial de carnes deverá ser 22% maior do que no período base (2015) (OECD-FAO..., 2016).

Especificamente na China, anos seguidos de crescimento somados ao amplo processo de urbanização impulsionaram a demanda por carnes e peixes, fato que levou ao aumento de suas importações de soja. Estima-se que 80% da soja nesse país seja moída para produzir óleos e rações destinados à alimentação animal e apenas 20% à alimentação humana (Savadore, 2013). Na prática, o crescimento da China tem pressionado a demanda por inúmeras commodities, com exceção do trigo (autossuficiência) e do sorgo [projeta-se que o comércio mundial de sorgo reduzirá 22% até 2026 (Estados Unidos, 2017b)]. Contudo, a desaceleração da China no período recente tem contribuído para as expectativas de redução da taxa de crescimento do comércio agrícola e de baixa nos preços internacionais (OECD-FAO..., 2016).

O comércio mundial de soja deverá crescer 25% (36 milhões de toneladas) em 10 anos, e a China responderá por 85% desse aumento: e o de óleo de soja 27% (3,2 milhões de toneladas), sendo a Índia a principal responsável

por esse crescimento. No caso do milho, as projeções indicam crescimento de 18%, o que corresponde a 25 milhões de toneladas a mais no comércio mundial, que atingirá 168 milhões de toneladas em 2026/2027 (OECD-FAO..., 2016).

Em relação ao comércio mundial de algodão, o crescimento da demanda chinesa implica a expectativa de que, em 2026, 30% do algodão transacionado internacionalmente tenha como destino aquele país. Espera-se que suas importações de milho e algodão aumentem, ao longo do período de projeção, para 6,1 milhões de toneladas e 14,4 milhões de fardos em 2026/2027, respectivamente.

No que se refere ao comércio de arroz, a expectativa é que o seu consumo global aumente em 39 milhões de toneladas até 2026. A China será responsável por 20% desse aumento, que ocorrerá sobretudo por sua expansão populacional – o consumo per capita permanecerá praticamente estável ou reduzirá levemente. Não apenas a China causará fortes impactos nesse sentido, outros países, especialmente do eixo leste-sul asiático, também contribuirão para tal. Exemplo disso é a Índia, que será responsável por 31% do acréscimo da demanda por arroz (OECD-FAO..., 2016).

Contudo a velocidade do crescimento da demanda por alimentos deverá desacelerar consideravelmente. Embora haja expectativa de crescimento da demanda per capita por cereais alimentícios nos países em desenvolvimento, globalmente essa demanda deverá permanecer praticamente inalterada. O crescimento no consumo de carnes é também influenciado por preferências nutricionais, renda e restrições de oferta, que limitam o seu aumento (calorias adicionais e proteínas virão principalmente de óleos vegetais, açúcar e produtos lácteos). Assim, o consumo per capita deve permanecer estável, e a deman-

da por carne bovina deverá crescer a uma taxa similar à do aumento populacional. O forte crescimento no consumo de frango na década de 2000 ocorreu devido ao aumento nos países da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), juntamente com Brasil e Rússia. Para o período entre 2016/2017 e 2026/2027, a expectativa é de crescimento, contudo essa taxa deverá ser aproximadamente metade daquela observada nos anos 2000. Quanto ao etanol, setor também relevante para o Brasil, está prevista uma desaceleração do crescimento, e os Estados Unidos são responsáveis por parcela importante dessa redução como consequên-

cia de o mandato do etanol nesse país estar estagnado. Como a demanda por combustíveis de transporte será sustentada no Brasil, a demanda por cana-de-açúcar permanecerá relativamente robusta. Deverá ocorrer retração do consumo de biomassa para biocombustíveis mundialmente, e a maior parte dessa retração estará concentrada no milho norte-americano (OECD-FAO..., 2017).

Em relação às exportações brasileiras, as projeções do Mapa mostram que o País apresentará um incremento significativo para a maioria dos produtos até 2026/2027 (Tabela 1) (Projeções..., 2017).

Tabela 1. Projeção de exportação de produtos agrícolas brasileiros em 2016/2017 e 2026/2027.

Produto	2016/2017	2026/2027	Variação (%)
Algodão pluma (mil t)	630	1.118	77,5
Milho (mil t)	25.500	35.130	37,8
Soja - grão (mil t)	63.000	84.111	33,5
Soja - farelo (mil t)	15.900	17.240	8,4
Soja - óleo (mil t)	1.550	1.557	0,5
Carne de frango (mil t)	4.280	5.890	37,6
Carne bovina (mil t)	1.800	2.429	34,9
Carne suína (mil t)	900	1.277	41,9
Café (mil t)	2.100	2.760	31,4
Açúcar (mil t)	28.933	39.466	36,4
Suco de laranja (mil t)	2.315	2.769	19,6
Leite (milhões L)	245	337	37,6
Papel (mil t)	2.172	2.380	9,6
Celulose (mil t)	13.858	19.170	38,3

Fonte: Projeções... (2017).

Outros fatores relevantes a serem considerados quando se analisa a demanda por produtos agrícolas no comércio mundial são a taxa de câmbio e o preço do petróleo. Projeções realizadas por várias organizações indicam a apreciação do dólar e preços baixos para o petróleo na próxima década (European Com-

mission, 2016; OECD-FAO..., 2016; Estados Unidos, 2017b). Se, por um lado, o dólar mais alto favorece as exportações brasileiras de commodities, por outro pressiona os custos de produção, que poderão ser parcialmente compensados pela redução do preço do petróleo.

Uma razão adicional para a desaceleração da taxa de crescimento do comércio exterior pode ser a adoção de políticas mais protecionistas em alguns dos principais países importadores. Ainda que a proteção comercial agrícola venha sendo reduzida na maioria dos países da OCDE, várias economias emergentes (incluindo a China, a Índia e a Indonésia) estão perseguindo objetivos de autossuficiência e proteção de importação (OCDE-FAO, 2016). A expectativa é que haja a redução do estabelecimento de acordos multilaterais em favor de acordos bilaterais.

Medidas de abandono de acordos comerciais já existentes, como a saída dos Estados Unidos do Acordo Transpacífico (Trans Pacific Partnership – TPP) e a renegociação de suas relações comerciais com o México e também com a China, têm o potencial de prejudicar a confiança dos consumidores e dos empreendedores e, portanto, prejudicar o comércio internacional e o investimento (World Trade Organization – WTO, 2017) (The Economist, 2017). Na Europa, a saída oficial²⁰ do Reino Unido da União Europeia aumenta a incerteza sobre o formato futuro das suas relações comerciais. Uma vez que a participação na União Europeia permite que os países comprem e vendam produtos e serviços entre si sem a aplicação de taxas e impostos dentro da área comum, o Reino Unido passará a ter taxas diferentes no comércio exterior com os países europeus, podendo até mesmo trocar de parceiros (European Commission, 2016).

A América Latina vem retomando o aprofundamento das relações de livre comércio e integração regional, podendo-se destacar três frentes: Aliança do Pacífico (projeto de inte-

gração que inclui Chile, Peru, Colômbia e México); Aliança do Pacífico e Mercado Comum do Sul (Mercosul); e entre México e o restante da América Latina (The Economist, 2017).

Apesar da importância dos EUA e da China, a União Europeia ainda é o principal parceiro comercial do Mercosul e fonte de investimentos. Para a UE, o Mercosul também é um importante mercado (representa praticamente metade do PIB da América Latina). Entretanto, o acordo de livre comércio Mercosul-UE, retomado em 2010, está sendo negociado de forma lenta, devido, principalmente, a obstáculos relacionados ao tratamento dos produtos agrícolas (aspectos sanitários de produtos de origem animal, o fato de a UE pleitear o livre comércio de 90% do volume comercializado e a manutenção de sistema de quotas para as importações de alimentos oriundos da América Latina). Por parte do Mercosul, existe ainda preocupação quanto às compras públicas (a UE pleiteia livre acesso das suas empresas às licitações públicas dos países do Mercosul) e também quanto a resolução de controvérsias dos investimentos (The Economist, 2017).

A expectativa é que China, Índia e o restante dos países do Sul da Ásia ainda serão os principais importadores de produtos do agronegócio até 2030, de todo o globo bem como do Brasil. Contudo, as constantes revisões das políticas da China vêm criando incertezas²¹ em relação ao comércio com aquele país. No período 2015-2016, o governo chinês adotou estratégias para ganho de escala nas operações agrícolas e medidas para controle dos impactos ambientais da agricultura, o que poderá impactar a produção doméstica de commodities. Para a carne bovina, as res-

²⁰ Embora o Reino Unido já tenha oficializado a saída da União Europeia, o afastamento efetivo só ocorrerá após negociações com os demais membros do bloco, podendo levar até 2 anos para a sua concretização

²¹ Essa discussão baseia-se no box *China Policy Overhaul Creates Uncertainty* do Usda Agricultural Projections to 2026 (Estados Unidos, 2017b, p. 58).

trições ambientais e os altos preços diminuíram o ritmo de crescimento da demanda por esses produtos. No caso de algodão, soja, canola e milho, o acúmulo de estoques associado à lacuna entre os preços doméstico e internacional motivou as autoridades chinesas a permitirem uma queda de até 30% no preço doméstico. Em 2016, observou-se a substituição da política de apoio ao preço do milho com um pagamento aos produtores em uma estratégia chamada de “separando o subsídio do preço”. A remoção do preço mínimo para o milho poderá deslocar área para outras culturas, como, por exemplo, forrageiras e trigo.

No entanto, o impacto dessas políticas na decisão de produção, no uso de commodities e incentivos às importações não está totalmente claro. A política de preços mínimos permanece em vigor para trigo e arroz, ainda que a China tenha grande excedente desses grãos (Estados

Unidos, 2017b). Ademais, a China está experimentando diferentes abordagens para subsidiar os agricultores, intensificando os esforços para expandir as operações agrícolas, promover a comercialização de direitos de uso da terra, ampliar o crédito agrícola, apoiar redes rodoviárias e de irrigação, melhorar os serviços de consultoria aos agricultores e a capacidade doméstica de pesquisa e desenvolvimento. Contudo, todos esses programas são experimentais, e seus impactos, em longo prazo, também são incertos.

Os contextos mundial e nacional ora apresentados sinalizam positivamente para as projeções de continuidade do crescimento da produção agrícola do Brasil. Em 2027, espera-se que o Brasil produza acima de 290 milhões de toneladas de grãos e mais de 34 milhões de toneladas de carnes bovina, suína e de frango (Tabela 2) (Projeções..., 2017).

Tabela 2. Área plantada, produção e rendimento médio das principais culturas no Brasil e quantidade produzida de carne bovina, suína e de frango, em 2017 e 2027 (projeções).

Produto	Área plantada (em mil ha)		Produção (em mil t)		Rendimento médio (em t/ha)
	2017	Projeção 2027	2017	Projeção 2027	2017
Soja	33.856	43.158	113.013	146.533	3,3
Milho	17.244	18.588	92.833	118.772	5,4
Feijão	3.094	1.826	3.328	3.106	1,1 ⁽¹⁾
Arroz	1.961	969	11.963	12.589	6,1
Trigo	1.954	2.175	5.219	6.753	2,7 ⁽¹⁾
Algodão pluma	940	965	1.489	1.993	1,6
Café	1.951	1.866	3.060	3.780	1,6 ⁽¹⁾
Carne bovina	-	-	9.500	11.444	-
Carne suína	-	-	3.815	4.905	-
Carne de frango	-	-	13.440	17.930	-

⁽¹⁾ Valor estimado pela Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE), com base nos dados de área plantada e produção para 2017.

Fonte: Projeções... (2017).

MEGATENDÊNCIAS

O tratamento e a análise crítica dos sinais e tendências captados no processo de delineamento do “futuro da agricultura brasileira” levaram à definição de megatendências que conformarão as cadeias produtivas agrícolas. Tendências e sinais do ambiente são forças que estão em movimento de maneira interligada, mas que apresentam maior proximidade e influência mútua quando analisadas na perspectiva de alguns conjuntos, as megatendências. Elas são entendidas no presente documento como conjuntos de forças de transformação mais fortemente interligadas que deverão impactar fortemente o futuro.

Para a geração dos resultados apresentados foram planejadas e executadas cinco etapas, com foco na identificação e na análise de aspectos do contexto mundial que impactam direta e indiretamente o setor agrícola (Figura 14): 1) identificação de sinais e tendências/*drivers* em conteúdos gerados por diferentes atores dos diversos elos das cadeias produtivas agrícolas; 2) análises desses sinais e tendências/*drivers* do ambiente elaborados pelos Observatórios, Portfólios de Projetos, Laboratórios Virtuais no Exterior (Labex)²² e especialistas (ad hocs) da Embrapa; 3) definição das megatendências e desafios derivados; 4) consultas sobre megatendências e desafios a segmentos da iniciativa privada, do terceiro setor, de organizações públicas e de unidades e especialistas da Embrapa; e 5) consolidação da visão da agricultura brasileira.

O Passo 1 (Identificação de Sinais e Tendências/*Drivers*) consistiu na identificação de

²² Disponível em: <<https://www.embrapa.br/programa-embrapa-labex>>.

documentos globais e nacionais que abordam questões de futuro, com impacto na agricultura (Anexo 2). Grande parte desses documentos tem foco em cenários, e foram considerados, sobretudo, aqueles que abordam possíveis contribuições de CT&I para o desenvolvimento sustentável e inserção competitiva da agricultura brasileira no mercado global. Nessa etapa, foram realizados também painéis de especialistas por algumas Unidades da Rede de Observatórios da Embrapa, com o intuito de aprofundar a identificação de sinais e tendências com impacto sobre a agricultura brasileira.

Foram elencados, ainda, documentos com informações sobre a trajetória recente da agricultura e outros aspectos que acarretam fortes impactos a ela, tais como demografia, renda e comércio internacional. Nesse contexto, atentou-se para questões como produção, produtividade, tecnologias, políticas públicas, organização territorial e mudanças estruturais. Além disso, analisaram-se as agendas estratégicas das Câmaras Setoriais e Temáticas (CSTs²³) do Mapa, considerando aspectos do setor produtivo brasileiro representado por essas instâncias. O conjunto de dados e informações levantado nessa etapa subsidiou a elaboração de parte dos tópicos iniciais do presente documento e sinalizaram tendências importantes, que não poderiam deixar de ser abordadas durante o processo de construção do documento final.

²³ Essas câmaras constituem importantes fóruns de discussão entre os diversos elos das cadeias produtivas, reunindo centenas de entidades representativas de produtores, empresários, organizações bancárias e de outros atores do setor, além de representantes de órgãos públicos e técnicos governamentais (Brasil, 2016).

Na sequência, foram elaboradas notas técnicas, por parte das equipes dos Observatórios do Sistema Agropensa, dos Labex, dos Comitês Gestores dos Portfólios de Projetos da Embrapa²⁴ e, também, de especialistas em temáticas específicas (autores ad hoc), consolidando o Passo 2 (Análise de Sinais e Tendências/*Drivers*). Essas notas técnicas (Anexo 1) apontaram os principais sinais e tendências gerais e de CT&I no contexto nacional e internacional, com atenção àqueles com potencial de impacto para o setor agrícola nos próximos anos. Nessa fase, também foram considerados sinais e tendências com base em informações geradas no âmbito dos Comitês Assessores Externos dos Centros de Pesquisa da Embrapa (CAEs).

Todo o conteúdo captado nas etapas anteriores foi então analisado, permitindo a extração dos pontos centrais, ou os mais intensos sinais e tendências para a agricultura brasileira. Esses pontos foram organizados em uma matriz, por meio da qual foram tratados e agrupados em uma proposta inicial para as megatendências, o que se denominou de Passo 3 (Definição das Megatendências). Nessa mesma etapa, realizou-se um *workshop* com especialistas da Embrapa em temáticas ligadas aos sinais e tendências captados, para ajustes de conteúdo, o que consolidou as sete megatendências (Figura 15) com forte potencial de impacto para a agricultura brasileira: 1) Mudanças Socioeconômicas e Espaciais na Agricultura; 2) Intensificação e Sustentabilidade dos Sistemas de Produção Agrícolas; 3) Mudança do Clima; 4) Riscos na Agricultura; 5) Agregação de Valor nas Cadeias Produtivas Agrícolas; 6) Protagonismo dos Consumidores; e 7) Convergência Tecno-

lógica e de Conhecimentos na Agricultura. Cada uma dessas megatendências se desdobra em desafios considerando como horizonte o ano 2030, embora esses impactos possam ocorrer nos próximos anos ou até depois desse horizonte.

Além disso, ao longo de todo o processo foram sendo compilados conteúdos de consultas realizadas a atores dos setores privado e público, com o intuito de identificar fortes sinais e tendências que apontam grandes transformações com potencial de impacto sobre as cadeias produtivas agrícolas. Nesse processo, foram consultados artigos de opinião (Anexo 3)²⁵, com expectativas de caminhos possíveis para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira. Essas diferentes visões foram pautadas pela Agenda 2030, que fundamenta os 17 ODS da ONU. Esse material foi tratado, com maior profundidade, no Passo 4 (Consultas sobre Megatendências e Desafios), possibilitando melhor adequação das megatendências. Destaca-se ainda nesse passo a disponibilização de consulta ao documento a todos os colaboradores da Empresa, da qual surgiram inúmeras indicações de ajustes ao conteúdo, que foram analisadas e processadas.

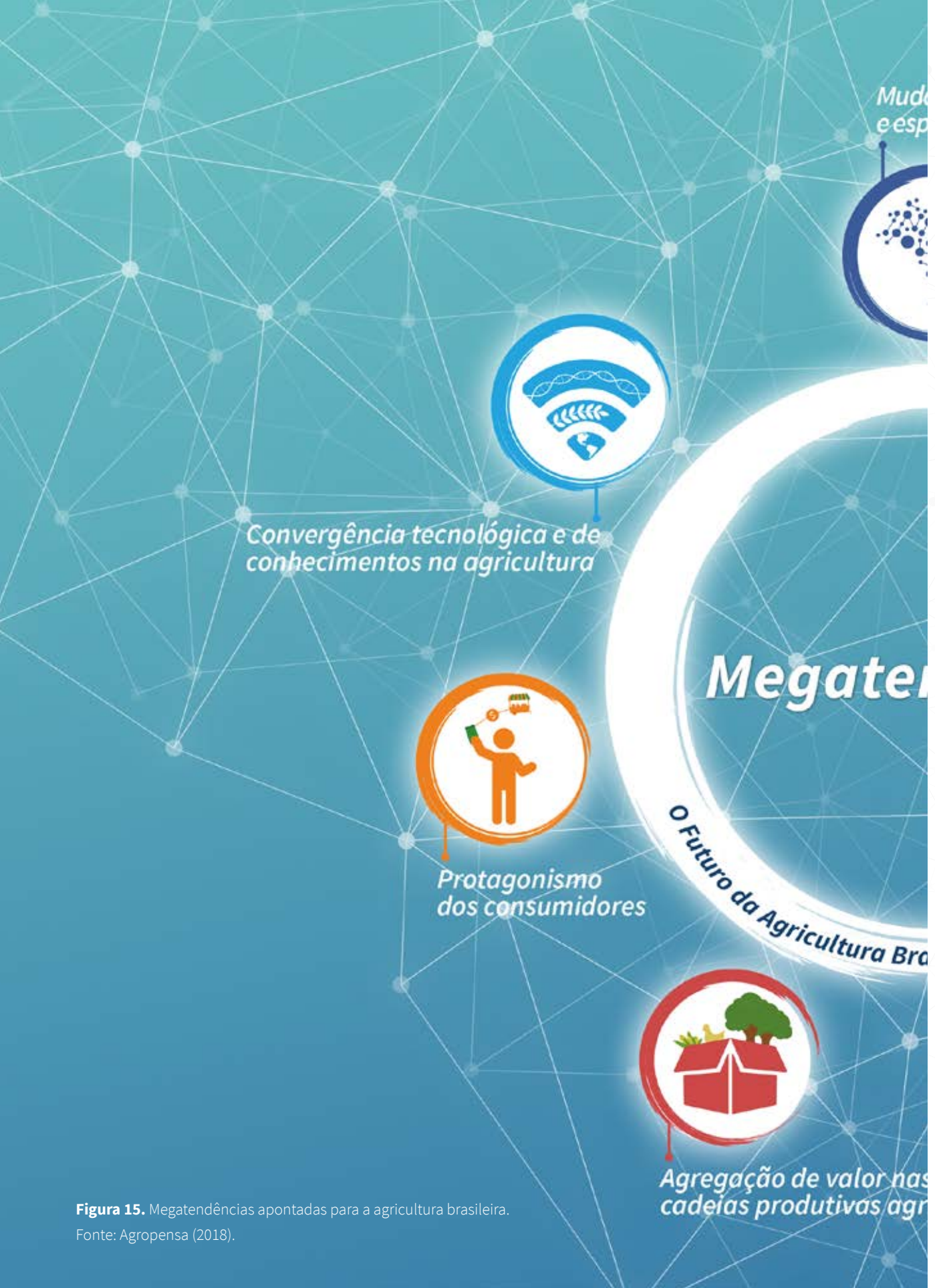
Por fim, foi realizada análise integrada do documento, com participação de instâncias de decisão estratégica (Comitês, Diretoria e Presidência) da Empresa, o que denominou o Passo 5 (Consolidação da Visão da Agricultura Brasileira). Essa etapa resultou na versão final do documento: *Visão 2030 : O Futuro da Agricultura Brasileira*.

²⁴ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/portfolios>>.

²⁵ Para maiores detalhes sobre os artigos de opinião, consultar: <<https://www.embrapa.br/olhares-para-2030>>.



Figura 14. Etapas do processo de elaboração do documento *Visão 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira*.
Fonte: Agropensa (2018).



Convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura



Protagonismo dos consumidores



Agregação de valor nas cadeias produtivas agr

Megate

O Futuro da Agricultura Bra

Figura 15. Megatendências apontadas para a agricultura brasileira.
Fonte: Agropensa (2018).

anças socioeconômicas
aciais na agricultura

ndências

rsileira

ícolas



*Intensificação e sustentabilidade
dos sistemas de produção agrícolas*



Mudança do clima



Riscos na agricultura



MUDANÇAS SOCIOECONÔMICAS E ESPACIAIS NA AGRICULTURA

Ao examinar o último meio século, destaca-se um fato social típico das regiões rurais brasileiras, o qual acarreta inúmeras consequências para a organização da economia e da sociedade como um todo. A partir da década de 1950, migrações rurais, destinadas sobretudo às cidades, ocorreram de forma intensa. No entanto, uma parte significativa também migrou em direção a outras regiões rurais, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Norte.

Desde aquela década e, sobretudo, até os anos 1990, de acordo com os censos demográficos do período, um em cada três brasileiros deixou seu local de moradia original e migrou. A partir desse século, contudo, houve um abrandamento desses movimentos populacionais por diversas razões. Essas migrações, intensificadas na década de 1980, culminaram em importantes “mudanças espaciais” na agricultura brasileira. A região Centro-Oeste tornou-se, nas últimas décadas, a grande região produtora agrícola do País e gerou grande parte do valor de produção nacional, impulsionando as exportações. Importantes movimentos estão em pleno curso e continuarão influenciando as mudanças espaciais nos próximos anos, destacando-se a intensificação agropecuária; a concentração da produção; a expansão da fronteira agrícola, especialmente para os estados do Pará e de Mato Grosso e para parte dos estados do Maranhão, do Tocantins, do Piauí e da Bahia (Matopiba). A região delimitada pelos estados de Sergipe, Alagoas e Bahia (Sealba) também possui potencial produtivo pela vantagem de localizar-se próximo a portos marítimos.

Destaca-se a manutenção da tendência que vem caracterizando o desenvolvi-

mento agropecuário brasileiro, associada ao movimento de concentração da produção (e da riqueza em geral) no campo. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018), em 2015, a soja, por exemplo, teve 25% da sua produção concentrada em seis microrregiões (as seis maiores produtoras). Ao se agregarem a esse grupo mais 17 microrregiões, chegamos a 50% da produção de soja no País. Ao se avançar ainda nesse agrupamento até alcançar 75% de toda a produção nacional de soja, identificou-se que ela se encontrava concentrada em 57 microrregiões, enquanto as restantes 215 microrregiões com registro do produto responderam pelos demais 25% (comunicação pessoal)²⁶. Essa tendência gera por si só uma série de desafios relacionados ao crescente esvaziamento do campo com encarecimento da mão de obra.

Esses aspectos moldam um novo mosaico de uso e cobertura das terras no Brasil, e sua compreensão é imprescindível para o planejamento e a tomada de decisão em âmbito público e privado. Nesse sentido, estudos que envolvem análises geoespaciais, modelagens agroambientais e inteligência territorial estratégica vêm crescendo. A integração de informações sobre produção animal e vegetal, aspectos sociais e econômicos de forma multiescalar e as análises multidisciplinares facilitam o entendimento das mudanças espaciais e apoiam o desenvolvimento da agricultura brasileira.

²⁶ Entrevista com Fernando Luís Garagorry: agrodinâmica brasileira [set. 2017]. Entrevistador: Marcos A. G. Pena Júnior. Brasília, DF: Secretaria de Inteligência e Macroestratégia (SIM)/Embrapa Sede, 2017. Depoimento presencial. Depoimento concedido à Supervisão de Estudos Estratégicos da SIM/Embrapa.

Processos migratórios e as mudanças espaciais

A análise dos processos migratórios é importante, pois esses explicam, em grande medida, as mudanças espaciais ocorridas na agricultura as quais sinalizam tendências em curso, colocando em evidência as perspectivas de alterações no mapa da produção em um prazo mais curto. Quando se analisa o período correspondente aos últimos 50 anos, é possível citar a formação e o desenvolvimento, principalmente, de três grandes movimentos migratórios, de magnitude nacional e, de certa forma, sequenciais, dos quais dois contribuíram para também produzir mudanças importantes no mapa da produção agrícola.

O primeiro desses movimentos de alta densidade demográfica diz respeito às migrações oriundas do Nordeste em direção, particularmente, às regiões que se industrializaram mais rapidamente, notadamente a cidade de São Paulo e outros polos próximos (Vale do Paraíba, por exemplo), que ocorreram principalmente entre 1960 e 1980. Tanto em termos absolutos quanto relativos, esses vinte a trinta anos foram os de maior impacto em nossa história, no tocante às migrações de origem rural. Nesse período, quase 30 milhões de brasileiros deixaram o seu lugar de origem nas regiões rurais, buscando novas oportunidades em outras regiões do País. Uma parcela desse deslocamento populacional também se dirigiu à Brasília, quando a capital foi constituída. Por tais razões, São Paulo e Brasília podem ser vistas como algumas das maiores “cidades nordestinas” do Brasil.

O segundo movimento migratório, também com origem principal no Nordeste, foi aquele

que se dirigiu às regiões da fronteira agrícola, a partir do final da década de 1970. Uma proporção significativa desses migrantes foi atraída pelas atividades de construção de rodovias, principalmente a BR-230, denominada Transamazônica (de Cabedelo, PB, a Lábrea, AM), a BR-010 (de Brasília, DF, a Belém, PA) e a BR-364 (de Limeira, SP, a Rodrigues Alves, AC). Esse processo migratório foi intensificado pelas expectativas geradas pela mineração de ouro e outros metais preciosos, em especial, no estado do Pará. Em função desse segundo movimento de migrantes nordestinos, ampliou-se a ocupação do Maranhão e do Pará, e alguns grupos chegaram a ocupar regiões mais remotas em Rondônia.

Finalmente, o terceiro movimento populacional, que é, de fato, o mais relevante no que se refere à influência sobre uso e ocupação das terras, diz respeito à “caminhada dos sulistas” (especialmente gaúchos), ocorrida, em especial, a partir dos anos finais da década de 1980 e que foi acentuada na década seguinte. Esse movimento originou-se principalmente com os pequenos produtores que, na década de 1970, aprenderam a plantar soja. Posteriormente, ambicionaram ampliar seus cultivos, mas as terras disponíveis já haviam se esgotado, fazendo com que buscassem novas áreas de expansão agrícola. Inicialmente, esse fluxo migratório direcionou-se ao oeste do Paraná, região essa que, com o tempo, tornou-se um dos maiores polos produtores de soja do País. Depois disso, esses produtores seguiram para outras regiões: Grande Dourados (Mato Grosso do Sul), partes do Triângulo Mineiro, sul de Goiás e, também, a região em torno de Sorriso e Lucas do Rio Verde, já em Mato Grosso. Essas regiões se consolidaram como importantes produtoras de grãos do País (não apenas a soja, mas também a expansão do milho e sua safrinha, além do algodão). Já na década

de 1990, esses produtores avançaram para o norte, entrando no Estado do Pará e, também, para o leste, na Bahia, tendo Luís Eduardo Magalhães como seu epicentro inicial.

Além desses processos migratórios, inúmeros outros poderiam ser analisados e descritos por terem produzido importantes resultados econômicos e produtivos. O crescimento da pecuária bovina, por exemplo, em alguma proporção, resultou da decisão de pecuaristas paulistas de procurarem novas áreas no Centro-Oeste (posteriormente no Norte), o que também permitiu a consolidação da atividade como uma das principais hoje em curso nas regiões rurais.

Além da pecuária de corte, a bovinocultura de leite vem sendo ampliada na região, especialmente em Rondônia. Com 49 laticínios e produção anual de 699 milhões de litros em 2016 (o que representa 50% da produção da região e 3% da produção brasileira)²⁷, o estado é o maior polo produtor de leite entre os nove estados da Amazônia Legal.

Analisados em conjunto, portanto, especialmente os dois últimos movimentos migratórios descritos se traduzem, concretamente, também em “mudanças espaciais” importantes para o estado atual e o futuro próximo da agropecuária brasileira. Em especial, destaca-se o desenvolvimento de um “arco produtivo” de produção de grãos (soja e milho) em uma larga região central do País (Figura 16), que compreende a região oeste da Bahia, metade sul de Goiás, parte dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul,

chegando até mesmo em Rondônia. Na Figura 17, é possível observar as regiões com maior produção de cana-de-açúcar. Essas três culturas compõem, em grande parte, as áreas agrícolas do Cerrado brasileiro, que se tornou a mais dinâmica região agropecuária do País.

De fato, a cana-de-açúcar no Brasil vem passando por mudanças espaciais no seu mapa de produção, caracterizadas por três movimentos principais (Tabela 3): a) forte redução da participação relativa do Nordeste no total da área plantada no País; b) crescimento da participação da região Sudeste, sobretudo dos estados de Minas Gerais e São Paulo; e c) maior protagonismo do Centro-Oeste, principalmente no período de expansão canieira ocorrido após 2002/2003 (quando houve o lançamento do carro *flex*).

Quando se analisa o período correspondente aos últimos 50 anos, é possível citar a formação e o desenvolvimento, principalmente, de três grandes movimentos migratórios, de magnitude nacional e, de certa forma, sequenciais

²⁷ O estado de Rondônia tem aspectos inovadores por ter constituído o Fundo de Investimento e Apoio ao Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira do Estado de Rondônia (Fundo Proleite), como instrumento de natureza orçamentária, financeira e patrimonial, a fim de viabilizar os incentivos previstos na política de desenvolvimento da pecuária leiteira de Rondônia (Rondônia, 2018).

Tabela 3. Área plantada de cana-de-açúcar, por regiões brasileiras, nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016.

	1986		1996		2006		2016	
Brasil	3.951.842		4.750.296		6.355.498		10.226.205	
Norte	8.913	0,2%	9.499	0,2%	20.972	0,3%	63.154	0,6%
Nordeste	1.287.228	32,6%	1.139.688	24,0%	1.120.547	17,6%	995.105	9,7%
Sudeste	2.256.153	57,1%	2.954.877	62,2%	4.142.674	65,2%	6.626.119	64,8%
Sul	196.841	5,0%	338.182	7,1%	483.246	7,6%	675.601	6,6%
Centro-Oeste	202.707	5,1%	308.050	6,5%	588.060	9,3%	1.866.226	18,2%

Fonte: IBGE (2018).

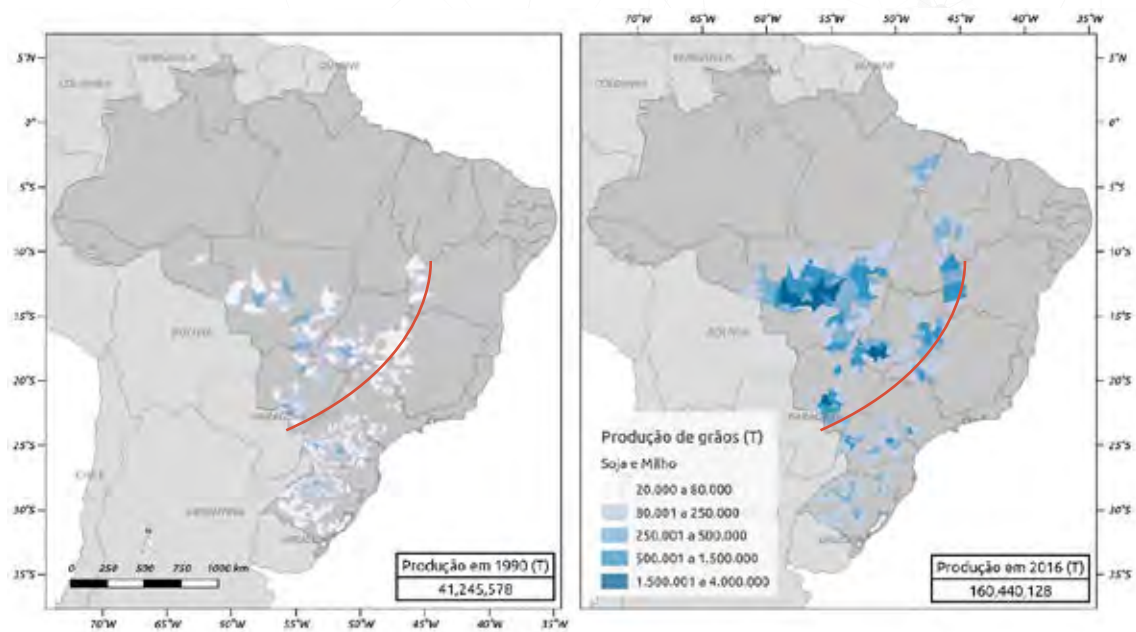


Figura 16. Municípios brasileiros que compunham o “arco produtivo” de produção de grãos (especialmente soja e milho) no País, em 1990 e 2016. Nota: processamento Embrapa Informática Agropecuária.

Fonte: IBGE (2018)

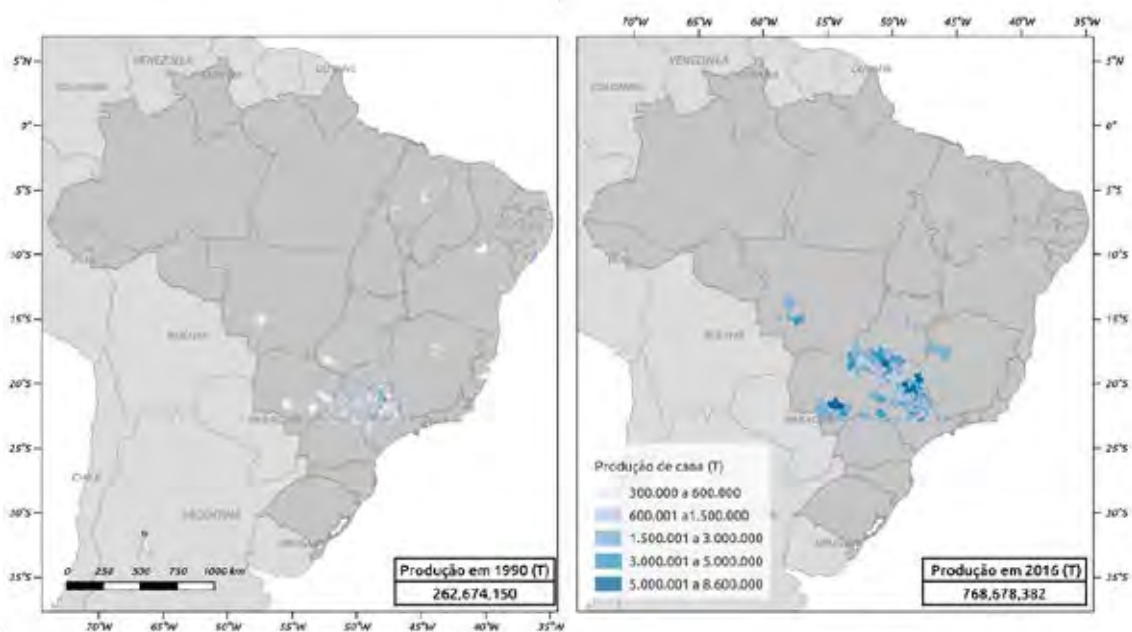


Figura 17. Municípios brasileiros que compunham as principais regiões produtoras de cana-de-açúcar, em 1990 e 2016. Nota: processamento Embrapa Informática Agropecuária. Fonte: IBGE (2018).

O algodão, que na década de 1980 tinha a produção concentrada principalmente na região Nordeste (principalmente Bahia e Ceará) e nos estados do Paraná e de São Paulo (essas regiões somavam 83% do total produzido em 1988), passou a ter sua produção delimitada a praticamente dois estados: Bahia e Mato Grosso. Este último detinha mais de 66% da área plantada em 2016. O Paraná, que em 1988 era o principal estado produtor, não produz mais algodão.

Com relação especificamente à produção de arroz, embora a área plantada tenha reduzido de 6 milhões de hectares em 1988 para cerca de 2 milhões em 2016, a quantidade produzida permaneceu praticamente estável (em 1988, a produção foi de 11,8 milhões de toneladas e, em 2016, de 10,6 milhões). Contudo, as principais áreas de produção (com seus diferentes sistemas de produção) passaram por alterações significativas. Na década de 1980, a região Centro-Oeste era a principal produtora (36% do total produzido – arroz de terras altas). Atualmente, a região Sul tornou-se a principal pro-

duzora, com 62,9% do total produzido (arroz de várzea) em 2016 (IBGE, 2018). Considerando a tendência de redução da participação do arroz de terras altas na produção total nacional, deverá ocorrer um aumento considerável na produtividade média (Projeções..., 2017). Destaca-se também que houve forte redução da área plantada com a cultura na região Nordeste, que, em 1988, chegou a ter área de 1,5 milhão de hectares e, em 2016, passou a ter apenas 267 mil hectares. A região Sudeste, por sua vez, cuja área era de 932 mil hectares em 1988, reduziu praticamente cinco vezes a produção de arroz, alcançando 18.869 ha em 2016 (IBGE, 2018).

Esses aspectos relacionados à mudança espacial da agricultura nos anos mais recentes podem ser evidenciados ainda pela comparação do cultivo de grãos²⁸ entre 1990 e 2017. Nesse período, a região Centro-Oeste mais que triplicou a sua área plantada com essas

²⁸ Os grãos considerados referem-se a 15 produtos pesquisados mensalmente pela Conab. São eles: algodão – caroço, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale.

culturas, chegando ao patamar de 41% da área total (Figura 18). A região, que em 1990 produzia 11,2 milhões de toneladas de grãos (correspondentes a 19% do total), teve sua produção aumentada em cerca de 10 vezes (atingindo 103 milhões de toneladas) em 2017, e passou a representar 44% do total na-

cional. Por sua vez, a região Sul passou por forte redução em sua representatividade de área colhida, de 44% para 32%. Embora a quantidade produzida de grãos nessa região tenha reduzido de 56% para 35%, em termos absolutos aumentou 2,5 vezes, passando de 32 para 83 milhões de toneladas.

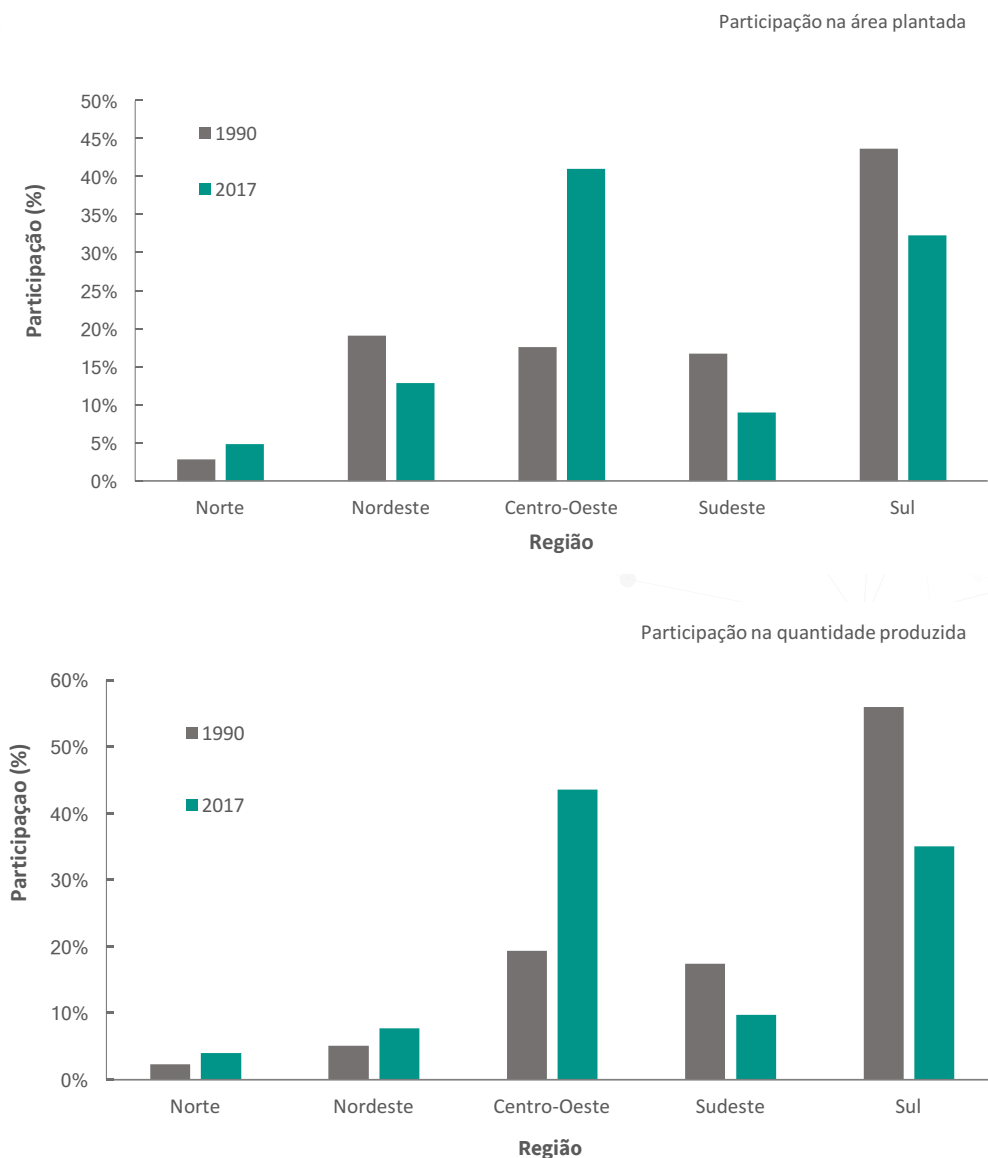


Figura 18. Participação regional no total da área colhida e da quantidade produzida de grãos, em 1990 e 2017. Fonte: Conab (2018).

A importância da região agrícola que compõe o arco produtivo delimitado na Figura 16 (para o ano de 2016) não deve ser subestimada, pois ainda poderá ocorrer, nos próximos anos, forte ampliação da área plantada e, em particular, dos volumes de produção. Embora sendo uma nova região, onde são encontradas propriedades extremamente modernizadas, do ponto de vista tecnológico e, também, administrativo, há muito ainda a avançar em termos de crescimento da produtividade. Além disso, a área plantada poderá se expandir ainda mais para o norte, especialmente para o estado do Pará e para a região do Matopiba (Miranda et al., 2014).

A produção de grãos na região do Matopiba foi de 20,5 milhões de toneladas na safra 2016/2017. As projeções indicam que essa produção deverá atingir 26 milhões de toneladas até 2026/2027, o que continuará representando 9% da produção nacional. Análises apontam que essa dinâmica agrícola é acentuada pelo fato de a região possuir algumas características essenciais para a agricultura moderna, como áreas planas e extensas, solos potencialmente produtivos, disponibilidade de água e clima propício, com dias longos e elevada intensidade de radiação solar, mesmo que ainda possua certas limitações na logística (especialmente transporte terrestre e capacidade portuária), na comunicação e, em algumas áreas, nos serviços financeiros. As mudanças envolvem áreas de expansão e de conversão de uso, especialmente na substituição de pastagens pela agricultura de larga escala, favorecidas pela mecanização e intensificação da produção (Bolfe et al., 2016).

Outra região com potencial produtivo – especialmente para a soja, como uma alternativa à produção da cana-de-açúcar que se encontra em declínio –, é a composta por

municípios da região Sealba, cuja área de produção totaliza 5,15 milhões de hectares, 68% localizados no bioma Mata Atlântica e 32% na Caatinga²⁹. A produção nessa região possui as seguintes vantagens: a) época de plantio e colheita diferenciada em relação às demais regiões produtoras de soja do Brasil; b) proximidade de terminais portuários marítimos nos três estados (como, por exemplo, o de Aracaju), o que pode reduzir custos relacionados ao frete; c) proximidade de grandes bacias leiteiras; d) proximidade de usinas produtoras de biodiesel; e) oportunidades para a diversificação produtiva na agricultura (Procópio et al., 2016; Dall’Agnol, 2017).

As mudanças espaciais aqui descritas também seguiram trajetórias baseadas nos preços da terra no Brasil. Embora os anos entre 1994 e 1999 tenham registrado tendência de queda em termos reais, o período subsequente, de 2000 a 2013, registrou aumento significativo (Bacha et al., 2016), em torno de 6,8% ao ano (Gasques et al., 2015). As terras de dupla aptidão, isto é, aptas para agricultura e pecuária, têm-se valorizado ainda mais³⁰. O Nordeste e o Centro-Oeste foram as regiões que apresentaram taxas reais mais elevadas de crescimento anual do preço de venda da terra de lavouras no período 2000-2012, 10,68% e 8,66%, respectivamente Figura 19. Situação similar ocorreu nessas regiões com relação ao preço real de venda das terras de pastagem. As terras de lavouras mais caras do Brasil estão localizadas no Sul e no Centro-Oeste do País e as de pastagem encontram-se no Sul e Sudeste (Gasques et al., 2015).

²⁹ Apesar da aparente viabilidade do cultivo da soja em Sealba (testes de adaptação foram conduzidos pela Embrapa Soja), a cultura na região não está inserida no programa de Zoneamento de Risco Climático do Mapa, o que a impede de acessar os benefícios inerentes ao seguro agrícola e a empréstimos bancários (Dall’Agnol, 2017).

³⁰ Segundo o Relatório de Análise do Mercado de Terras da Informa Economics FNP (2014).

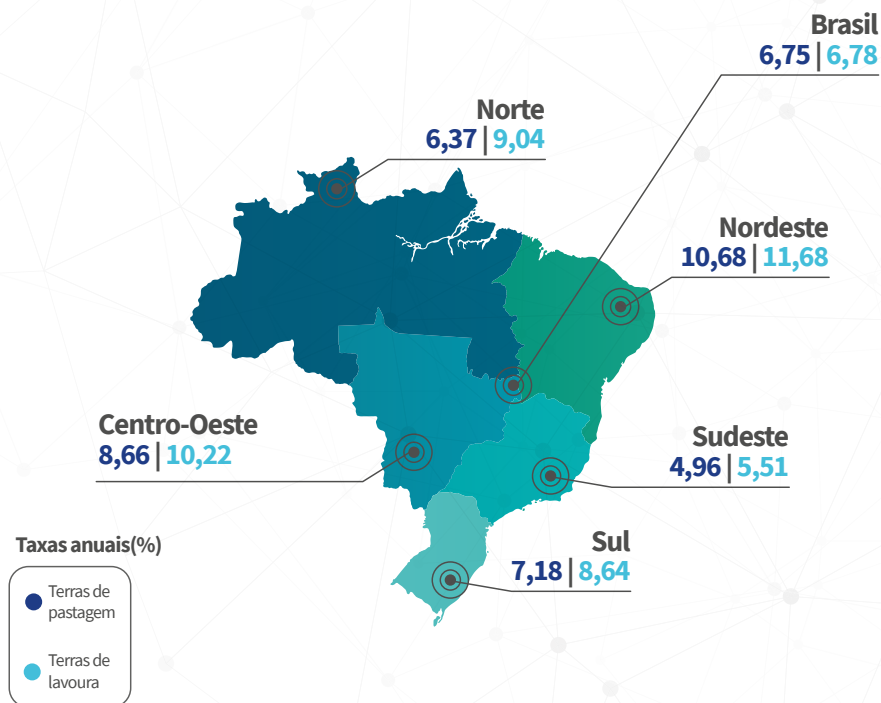


Figura 19. Taxas de crescimento anual dos preços reais de vendas de terras no Brasil, no período de 2000-2012. Fonte: Adaptado de Gasques et al. (2015).

A perspectiva crescente da demanda mundial de alimentos nos próximos anos, somada às crescentes limitações para expansão de áreas para produção agrícola, à tendência de queda da taxa de juros doméstica, ao aumento da produtividade da terra e ao crescente interesse de empresas/grupos estrangeiros de investir na compra de terras no País (Mandl; Adachi, 2017), sugere que o preço do recurso terra deve continuar valorizando de forma significativa nos próximos anos. Essa tendência e a expressiva participação da terra no custo de produção trazem importantes implicações para a necessidade do aumento da produtividade e, ao mesmo tempo, para a conservação ambiental.

Mudanças espaciais e aspectos socioeconômicos

A importância analítica do exame das mudanças espaciais associadas ao setor agropecuário brasileiro, em uma perspectiva histórica, decorre especialmente da possibilidade de identificar os determinantes principais de tais mudanças e inferir sobre possíveis alterações futuras. Se forem, por exemplo, motivações associadas às características exclusivamente sociais (em seu significado mais estreito), o novo mosaico espacial daí decorrente não indicará a ocupação de novas áreas rurais, pois estas últimas seriam ainda precárias

para atrair os migrantes. Por essa razão, o primeiro movimento migratório citado anteriormente decorreu da procura por trabalho e moradias urbanas, elegendo as cidades como o seu destino final, já que seria uma “migração devido aos fatores de expulsão” (por causa da precariedade da vida social rural).

A predominância de determinantes sociais foi a marca mais decisiva no passado, por essa razão alguns autores³¹ mencionam que estaríamos observando a transição do “Brasil agrário” do passado, sob o qual predominavam os temas ligados à concentração estrutura fundiária (e seus termos correlatos, como “latifundiários”) e também os temas relacionados à pobreza rural e à falta de direitos trabalhistas no campo, para um país agrícola. Atualmente os determinantes principais passaram a ser aqueles de natureza econômico-financeira, e os fatores “terra” e “trabalho” vêm deixando de ter a proeminência que demonstraram no passado. Sob essa nova óptica, o fator principal para explicar o crescimento da produção e da produtividade do setor agropecuário passa a ser a tecnologia e sua incorporação pelos produtores rurais em suas atividades.

Por essa razão, o terceiro movimento migratório citado anteriormente evidencia uma natureza distinta e inédita na história rural brasileira. Reflete, em especial, um movimento de pessoas, mas, dessa vez, associado também à mobilidade dos capitais, demonstrando, essencialmente, a formação de um setor agropecuário

³¹ Embora as mudanças produtivas recentes venham atraindo a atenção analítica de diferentes estudiosos, o maior esforço de interpretação foi desencadeado a partir de 2013, com a publicação do artigo *Sete teses sobre o mundo rural brasileiro* (Buainain et al., 2013), o qual foi seguido, no ano seguinte, pelo livro *O mundo rural no Brasil do século 21* (Buainain et al., 2014). Consulte-se, sobre o mesmo assunto, Navarro (2016), Chaddad (2017) e Navarro e Buainain (2017).

que se modernizou fortemente e até mesmo se integrou, com o fenômeno da globalização, aos mercados mundiais. Em termos mais diretos: os movimentos espaciais das últimas duas décadas evidenciam que os produtores rurais vêm procurando novas terras, agora motivados por fatores que são, primordialmente, econômicos e financeiros. Buscam manter ou ampliar as suas taxas de lucratividade e, para isso, movimentam-se no interior do território produtivo em busca de novas terras cujo custo de aquisição seja mais baixo e onde possam ampliar os seus negócios.

Outro fator que, nas últimas décadas, contribuiu para o processo migratório no País foram os programas de reforma agrária em seus diferentes níveis. No âmbito federal, esses programas resultaram no assentamento de mais de 1,25 milhão de famílias distribuídas em cerca de 9 mil assentamentos. Essas áreas ocupam em torno de 90 milhões de hectares em todas as regiões do País, e a Amazônia Legal responde por aproximadamente 55% das famílias, 38% do número de projetos e 88% das áreas (Brasil, 2015). Esses assentamentos passam por desafios constantes relacionados à sua capacidade produtiva e fixação das populações no meio rural diante das condições de crédito, infraestrutura, assistência técnica e extensão rural.

Análises sobre possíveis mudanças espaciais da produção que ocorrerão nos próximos anos, considerando aspectos relacionados à produção de grãos, à criação de rebanho bovino, aos abates de animais e aos preços de terras, demonstram uma tendência contínua do deslocamento geográfico da produção agrícola do Sul e do Sudeste, e sua consolidação, na próxima década, na região central do País e no Nordeste, além de um crescimento em direção ao Norte, especialmente Pará, Rondônia e Tocantins (Projeções..., 2017).

Como consequência, há uma concentração da riqueza nessas regiões, sobretudo no Mato Grosso, o que pode ser analisado por meio de dados de valor bruto da produção agrícola dos principais municípios, em 1996, 2006 e 2016 (Tabela 4). Conforme se observa, em 1996, configuravam entre as principais regiões produtoras, municípios dos estados de SP, PR e RS. Contudo, com o passar dos anos, a região central do Brasil foi se tornando o mais significativo polo produtor de riqueza agropecuária e, em 2016, entre os 20 municípios que mais extraíam riqueza da agricultura nenhum se situava entre

as regiões mais antigas de produção (a maioria pertencendo agora ao estado de MT).

Essa tendência à ocupação das novas áreas de fronteira deve manter-se nos próximos anos, particularmente em relação à região de Matopiba, considerada a atual fronteira agrícola nacional. Além disso, observa-se que o valor médio da produção, por município, elevou-se consideravelmente no período analisado. O Município de Sorriso, por exemplo, cujo valor da produção, em termos reais, era de 590 milhões de reais em 1996, passou a ser de 3,2 bilhões em 2016.

Tabela 4. Valor bruto da produção agrícola (em mil reais) dos principais municípios e total do Brasil (lavouras temporárias e permanentes), em 1996, 2006 e 2016.

1996			2006			2016		
TOTAL BRASIL		139.835.601			150.973.269			267.299.119
1	Campo Novo do Parecis, MT	892.562	1	São Desidério, BA	1.273.042	1	Sorriso, MT	3.196.217
2	Sorriso, MT	590.454	2	Sapezal, MT	1.139.608	2	Sapezal, MT	2.784.043
3	Morro Agudo, SP	557.494	3	Sorriso, MT	1.128.061	3	Nova Ubiratã, MT	2.074.175
4	Barreiras, BA	550.408	4	Campo Novo do Parecis, MT	823.469	4	Campo Novo do Parecis, MT	2.035.729
5	Rio Verde, GO	468.485	5	Campo Verde, MT	811.064	5	Nova Mutum, MT	1.886.774
6	Guaíra, SP	458.947	6	Nova Mutum, MT	700.197	6	Jataí, GO	1.861.916
7	Castro, PR	450.702	7	Uberaba, MG	692.700	7	Cristalina, GO	1.848.771
8	Uruguaiana, RS	415.640	8	Diamantino, MT	646.179	8	Rio Verde, GO	1.752.264
9	Primavera do Leste, MT	406.575	9	Jataí, GO	608.886	9	Diamantino, MT	1.665.981
10	Assis Chateaubriand, PR	404.814	10	Barreiras, BA	601.498	10	Campo Verde, MT	1.635.691
11	Diamantino, MT	394.709	11	Lucas do Rio Verde, MT	597.049	11	São Desidério, BA	1.543.883
12	Itaqui, RS	373.748	12	Cristalina, GO	590.795	12	Primavera do Leste, MT	1.405.206
13	São Desidério, BA	371.917	13	Rio Verde, GO	575.019	13	Maracaju, MS	1.391.940
14	Itiquira, MT	357.278	14	Primavera do Leste, MT	562.165	14	Lucas do Rio Verde, MT	1.371.937
15	Juazeiro, BA	355.531	15	Campos de Júlio, MT	554.465	15	Rio Brilhante, MS	1.172.054
16	Mogi Guaçu, SP	353.034	16	Maracaju, MS	538.796	16	Formosa do Rio Preto, BA	1.141.860
17	Guarapuava, PR	351.371	17	Morro Agudo, SP	507.824	17	Ponta Porã, MS	1.137.457
18	São Gabriel do Oeste, MS	348.909	18	Casa Branca, SP	467.570	18	Uberaba, MG	1.134.489
19	Jataí, GO	347.868	19	Paraguaçu Paulista, SP	449.564	19	Campos de Júlio, MT	1.118.125
20	Piracicaba, SP	347.375	20	Uruguaiana, RS	443.163	20	Unaí, MG	1.105.027

Região	Sul	Sudeste	Nordeste	Centro-Oeste
--------	-----	---------	----------	--------------

Nota: valores reais a preços de 2016.

Fonte: IBGE (2016).

As mudanças espaciais do uso da terra no Brasil deverão ser determinadas também por aspectos legais ambientais, principalmente em razão da necessidade de adequação ambiental dos estabelecimentos agropecuários ao novo Código Florestal e do aumento da eficácia, eficiência e efetividade do sistema de governança ambiental.

Diante de tais requerimentos legais e da tendência de aumento da demanda interna e externa, espera-se, para os próximos 10 a 15 anos, a ocorrência de dois processos principais, com impactos na alocação espacial da produção. Primeiramente, a competição que se acirra entre os agentes econômicos do setor agropecuário forçará o crescimento da produtividade e, por consequência, a intensificação produtiva, fenômeno que já se observa nas regiões de maior dinâmica econômica (especialmente na produção de grãos). Nesse caso, os agentes econômicos irão procurar novas terras para ampliar suas atividades, substituindo áreas de pastagens por lavouras de grãos na mesma região ou ocupando as regiões ainda relativamente subutilizadas do campo brasileiro.

Em segundo lugar, a natureza essencialmente econômica da atividade também promove mudanças espaciais, pois os agentes dos diferentes subsetores produtivos cada vez mais se movem em função da variável lucratividade. Um exemplo dos anos recentes é a avicultura, um ramo de alta densidade tecnológica.

Ao assumir tal posição, em forte competição com os exportadores norte-americanos, reduzir os custos de produção tornou-se um requerimento essencial para acessar mercados. Nesse sentido, a realocação da produção para regiões mais próximas de produção do principal insumo (milho) tornou-se cada vez mais estratégico. No caso brasileiro, isso significou um movimento espacial da produção avícola, que foi “subindo” do oeste

catarinense para o oeste paranaense e, aos poucos, também vem se instalando mais ao centro e a nordeste do País.

A lógica econômica, portanto, também significa que as “especializações regionais”, como foi no passado o caso da produção paulista de café, a produção de cana em algumas partes de Pernambuco ou da Paraíba, ou a produção de arroz na depressão central gaúcha, entre outras situações típicas da história rural, doravante deixarão de existir com a mesma força. Os movimentos espaciais da agricultura, crescentemente, estarão correlacionados com as variáveis econômicas e financeiras, as quais indicarão as formas sociais de ocupação e uso da terra nos anos vindouros.

Além disso, novas mudanças espaciais no território rural são esperadas, sobretudo em razão de ser o Brasil um raro caso, no mundo, de país que ainda pode ampliar significativamente o total de sua produção agropecuária, dadas as diferentes possibilidades de expansão da área total utilizada – intensificação, terras de pastagens, etc. Atualmente, em todas as regiões brasileiras já existem dezenas de produtos e derivados que constam nas estatísticas oficiais de produção vegetal e animal. Estima-se um importante incremento para a próxima década para cultivos de grãos como amendoim, girassol, mamona, sorgo, aveia, canola, centeio, cevada e triticale. O cultivo do trigo no Cerrado, com perspectiva de produção apropriada para panificação, terá impacto sobre a produção nacional.

Salienta-se ainda a crescente demanda nacional e internacional que tem impulsionado a implantação de novas áreas com as chamadas *pulses*, subgrupo da família das leguminosas que engloba grãos secos, como feijão-comum, feijão-caupi, ervilha, lentilhas, grão-de-bico, entre outros. Da mesma forma, espera-se que seja expandida a diversi-

ficação da produção comercial de frutas (a exemplo do que ocorreu com a cadeia do açaí, com mercado crescente tanto internamente quanto internacionalmente) e de produtos de origem florestal, como a palma de óleo para o setor alimentício e de biocombustíveis. Nas proteínas animais, a aquicultura é considerada emergente, em razão da crescente demanda de consumo nacional e internacional relacionada aos aspectos sociais, econômicos, de saúde e religiosos.

A silvicultura também tem impulsionado importantes mudanças com vistas à produção de energia, madeira, celulose e papel. O Brasil possui aproximadamente 10 milhões de hectares de florestas plantadas - eucalipto (7,5 milhões), pínus (2,4 milhões) e outras espécies (0,4 milhão) (Boletim SNIF, 2017). As regiões Sudeste e Sul continuam concentrando grande parte da produção, porém novas áreas e indústrias têm se intensificado no Nordeste e Centro-Oeste do País, especialmente em Mato Grosso do Sul.

Outro fator que tem contribuído para a mudança espacial da produção agropecuária é a expansão dos cultivos irrigados. A irrigação passou de 462 mil hectares em 1960 para 6,1 milhões em 2014 (Zoneamento..., 2017), especialmente em razão do uso de pivôs centrais, que perfazem um total de 19.892 unidades (79% no Cerrado) distribuídas em 1,3 milhão de hectares (Levantamento..., 2016). No Nordeste, destacam-se os perímetros irrigados, que ocupam 65 mil hectares, com geração de 120 mil empregos diretos e indiretos (Perímetros..., 2014).

Embora de menor magnitude, a produção agrícola em ambiente protegido tem experimentado expressivo crescimento no mundo (sobretudo nos países asiáticos, em particular a China, com mais de 3 milhões de hectares). No Brasil, o cultivo protegido totaliza apenas 30 mil hectares (Rodrigues, 2015). Contudo, a possibilidade de produção em

condições climáticas adversas e concentrada próximo aos mercados consumidores possibilita o crescimento da produção em áreas específicas.

Outros aspectos podem ainda exercer influência nos próximos anos na alocação espacial da agricultura brasileira, entre os quais se destacam a possível ampliação de compra de terras por estrangeiros para até 100 mil hectares e a possibilidade de arrendamento de outros 100 mil hectares³²; a necessidade de otimizar o uso das terras dos assentamentos rurais existentes (quase 90 milhões de hectares distribuídos em todas as regiões do País); e melhorias tecnológicas visando à incorporação das pastagens degradadas – que só para o Cerrado já ocupam cerca de 20 milhões de hectares – na produção de grãos (Andrade et al., 2015).

Concentração da renda no campo

A agricultura brasileira vem apresentando intenso aumento da produção e da produtividade. O grande volume das compras chinesas desencadeadas a partir do início da década de 2000 (levando ao chamado *boom* de commodities) estimulou esse aumento e criou as bases econômicas que propiciaram os investimentos necessários para tal. Ampliou-se o rol de produtos cultivados e o número de países para os quais o Brasil exporta alimentos. Os produtores intensificaram o uso de seus recursos e se capacitaram para gerir os seus estabelecimentos com crescentes cuidados administrativos e gerenciais. Ou seja, o sucesso passou a ser cada vez mais dependente da capacidade do produtor de se apropriar das inovações.

Se, por um lado, esse movimento foi de extrema importância para o desempenho geral da economia do País, por outro, vem conduzindo

³² Projeto de Lei nº 4.059/2012, tramitando no Congresso Nacional (Brasil, 2012a).

a um processo de seletividade social. A crescente complexidade da gestão da atividade (inclusive pela ampliação da normatividade ambiental), atrelada à dificuldade que a maioria dos pequenos produtores tem de se apropriar de conhecimento tecnológico adequado, entre outros fatores, aparenta estar fazendo com que parte considerável dos moradores dos estabelecimentos rurais desista de permanecer em suas atividades, especialmente aqueles que não conseguem se integrar adequadamente aos mercados e à competição natural em tais períodos expansivos (Navarro; Campos, 2013).

Como ilustração, apresenta-se, na Figura 20, o caso da suinocultura do oeste de Santa Catarina, uma das regiões brasileiras mais for-

tes nesse subsetor produtivo. No último meio século, por causa do desenvolvimento tecnológico observado no setor, o processo de seleção aprofundou-se e, assim, enquanto foram sendo eliminados produtores da integração contratual antes existente, aumentou de forma expressiva a produção total, a fim de atender os mercados interno e externo. Enquanto a produção saltou, no período de 1985-2006, de 229 para 682 mil toneladas, o número total de produtores reduziu de cerca de 35 mil para pouco mais de 12.500 (Figura 20) (tendo o percentual de produtores integrados contratualmente às indústrias aumentado de 40% para 55,5%) (Navarro; Campos, 2013; Miele; Miranda, 2013).

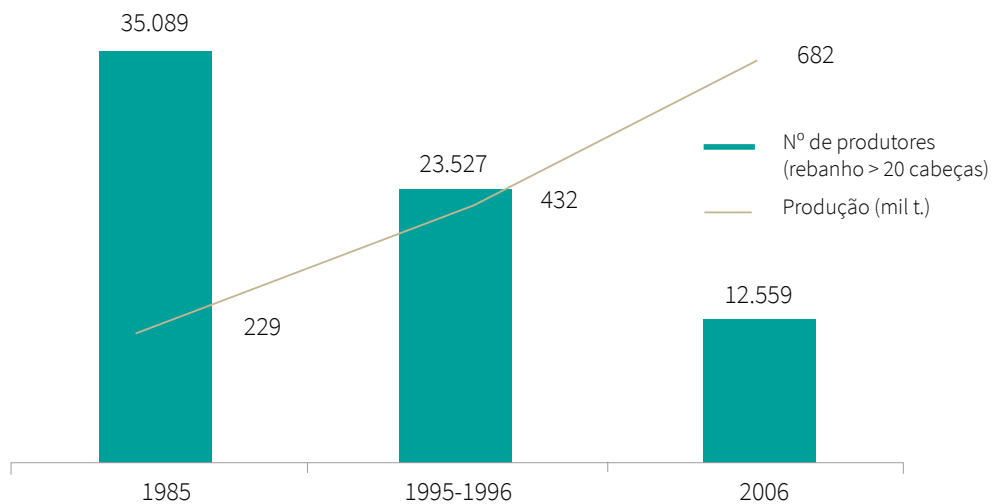


Figura 20. Número de produtores na suinocultura industrial e produção de carne suína, em Santa Catarina (1985, 1996 e 2006).

Fonte: Miele e Miranda (2013).

É importante destacar que essas tendências vêm caracterizando o desenvolvimento agropecuário brasileiro em praticamente todos os seus subsetores. Inicialmente, tratou-se de um processo típico da produção de suínos e aves, mas, atualmente, começa também a caracterizar a pecuária de leite e, gradualmente, vai abarcando os demais se-

tores, inclusive os ramos produtivos da agricultura. Isso vem ocorrendo até mesmo em subsetores que, no passado, eram típicos de pequenos produtores (como hortigranjeiros e produtores de feijão, por exemplo).

Com base no que foi exposto, conclui-se que, nos próximos anos, esse movimento de

concentração da produção (e da riqueza em geral) no campo brasileiro continuará sendo observado ainda mais, tornando-se uma tendência irreversível. E, sem dúvida, esse processo econômico concentrador produz implicações diretas para a ação governamental, incluindo a pesquisa agrícola, e também para a disseminação das novas tecnologias.

Esses argumentos servem para corroborar as análises que demonstram que a agricultura brasileira apresenta acentuado grau de concentração da produção e da renda no campo³³ (Alves et al., 2013). Segundo dados do Censo 2006, apenas 0,43% dos estabelecimentos rurais, o que corresponde a cerca de 22 mil dos 5.175.489 existentes no Brasil, responde por mais da metade do valor produzido (Alves; Rocha, 2010). Esses números se opõem à vasta maioria dos estabelecimentos (3,7 milhões), cuja renda bruta (em salários mínimos mensais) atinge, no máximo, dois salários mínimos (Navarro; Campos, 2013). Ampliando o percentual para 85% do valor da produção, apenas 8% ou aproximadamente 420 mil estabelecimentos responderam por esse valor.

Examinando os 4.751.800 estabelecimentos que contribuíram para os 15% restantes do valor da produção (renda bruta) em 2006, observou-se que 975.974 deles produziram entre dois e dez salários mínimos mensais da época e, com isso, participaram com 11% da renda agrícola bruta total. Esse conjunto de estabelecimentos, localizados principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, tem perspectiva de solucionar esse problema de baixa renda por meio da agricultura (precisando de auxílio em aspectos

³³ Contudo, esse processo não é particularidade do Brasil. Nos Estados Unidos (EUA), os estabelecimentos rurais com renda bruta anual igual ou superior a US\$ 1 milhão representavam, em 2015, 4% das propriedades agrícolas e eram responsáveis por 52% do valor da produção agropecuária (em 1991, essa participação foi de 32%). Ou seja, a concentração da produção não é apenas elevada, mas também vem crescendo ao longo dos anos.

relacionados à extensão rural, ao crédito de custeio e aos investimentos, entre outros) (Navarro; Campos, 2013).

Para os demais 3.775.826 estabelecimentos (73% do total), o valor médio da produção mensal equivale a 0,43 salário mínimo, o que revela um dos principais desafios que deve ser enfrentado pela pesquisa agrícola e pela política pública brasileira. Será preciso encontrar soluções que contribuam para que as famílias desse grupo de menor porte econômico, concentrado principalmente na região Nordeste, superem o problema de insuficiência de renda (Alves; Rocha, 2010).

A pobreza é um grave problema em todo o mundo, sobretudo nas áreas rurais do mundo, que abrigam mais de 70% da população pobre (Rural..., 2010). A proporção da população mundial vivendo na extrema pobreza³⁴ diminuiu de 44,3% em 1981 para 10,7% em 2013, entretanto a situação de baixo crescimento econômico observada na atualidade em vários países ameaça o alcance da meta de erradicar a pobreza extrema em nível global até 2030 (World..., 2017).

Quando se analisam os dados de pobreza no Brasil como um todo, nota-se que a prevalência da extrema pobreza^{35,36} reduziu de 7,6% do total da população em 2004, para

³⁴ A definição de extrema pobreza utilizada aqui pelas Nações Unidas tem como base uma linha de pobreza de US\$ 1,90 por dia.

³⁵ A linha de extrema pobreza no Brasil considerada nesse estudo corresponde a uma renda per capita mensal inferior a R\$ 70,00, em valores de 2011 (Banco Mundial, 2017c). O Brasil não conta com uma linha oficial de pobreza e extrema pobreza. Contudo, de acordo com as Nações Unidas (2017), pode-se considerar que a linha de pobreza extrema mais recomendada para se medir a pobreza no país advém do Decreto nº 8.794/2016, que define critérios de renda para transferência de benefícios sociais e considera em situação de extrema pobreza aquela população com renda familiar per capita mensal de até R\$ 85,00, e em situação de pobreza as famílias com renda mensal per capita de até R\$ 170,00.

³⁶ A conclusão de que a incidência da pobreza no Brasil seguiu uma tendência de queda nos últimos anos resulta tanto de análises que utilizam a variável renda como indicador do bem-estar, quanto de estudos que usam o consumo como medida básica, como, por exemplo, Rodrigues et al. (2014).

2,8% em 2014 (Banco Mundial, 2017c)³⁷. Fato similar ocorreu na área rural: a situação de extrema pobreza diminuiu de 21,8% da população rural em 2002 para 7,6% em 2014 (Figura 21). Vários fatores contribuíram para essa trajetória, entre os quais estão o crescimento da economia brasileira, a expansão do mercado de trabalho, aumentos reais do salário mínimo e políticas de transferência de renda (exemplos dessas políticas são o Programa Bolsa Família, o Plano Brasil Sem Miséria e o Benefício de Prestação Continuada de Assistência Social) (Rocha, 2013; Skoufias et al., 2017).

Entretanto, a pobreza continuará sendo um dos principais desafios a serem enfrentados na área rural do Brasil, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste. Segundo dados do Censo 2006, cerca de 70% dos estabelecimentos rurais do País tinham renda média mensal de 0,43 salário mínimo e praticamente 57% desses estabelecimentos estão concentrados no Nordeste e apresentam média mensal de 0,35 salário mínimo.

O Nordeste, embora heterogêneo em inúmeros aspectos, caracteriza-se pela predominância de vasta área com características climáticas

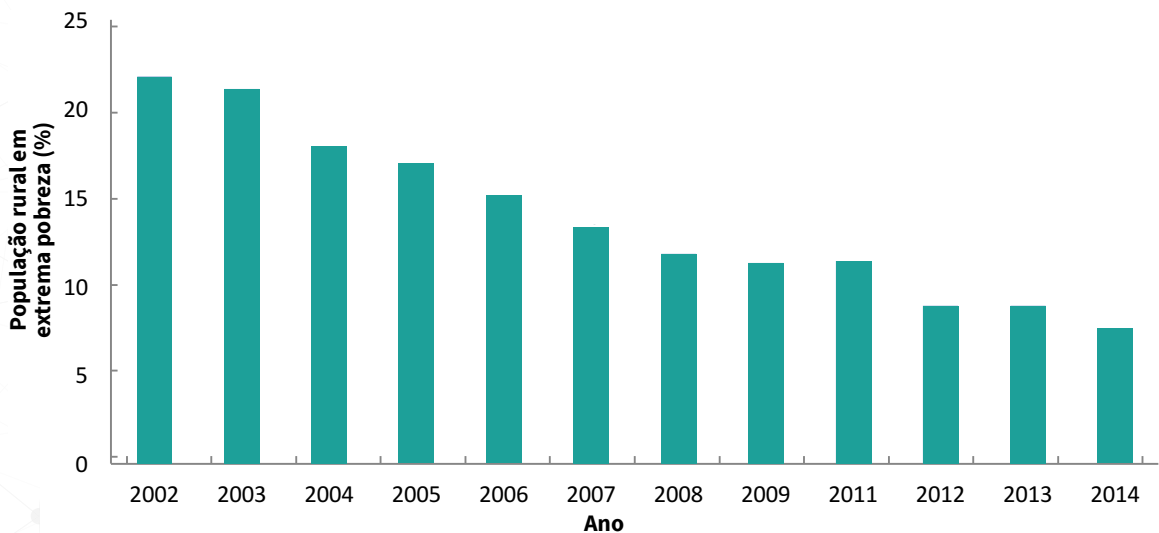


Figura 21. Extrema pobreza na área rural do Brasil, de 2002 a 2014 (valores em porcentagem).

Fonte: IBGE (2016).

³⁷ Convém mencionar que o Banco Mundial recomenda a adoção de três parâmetros de definição de pobreza, a depender do custo de vida de cada país: renda per capita de até US\$ 1,90, US\$ 3,20 e US\$ 5,50 por dia. Para o Brasil, o Banco Mundial sugere adotar o parâmetro de US\$ 5,50 ao dia. Se fosse considerado esse nível de renda, em 2015 o Brasil possuía 22,1% da população vivendo em situação de extrema pobreza (Banco Mundial, 2017a, 2017b). Além disso, os dados apresentados não consideram o período 2014-2016, em que houve retração da economia brasileira e, possivelmente, aumento da parcela da população nos estratos de pobreza e extrema pobreza.

similares³⁸. O Semiárido, que abarca oito dos nove estados nordestinos, abriga aproximadamente 40% da população da região e 57% da sua população rural. Em 2006, 64% dos 2.054.327 estabelecimentos rurais do Nordeste estavam no Semiárido, dos quais 97% pertenciam às classes de renda bruta, denominadas “muito pobre” e “pobre” (Alves; Souza, 2015a).

³⁸ Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mL; índice de aridez de até 0,5; e risco de seca maior que 60% (Christofidis, 2005).

De fato, a aptidão do solo e as condições edafoclimáticas do Semiárido resultam em ambiente pouco propício à produção agrícola (Buainain; Garcia, 2013), considerando a conjuntura socioeconômica e geopolítica atual³⁹. A mudança do clima aponta ainda para o agravamento das dificuldades de produção na região. Como a deficiência hídrica e o padrão irregular de precipitação pluviométrica são fatores condicionantes para o desenvolvimento da agricultura na região, a definição de estratégias para o sistema de CT&I agrícola – como foco no desenvolvimento e adaptação de tecnologias para recuperação e conservação de mananciais, captação, armazenamento e uso eficiente dos recursos hídricos na agricultura – requer atenção particular de pesquisadores e formuladores de políticas públicas.

A pobreza rural também é bastante intensa na região Norte, onde 94% dos estabelecimentos com área igual a (ou menor que) 100 ha (e 74% dos estabelecimentos maiores que 100 hectares) pertenciam (em 2006, com base no último Censo Agropecuário do IBGE) às classes de renda bruta denominadas “muito pobre” e “pobre”. Além disso, as classes com renda média acima de R\$ 3.000,00 mensais em 2006 foram responsáveis por 67% da renda bruta gerada na região, o que reforça o processo de concentração da renda. Cabe destacar a expressiva parcela das populações indígenas e comunidades tradicionais extrativistas que são usuárias e “guardiãs” de parcela substancial de áreas de conservação de uso sustentável no bioma Amazônia e que estão inseridas nas classes de extrema pobreza e de pobreza no meio rural brasileiro.

³⁹ Uma vez que, com recursos e tecnologia adequados, o Semiárido pode se tornar uma região de importante produção agrícola.

Para superar essas limitações, vários esforços vêm sendo empenhados por organizações nacionais de pesquisa e universidades a fim de promover o desenvolvimento tecnológico dessas regiões. Resultados positivos têm sido obtidos⁴⁰, porém ainda há muito a ser feito com relação aos seguintes aspectos: geração e transferência de tecnologias, formulação de políticas públicas, ampliação do uso de irrigação e manejo adequado dos solos.

Essa realidade evidencia a importância do desenvolvimento de tecnologias e políticas que favoreçam maiores níveis de produção agrícola e renda das famílias que vivem na pobreza. Por exemplo, pesquisas que substituam ou tornem mais baratos insumos que são de grande importância particularmente para a pequena produção (Alves, 2016). Tecnologias que agreguem valor aos produtos ou incluam novos produtos no mercado também podem contribuir para melhorar a renda e o bem-estar dessas famílias de produtores rurais pobres e extremamente pobres.

Contudo, apenas o desenvolvimento de tecnologias adequadas às diferentes condições socioeconômicas e ambientais não será a solução, uma vez que esses produtores apresentam baixo nível de escolaridade e carecem de acesso à assistência técnica e extensão rural, o que dificulta ou até impossibilita a incorporação de tecnologias já existentes. É importante facilitar o processo de tomada de decisão dos pequenos produtores com relação ao que se deve produzir e como essa produção será realizada, provendo informações e auxiliando na construção de sistemas de produção ajustados à realidade dos estabelecimentos. Em grande parte dos casos, as políticas de transferência de renda têm papel

⁴⁰ Como exemplo, citam-se as minifábricas de caju, impulsionadas por parcerias entre a Embrapa e a Central de Cooperativas dos Cajucultores do Estado do Piauí (Cocajupi).

fundamental na manutenção dessas famílias (Rocha, 2013; Skoufias et al., 2017), até que soluções adequadas e permanentes sejam viabilizadas para promover a autonomia econômica e o bem-estar dessas populações.

Em regiões do Semiárido e do Sul do Brasil, políticas públicas tiveram papel importante para minimizar imperfeições de mercado⁴¹ e fazer com que parte dos pequenos produtores alcançasse elevado valor da produção por hectare. No Sul, teve destaque o associativismo, e no Semiárido os projetos de irrigação (Alves; Souza, 2015b). Em muitos casos, o problema da renda desses estabelecimentos dificilmente será resolvido apenas por meio da agricultura (Buainain; Garcia, 2013). Esse contingente da população rural tem sido foco de políticas sociais governamentais de complementação de renda, tendo como contrapartida ações de saúde e educação das famílias beneficiadas (Brasil, 2017a), o que deve permanecer como um fator de importância para esse público.

Escassez e elevação do custo da mão de obra

Paralelamente a esses processos recém-discutidos, as áreas rurais vêm sendo transformadas por aspectos demográficos, que têm como consequência o esvaziamento do campo. A migração da população mais jovem (sobretudo as mulheres), que vai para as cidades em busca de melhores oportunidades, acentua o processo de envelhecimento da população rural e tem como consequên-

⁴¹ A imperfeição de mercado é caracterizada pela diferença de preços obtidos entre pequenos e grandes produtores que, em geral, alcançam valores mais altos na venda do produto. Além disso, os pequenos produtores pagam mais caro pelos insumos (Alves; Souza 2015, 2015a).

cia a “masculinização” daquela população⁴². A adoção de políticas públicas, como a aposentadoria rural, aumentou a possibilidade de permanência dos mais idosos no espaço rural (Froehlich et al., 2011), porém a saída dos mais jovens agrava os problemas relacionados à sucessão familiar. Além disso, as taxas de fecundidade praticamente iguais às urbanas⁴³, com significativo percentual (12%) de casais sem filhos, vêm reduzindo os tamanhos das famílias e conseqüentemente a disponibilidade de mão de obra no campo.

Especificamente no Nordeste do Brasil, essa situação é ainda agravada pela escassez de chuvas e pelos efeitos das mudanças do clima, que apontam para o agravamento das condições de produção agrícola naquela região. Essa região, que atualmente abriga a maior população rural do Brasil, deverá observar um processo gradual de esvaziamento demográfico nos próximos anos. Ou seja, deverão ser observadas mudanças espaciais nessa parte do País, não especificamente relacionadas à conversão de cultivos ou à troca da agricultura pela pecuária, mas sim pela substituição de formas produtivas de baixa intensidade tecnológica e relativamente primitivas e pelo abandono por parte das famílias rurais. Cabe ressaltar, entretanto, que, com recursos e tecnologia adequados, o Semiárido poderá se tornar uma região de importante produção agrícola, como já comprovam algumas ilhas de alta produtividade, onde sistemas eficientes de captação, armazenamento e uso da água (irrigação de precisão) e manejo dos solos transformaram a realidade local⁴⁴

⁴² Base dos Censos Demográficos e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD).

⁴³ A taxa de fecundidade das mulheres passou de quatro filhos por mulher em 1981 para 1,71 em 2011 (Maia; Sakamoto, 2014).

⁴⁴ A captação, o armazenamento e o uso de águas pluviais, a promoção do turismo rural, a geração de energia por fontes alternativas (eólica e solar), a agroindustrialização e a produção animal – com destaque para a caprinocultura – são alguns dos fatores que têm contribuído para a redução da fragilidade dos sistemas de produção locais no Semiárido do Nordeste.

(na própria região Nordeste e também em casos internacionais como em Israel).

Esse processo de esvaziamento do campo decorre, por um lado, da concentração da riqueza, que limita as oportunidades sociais (Buainain; Garcia, 2013); e, por outro, da busca por melhores oportunidades nas cidades. Ao mesmo tempo, o processo de intensificação tecnológica na produção agrícola vem demandando cada vez menos mão de obra e com maior nível de qualificação.

Para ilustrar esse movimento, são apresentados dados da população economicamente ativa (PEA) na

agricultura brasileira (Figura 22). A PEA tem seguido uma trajetória de queda, registrando redução de 20% durante o período 2004-2014 (passou de aproximadamente 18 milhões de pessoas para 14,5 milhões). As regiões Nordeste e Sul apresentaram as maiores quedas; a primeira teve redução de 1,7 milhão de pessoas, enquanto a segunda 932 mil. Parte dessa redução foi compensada pela expansão de ocupações não agrícolas. Especificamente no período entre 2004 e 2014, a PEA não agrícola com 10 anos ou mais de idade, residente no meio rural, registrou um aumento de 794 mil pessoas no Nordeste e de 197 mil na região Sul do País (IBGE, 2016).

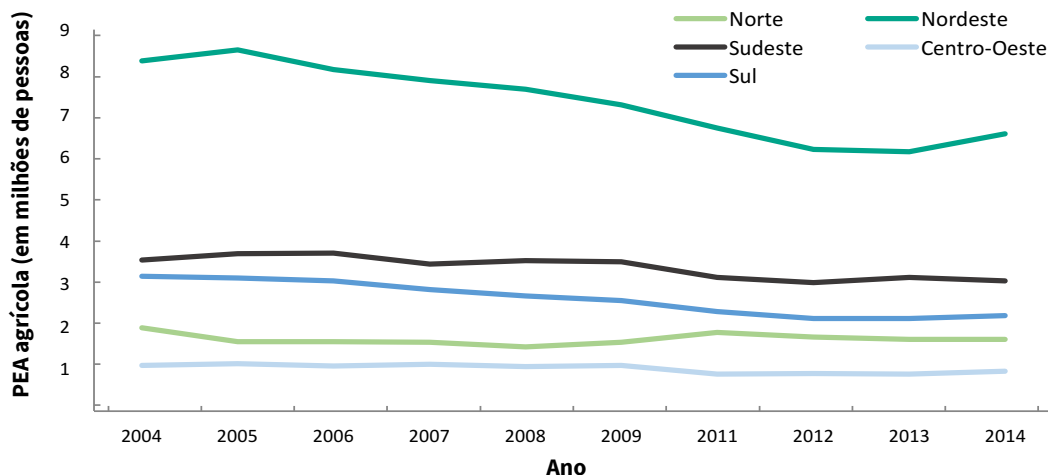


Figura 22. Evolução da população economicamente ativa (PEA) agrícola de 10 anos ou mais de idade, por região, de 2004 a 2014 (em milhares de pessoas).

Fonte: IBGE (2016).

Em decorrência dessas circunstâncias, o custo da mão de obra tem se elevado significativamente⁴⁵. Essa elevação também é devida a outros fatores, tais como: a valorização do

salário mínimo; o aumento do número de empregados com carteira de trabalho; os ganhos de produtividade do trabalho agrícola; a pressão exercida nos salários pela diminuição da população agrícola rural; e a regulamentação do mercado de trabalho rural.

Análises recentes (Maia; Sakamoto, 2014) asinalam que o rendimento médio dos trabalhadores ocupados na agricultura brasileira

⁴⁵ Em geral, os salários na área rural são fixados com base no salário mínimo. O crescimento da economia dos últimos anos (e a consequente concorrência exercida por atividades urbanas pela mão de obra, diminuindo sua disponibilidade no meio rural, sobretudo a qualificada) e os encargos trabalhistas contribuem também para o aumento do custo da mão de obra rural.

seguiu uma trajetória ascendente na primeira década do século 21. Após oscilar e crescer 4% nos anos 1990, a renda média⁴⁶ do conjunto de pessoas ocupadas no meio agrícola no Brasil cresceu 51% entre 2001 e 2012. O crescimento foi mais acentuado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País, ou seja, onde a agricultura se encontra em um patamar mais elevado de desenvolvimento. O rendimento médio dos trabalhadores nessas três regiões superou 67% no período 1992-2012.

Conforme mencionado, o uso de tecnologias poupadoras de mão de obra, além de contribuir para o aumento da produtividade do trabalho e da terra, vem reforçando a necessidade de mão de obra mais qualificada e especializada, trazendo inúmeros desafios, em especial para os pequenos produtores. Por um lado, a migração de alguns membros jovens da família para a cidade, a menor disponibilidade de mão de obra no mercado para ser contratada e o seu custo mais elevado dificultam o êxito do negócio da pequena produção agropecuária em estabelecimentos com baixo nível tecnológico e de gestão. Por outro, a alternativa de compensar a escassez de mão de obra via investimentos em tecnologias poupadoras desse recurso também desafia os pequenos produtores devido a sua limitada capacidade financeira. Essa realidade reforça a necessidade de pesquisas e de políticas públicas que contribuam para as requeridas soluções, particularmente em cultivos que fazem uso intensivo de mão de obra (como na produção de hortifrutícolas, palma de óleo e mandioca).

Finalmente, cabe assinalar que, além de trazer implicações para a disponibilidade e o custo da mão de obra rural, o esvaziamento demográfico do campo está alterando tam-

bém um elemento estrutural importante da agricultura nacional: a sucessão hereditária no comando/gestão das propriedades⁴⁷. A questão da transferência hereditária da terra é relevante, pois mudanças no perfil do proprietário do negócio criam novas demandas tecnológicas, particularmente quando os novos gestores são grandes empresas ou grupos de investimento.

Concentração nos elos de processamento e distribuição

A forte expansão e concentração das redes varejistas (as grandes redes de supermercado), ocorrida a partir da década de 2000, e ainda mais intensamente de 2010 em diante, acarretou grande acúmulo de poder nas mãos de poucos *players* (Lovreta et al., 2016). Tal concentração varia entre países (entre 40% e 95% de participação no mercado em poder de quatro ou cinco redes varejistas)⁴⁸ (Nicholson; Young, 2012; Heffernan, 2016; Atradius, 2017; Von Broembsen, 2017).

A consolidação dessas redes apresenta impacto sobre produtores rurais e de alimentos (processados e semiprocessados), na medida em que, nas negociações comerciais, apresentam maior poder de barganha, reduzindo as margens dos produtores e até mesmo a capacidade de conduzir sua produção conforme seus planejamentos (Nicholson; Young, 2012; Warmoll, 2016). De maneira generalizada, os países têm observado forte e crescente discrepância entre os preços pagos pelos consumidores e os pagos aos produtores agrícolas

⁴⁷ Estudo realizado no Vale do Taquari aponta que 32,5% das 32 mil propriedades pesquisadas não tinham sucessores para dar continuidade ao negócio agropecuário da família (Univates, 2005).

⁴⁸ No Brasil, as três maiores redes de supermercado, pela ordem Carrefour, Pão de Açúcar e Walmart (considerando o faturamento de 2016), detinham praticamente 43% do setor (300 maiores..., 2017).

⁴⁶ Valores reais, atualizados para outubro de 2012.

(Competition..., 2014) em razão desse fenômeno, o qual é fortalecido pelo fato de as redes varejistas constituírem um elo concentrado que tem acesso a uma enorme gama de fornecedores e uma gigantesca base de consumidores⁴⁹.

Além da pressão exercida pelos grandes grupos de distribuição sobre os produtores agrícolas, há aquela gerada pelos grandes grupos industriais, os quais apresentam também forte concentração (Competition..., 2014). Pouquíssimos grupos industriais produzem praticamente todos os alimentos e bebidas que encontramos nas prateleiras dos supermercados (Myers, 2017; Taylor, 2017): Nestlé, PepsiCo, Coca-Cola, Unilever, Danone, General Mills, Kellogg's, Mars, Associated British Foods, Smithfield, Kraft Heinz, ConAgra, Anheuser-Busch InBev, JBS, Tyson e Mondelez. Esses grandes grupos têm definido táticas de relacionamento comercial – como o aumento dos prazos para pagamentos de compras – que têm causado impactos nos produtores. Até o fim da década de 2000, os produtores recebiam os pagamentos desses grandes grupos em torno de 30 dias após o faturamento, atualmente tais compradores estão impondo prazos que chegam a 120 dias (Ruddick, 2015; Strom, 2015).

Na realidade, esse movimento ocorre em meio a outro ainda mais intenso, a forte pressão que os ainda mais concentrados distribuidores (as redes varejistas) causam sobre esses mesmos grupos industriais. Ou seja, há uma reação em cadeia: as grandes redes varejistas pressionam os grupos industriais de alimentos por redução de preços (Gasparro et al., 2017) e estes últimos “repassam” também tal pressão para os elos

seguintes. A pressão, contudo, não ocorre apenas em relação a redução de preços e postergação de pagamentos. Além desses dois fatores, a lista de mecanismos do abuso de poder de compra das redes varejistas inclui: taxas de cadastramento em listagem de fornecedores; ameaça de exclusão de listagem de fornecedores cadastrados; taxas de espaço em prateleira; exigência de descontos extra ou não acordados ou, ainda, de pagamentos dos fornecedores; exigência de pagamentos retrospectivos e descontos pós-venda; retorno de produtos não vendidos ao fornecedor; alterações retrospectivas em termos acordados; vendas a preços abaixo dos custos (repassados aos fornecedores); influência sobre a disponibilidade de produtos ou aumento dos custos dos produtos para outros varejistas (concorrentes); e promoção de suas marcas próprias (varejistas)⁵⁰ (Supermercados..., 2010; Nicholson; Young, 2012; Von Broembsen, 2017).

Como resposta natural a isso, alguns movimentos têm sido observados, como o surgimento de lojas locais e pequenas novas marcas e a comercialização de “produtos de supermercado” em outros canais, em direção oposta à concentração de grandes redes (Duff & Phelps, 2016; Federated, 2017). Outro aspecto refere-se à organização de produtores/fornecedores, como o Fórum dos Negócios Privados (Forum of Private Business – movimento de organização de pequenos e médios fornecedores do Reino Unido para combater as imposições dos grandes grupos empresariais) (Big Business Bahaving Badily, 2015). Além disso, organizações que atuam

⁴⁹ Esse fenômeno é verdadeiro para a grande maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, e o Brasil não representa exceção. Há estudos analisando os impactos da concentração de poder e do abuso do poder de compra de redes varejistas. Por exemplo: Cavalcante (2004), Aguiar; Figueiredo (2011) e Costa e Fernandez (2014).

⁵⁰ É importante registrar que a existência de grandes redes varejistas não acarreta apenas impactos negativos, pois, em certa medida, é responsável por uma série de impactos positivos que vão desde o aumento da disponibilidade de certos produtos (alimentos, mais especificamente no caso do tópico aqui tratado) até a redução dos preços ao consumidor ao longo do tempo. Esses e outros aspectos positivos são apontados em Nicholson e Young (2012).

na defesa do consumidor têm aumentado suas ações de vigilância em relação a práticas abusivas das grandes redes varejistas (ex.: as atuações da Choice⁵¹, na Austrália, e da Which?⁵², no Reino Unido). Somam-se a isso as crescentes exigências dos consumidores por produtos que eles conheçam melhor (Kowitt, 2015) e sobre os quais possam influenciar a produção (cocriação), o que causa pressão adicional sobre os fornecedores.

Em suma, por um lado, a concentração dos elos de processamento e de distribuição na cadeia produtiva de alimentos tende a levar à diminuição do número de pequenos estabelecimentos rurais (pelas claras implicações econômicas sobre esses). Entretanto, por outro, os referidos movimentos de reação tendem a intensificar nichos de mercado (ex.: comércio local), que são naturalmente melhor atendidos por pequenas unidades produtivas (especialmente aquelas localizadas mais próximo aos centros consumidores).

Análises espaciais e gestão territorial estratégica

As dimensões territoriais do Brasil, juntamente com os elementos naturais, sociais e econômicos apresentados, estabelecem um espaço rural complexo e diverso. Os sistemas de produção agrícolas interagem com o ambiente físico-biótico de forma a estabelecer mosaicos dinâmicos de uso e ocupação da terra. O processo decisório público, e especialmente o privado, no meio rural torna-se cada vez mais dependente de dados e informações geográficas. A adoção de geotecnologias,

de modelagens agroambientais e de inteligência territorial estratégica é imprescindível para analisar e compreender as mudanças espaciais da agricultura de forma integrada, produzindo diagnósticos e gerando cenários de futuro.

Essas áreas têm evoluído rapidamente em razão do desenvolvimento vertiginoso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), do número crescente de satélites e sensores, da maior precisão e disponibilidade de dados, da diminuição dos custos de levantamentos por sensoriamento remoto, do crescimento do mercado, do desenvolvimento de sistemas de informação geográficas e de novos algoritmos mais consistentes para o processamento de imagens e tratamento de dados. O avanço na obtenção de dados espaciais – por diversos meios e ferramentas, como satélites, veículos aéreos não tripulados (Vants), dispositivos móveis, redes sociais, sensores inteligentes e bases de dados – tem contribuído significativamente para a elevação dos dados disponíveis sobre os sistemas produtivos. As aplicações envolvendo a geoinformação e a informática permitem a transformação desses dados multidisciplinares em bases espaciais estruturadas e não estruturadas (Sinha et al., 2010), as quais se tornam cada vez mais frequentes na aplicação no processo de tomada de decisão, integrando aspectos que vão desde a propriedade rural até sua inserção territorial nacional. Esse conjunto de técnicas é composto por hardware e software capazes de armazenar, manipular e processar informações geográficas e imagens digitais.

Análises geoespaciais têm sido cada vez mais utilizadas no mapeamento de culturas agrícolas, na detecção de mudanças de uso e cobertura da terra, nos estudos sobre intensificação agrícola, entre outros. Programas e projetos pú-

⁵¹ Mais informações sobre a Choice, consultar: <<https://www.choice.com.au/>> e <<https://www.choice.com.au/shopping/everyday-shopping/supermarkets>>.

⁵² Mais informações sobre a Which, consultar: <<https://www.which.co.uk/>> e <<https://www.which.co.uk/policy/food>>.

blicos, como o TerraClass⁵³, de uso e cobertura da terra na Amazônia e Cerrado; o PRODES⁵⁴ de monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite; o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc⁵⁵); e o Projeto de Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra no Brasil⁵⁶, têm exercido papel fundamental no apoio à tomada de decisões do setor privado e na definição de políticas públicas no Brasil. Outras importantes análises sobre a dinâmica de uso e cobertura das terras no País em escala nacional têm sido geradas por universidades⁵⁷, institutos de pesquisa⁵⁸ e organizações não governamentais⁵⁹.

Um aspecto importante para fortalecer o planejamento do uso da terra e sua expansão e intensificação é o levantamento de dados sobre os solos no Brasil em escalas mais apropriadas. Os atuais levantamentos, iniciados na década de 1950, objetivavam o atendimento a necessidades prementes de planejamento, em um cenário de quase desconhecimento dos solos do País. Em face das limitações de ordem financeira e de pessoal especializado, optou-se pela execução de mapeamentos generalizados, abrangendo grandes extensões territoriais. Atualmente, apenas uma pequena parte do País (cerca de 5%) conta com mapas de solos em escala 1:100.000 ou maior, o que contrasta de forma acentuada com outros grandes países, que são integralmente cobertos por mapas

de solos em escalas entre 1:20 mil e 1:40 mil. Nesse contexto, o Brasil pretende executar nos próximos 30 anos – [Programa Nacional de Solos do Brasil (Pronasolos) – (Polidoro et al., 2016)] o mapeamento dos solos em 1:25 mil, 1:50 mil, 1:100 mil, nos âmbitos municipal, estadual e federal, respectivamente. Essas escalas melhoram a tomada de decisão e o estabelecimento de políticas públicas para a agricultura.

Dessa forma, são crescentes as análises espaciais e as aplicações no monitoramento agroambiental (avaliação das condições ambientais de áreas agrícolas e de preservação); na georrestaurabilidade e certificação (identificação de áreas de produção agrícolas na cadeia logística); nos modelos de simulação para auxiliar na tomada de decisões individuais (como necessidade de irrigação ou uso de insumos), coletivas ou governamentais (avaliação ex ante de políticas públicas); nas concessões de crédito ou de seguro agrícola (diante de questões da legislação e variabilidade espacial das áreas de produção); e na prevenção de desastres naturais (enchentes, terremotos, etc.).

Da mesma forma, os sistemas de inteligência territorial estratégica (Sites) têm sido aplicados para análises e estudos do território em diferentes escalas, como, por exemplo, o Site Matopiba (Miranda et al., 2014), que integra dimensões naturais, agrícolas, agrárias, socioeconômicas e de infraestrutura. Informações inéditas são geradas a partir das possibilidades de cruzamentos de planos de informações multifonte, que apoiam a formulação de políticas públicas e decisões estratégicas das atividades econômicas e de infraestrutura em bases territoriais para municípios, estados ou país.

⁵³ Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php> e <<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado>>.

⁵⁴ Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>.

⁵⁵ Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>>.

⁵⁶ Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/default.shtm>>.

⁵⁷ Disponível em: <<https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/>>; <<http://www.igc.ufmg.br/>>; <www.ufrgs.br/>.

⁵⁸ Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>.

⁵⁹ Disponível em: <<http://mapbiomas.org/>> e <<http://amazon.org.br/>>.

Desafios

- Caracterizar regionalmente os sistemas de produção e os novos padrões tecnológicos, sociais e econômicos, considerando a heterogeneidade do espaço rural nacional.
- Integrar novas formas de articulação interinstitucional e interorganizacional com foco nas especificidades regionais, como Unidades Mistas de Pesquisa (UMP); Núcleos Territoriais de Inovação e Referência Tecnológica (Nutir); Unidades de Referência Tecnológica (URT); e laboratórios multiusuários.
- Estimular a reestruturação das organizações de assistência técnica e extensão rural (Ater) públicas e privadas para ações regionalizadas.
- Ampliar a articulação e efetivar parcerias público-públicas e público-privadas para adensamento dos mapeamentos básicos de cobertura vegetal, solos e recursos hídricos, em escalas mais detalhadas.
- Mapear e monitorar sistemas intensificados e biodiversos de uso da terra (diferentes safras, pastagens plantadas, sistemas irrigados, cultivos protegidos e integração lavoura-pecuária-floresta-ILPF) por regiões e perfil de produção.
- Desenvolver instrumentais digitais inovadores que possibilitem o monitoramento à distância das informações e a elaboração de cenários que auxiliem os processos de tomada de decisão quanto ao uso do solo e dos recursos hídricos regionais.
- Ampliar o uso da inteligência territorial estratégica em ações de governança e gestão pública e privada das cadeias produtivas da agricultura.
- Intensificar os estudos sobre os solos do Brasil por meio de levantamentos mais detalhados e em escalas compatíveis às necessidades de planejamento de uso da terra e de microbacias hidrográficas.
- Elevar a interoperabilidade dos sistemas de monitoramento territorial em todas as esferas no meio rural, via integração e uso de padrões abertos que permitam a comunicação de dados e informações territoriais.
- Promover estudos e o desenvolvimento de análises integradas de base de dados para subsidiar ações de melhorias da infraestrutura de logística e de armazenamento nas cadeias produtivas agrícolas.
- Desenvolver e adaptar tecnologias de gestão, produção e processamento para pequenas propriedades rurais.
- Qualificar a mão de obra rural diante do crescimento da demanda por atividades mais especializadas e tecnificadas.
- Intensificar o comércio local por meio de ações de cooperativismo, associativismo e da promoção de circuitos curtos de produção e comercialização.
- Incrementar o poder de barganha dos produtores das cadeias produtivas agroalimentares, especialmente pequenos e médios, diante das grandes redes varejistas e grandes grupos industriais.



INTENSIFICAÇÃO E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLAS

O Brasil tem se destacado mundialmente pela expansão da produção agrícola simultaneamente à ampla preservação ambiental (66% de seu território recoberto por vegetação nativa) (Miranda, 2017). Nos últimos 40 anos, o País apresentou uma das maiores taxas de aumento da produtividade na agricultura⁶⁰, e o emprego de tecnologia respondeu pela maior parte desse crescimento (Gasques, 2017). Aproximadamente 66% do território nacional ainda é coberto com fitofisionomias naturais, 21% com áreas de pastagens (pecuária de corte e leite), 9% de áreas com agricultura anual, semiperene e perene (grãos, horticultura, fruticultura e silvicultura) e 3,5% com áreas urbanas, infraestrutura e outros (Miranda, 2017).

Entretanto, assim como ocorre em âmbito global, a intensificação produtiva no Brasil é pressionada por forças estruturantes, tais como: crescimento populacional, aumento da renda e do consumo; redução da possibilidade de expansão da fronteira agrícola e valorização da terra; redução da disponibilidade e aumento do custo da mão de obra rural; necessidade de preservação dos recursos solo e água; políticas agrícolas e legislações ambientais e florestais. Conhecimentos e tecnologias no contexto social, econômico e ecológico local, visando aumentar a rentabilidade e minimizar os impactos ambientais, têm sido utilizados no intuito de promover processos de intensificação produtiva.

Sistemas de produção (Hirakuri et al., 2012) mais complexos, sistêmicos, resilientes, sustentáveis, como, por exemplo, de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE), compõem agenda de pesquisa de organizações públicas, universidades, empresas e, em muitos

casos, já fazem parte do contexto agrícola brasileiro, entre os quais se destacam: ILPF; sistemas agroflorestais; sistema de plantio direto (SPD) e agricultura orgânica; fixação biológica de nitrogênio (FBN); controle biológico de pragas e doenças; florestas plantadas; recuperação de áreas degradadas; tratamento de dejetos animais; recuperação, restauração e adequação ambiental das propriedades rurais. Como consequência, a realidade rural brasileira é, em geral, caracterizada por paisagens multifuncionais que superam possíveis dicotomias entre a produção agrícola e a conservação da biodiversidade.

Entre as potências produtoras de alimentos, fibras e bicompostíveis, o Brasil é um dos poucos países que concilia a possibilidade de expandir suas fronteiras agrícolas com a salvaguarda dos remanescentes naturais, cuja proteção está prevista no Código Florestal. Isso será possível com a incorporação de áreas degradadas, abandonadas ou subutilizadas com aptidão para a produção agrícola, incremento de rendimento com redução do diferencial entre a produtividade atual e potencial das lavouras anuais e perenes (*yield gaps*) e das diferentes atividades pecuárias. Contudo, a maioria dessas terras hoje à margem do sistema produtivo de alto rendimento apresenta alguma forma de degradação, demandando a adoção em larga escala de tecnologias que possibilitem reverter esse quadro.

O Brasil apresentou, na COP 21 – 21ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, Paris, em 2015, compromissos de redução em 37% (abaixo dos níveis de 2005) da emissão de GEE até 2025. Além disso, fez indicativo subsequente de redução de 43% (abaixo dos níveis de emissão de 2005) até 2030 (Brasil, 2016b). Entre as ações propos-

⁶⁰ Em comparação com outros países, o Brasil ficou atrás apenas da China quando se considera apenas os grandes produtores agrícolas (Estados Unidos, 2017b).

tas, destacam-se: reduzir em 80% e em 40%, respectivamente, as taxas de desmatamento na Amazônia e no Cerrado e adotar tecnologias de intensificação da agricultura para recuperação de pastagens degradadas (ILPF e ampliação do uso do SPD). Em consonância com esse compromisso voluntário, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS ou Rio+20 em 2012), já havia sido introduzida a ideia de se alcançar um mundo que seja neutro em degradação de terra (United Nations, 2015a).

O País vem obtendo sucesso na adoção de inovações, na forma de processos e produtos utilizados nos sistemas de produção (por exemplo, o uso de múltiplas safras na produção agrícola), e na intensificação sustentável da agricultura, com impactos positivos na produtividade, rentabilidade e bem-estar social da população rural e urbana. Nas próximas décadas, as possibilidades de crescimento horizontal das áreas de produção de alimentos, fibras e biocombustíveis serão decrescentes, o que aumenta os desafios e cria novos estímulos e oportunidades para o processo de intensificação sustentável da agricultura brasileira.

A sociedade e sua crescente preocupação ambiental vinculada à produção agropecuária têm demandado dos cientistas, do setor produtivo e das políticas públicas maior atenção no que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas de produção mais complexos, sistêmicos, resilientes, sustentáveis e de baixa emissão de GEE. Essas perspectivas consolidam a megatendência de intensificação e sustentabilidade da produção agropecuária, trazendo desafios ainda maiores para a pesquisa e extensão rural em seus aspectos agrônômicos, econômicos, sociais, culturais e para as políticas públicas.

Acordos internacionais e marcos regulatórios para o desenvolvimento sustentável

A tendência de intensificação e sustentabilidade da produção agrícola brasileira também é influenciada por marcos regulatórios e acordos internacionais estabelecidos no âmbito de organismos multilaterais por seus países membros. Entre estes marcos e acordos internacionais vigentes e em negociação, com a participação do Brasil, destacam-se: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS – 2030)⁶¹, Acordos e Protocolos da Convenção do Clima (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC), Protocolos e Programas da Convenção de Diversidade Biológica (CDB) e o Tratado sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação e Agricultura (Tirfaa).

Esses elementos promovem o uso sustentável dos recursos naturais, a mitigação dos impactos da mudança do clima e adaptação a eles, a conservação da diversidade biológica e utilização sustentável de seus componentes, bem como a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, entre outros. Assim sendo, influenciam os esforços empenhados na intensificação e sustentabilidade da produção agrícola nacional.

Em setembro de 2015, a ONU lançou a Agenda 2030. Fruto da deliberação de 193 nações e de representantes da sociedade civil global, a Agenda é composta por 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 23), “[...] integrados e indivisíveis, que mesclam, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental” (United Nations, 2015b, p. 1).

⁶¹ Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>.



Figura 23. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Fonte: ONU (2017).

Examinado o conjunto dos ODS, fica evidente o papel que a agricultura sustentável tem para o avanço da Agenda. No Brasil, a importância da agricultura para o alcance desses objetivos é ainda maior, considerando a extensão das áreas ocupadas com lavouras e pastagens, o expressivo contingente de produtores e trabalhadores envolvidos no agronegócio e a relevância do setor para o desenvolvimento econômico e a melhoria do bem-estar social da população. As conexões mais evidentes da agricultura com os ODS se dão entre a produção de alimentos e nutrição, saúde e pobreza e entre agricultura, recursos naturais, energia limpa e mudanças climáticas. Contudo, são inegáveis também os vínculos e as contribuições da agricultura para o alcance dos outros ODS.

Há que se reconhecer e equilibrar os conflitos e a competição entre os objetivos ligados à agricultura com os relacionados a outras áreas. Por exemplo, a produção de alimentos e a produção de biomassa para energia renovável podem competir pelo uso da terra e da água.

A automação da agricultura contribui para o trabalho menos penoso, porém pode impactar negativamente o nível de renda via desemprego de uma parcela da mão de obra no meio rural. Nesse contexto, a Agenda 2030 reconhece e prevê que a ambição de alcance de seus objetivos dependerá de políticas públicas integradas que atenuem objetivos conflitantes e potencializem sinergias existentes.

No Acordo de Paris, aprovado em dezembro de 2015 por 195 países integrantes da COP21, é prevista a redução de emissões de GEE no contexto do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2016a). O Brasil submeteu à convenção das partes sua proposta de Contribuição Nacionalmente Determinada (*Nationally Determined Contribution* – NDC). O País visa ampliar seus compromissos de redução agregada das emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005, até 2025, e em 43% abaixo dos níveis de 2005, até 2030 (Marcovitch, 2016). Neste sentido, as ações propostas abrangem o fortalecimento do

Código Florestal, a promoção do desmatamento ilegal zero, o reflorestamento de 12 milhões de hectares e o alcance de participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética (Reis et al., 2016).

Além disso, medidas de adaptação que fortalecem a resiliência dos sistemas produtivos e promovem um processo de desenvolvimento de baixo carbono também contribuirão para os objetivos de mitigação e adaptação estabelecidos no Acordo de Paris, entre as quais se destacam o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNC) (2016), aprovado pelo Brasil em 2016, e o Plano ABC. Este último deverá ser revisto em 2018, com proposta de ampliação da restauração de pastagens degradadas em 15 milhões de hectares e o incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de ILPF (Reis et al., 2016).

O Protocolo de Quioto, negociado no Japão em 1997 e executado a partir de 2005, estabelece metas internacionais de redução de emissões e está vinculado à UNFCCC (United Nations, 1998). O protocolo contempla o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)⁶², que consiste em uma estrutura de flexibilização que possibilita, aos países que não alcancem os compromissos de redução, adquirirem crédito em outros países. Esse mecanismo foi um catalisador de discussões e inovações tecnológicas, movimentando vários segmentos da sociedade, desde atividades de pequena escala, até grandes projetos industriais, agrícolas e florestais, além da academia, da sociedade civil e do setor político.

⁶² É um dos mecanismos de flexibilização criados pelo Protocolo de Quioto para auxiliar o processo de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) ou de captura de carbono (ou sequestro de carbono). O propósito do MDL é prestar assistência às Partes Não Anexo I da UNFCCC, para que viabilizem o desenvolvimento sustentável por meio da implementação da respectiva atividade de projeto e contribuam para o objetivo final da Convenção (Ministério Público do Estado de Goiás, 2018). Países em desenvolvimento poderão se beneficiar das atividades de redução de emissões de gases de efeito estufa, incluindo a venda das Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) (Meio ambiente, 2014).

Em dezembro de 2012, aproximadamente 200 países estenderam em Doha o período de execução do Protocolo de Quioto por mais 8 anos, ou seja, até 2020. A adoção dessa medida, quando analisada sob o ponto de vista do setor privado, evitou um ambiente de insegurança jurídica. Do ponto de vista político, a Emenda de Doha tem o papel estratégico de preencher a lacuna entre o fim do primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto e a entrada em vigor do Acordo de Paris em 2020. A ratificação plena dessa Emenda – em análise no Congresso Nacional – seria uma importante sinalização política e indicativa de envolvimento no processo formal de construção e adoção de ações imediatas, em âmbito nacional, diante dos desafios impostos pela mudança do clima.

No que se refere à conservação da diversidade biológica, à utilização sustentável de seus componentes e à repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, o Brasil é parte contratante da CDB desde 1994 e participa ativamente da construção de seus instrumentos de implementação. Entre os três protocolos em vigor, o Brasil ratificou, em 2004, o Protocolo de Cartagena⁶³, que versa sobre o movimento transfronteiriço de organismos vivos modificados (OVMs). Nesse particular, está em vigor a Lei de Biossegurança (Brasil,

⁶³ O Protocolo suplementar de Kuala-Lumpur vinculado ao Protocolo de Cartagena versa sobre regras internacionais de responsabilização e compensação de danos ligados ao uso de organismos vivos geneticamente modificados e ainda não foi ratificado pelo Brasil. O Protocolo de Nagoia (Convention On Biological Diversity, 2014) sobre Acesso a Recursos Genéticos e Repartição Justa e Equitativa de Benefícios advindos de sua utilização entrou em vigor em 2014 e, no Brasil, encontra-se ainda em análise pelo Congresso. Por não ser parte contratante, o País não tem direito a voto nas discussões internacionais, lembrando que a legislação nacional [o Brasil possui legislação sobre a matéria – Lei nº 13.123/2015 (Brasil, 2015)] tem alcance apenas no País.

2005), que dá respaldo às ações que envolvem organismos geneticamente modificados (OGMs) em território nacional. Sem essa lei, que é fundamental para o desenvolvimento da agricultura brasileira, o Brasil estaria impedido, em cumprimento ao protocolo, de plantar e comercializar milho, soja, algodão, além de vacinas para animais e outros produtos geneticamente modificados.

Embora tenha nascido como uma convenção para tratar do tema biodiversidade, a implementação da CDB tem levado à discussão de assuntos novos. Um deles diz respeito à discussão e à implementação do uso de tecnologias, como a biologia sintética, a nanotecnologia, a geoengenharia, entre outras.

Quanto a outros instrumentos da CDB destaca-se a aprovação das Metas de Aichi como parte do Programa de Biodiversidade 2011-2020, e sua internalização no Brasil por intermédio da Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio), sob os auspícios do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Já foram iniciados os trabalhos de preparação do novo Programa de Biodiversidade 2021-2030, que será discutido na próxima COP 14 – *14ª Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica*, em Sharm El-Sheikh, a ser realizada em 2018 (Convention on Biological Diversity, 2018). Tudo indica que o foco do programa estará voltado para serviços ecossistêmicos, o que abre uma série de oportunidades para o setor agrícola brasileiro, caso o País participe ativamente das discussões já em curso.

Um dos tratados mais importantes para a agricultura brasileira é o Tirfaa, que foi aprovado pelos países membros da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), em 2001, assinado pelo Brasil em 2002, ratificado em 2006 e promulgado pelo Decreto nº 6.476, em 2008 (Brasil, 2008).

O Tirfaa tem como objetivo a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos de plantas para alimentação e agricultura, assim como a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da sua utilização e deve funcionar em harmonia com a CDB. Em virtude de aspectos legais envolvendo, entre outros, a proteção de patentes nos diferentes países, as partes postergaram novas decisões para 2019. A razão mais explícita para isso é a pressão contrária da indústria multinacional de sementes, que teria de repassar os custos da repartição de benefícios para os agricultores. Impasses nesses acordos poderão prejudicar pesquisas no futuro envolvendo a variabilidade genética dos principais cultivos exóticos existente nas coleções ex situ mantidas no País pela Embrapa e por outras organizações.

Nesse contexto, o Brasil vem tendo papel de destaque nas discussões de acordos e compromissos internacionais. Ademais, por ter uma economia fortemente baseada em seus recursos naturais, mas, ao mesmo tempo, possuir uma agricultura baseada em material genético exótico (espécies originárias de outros países), forte capacidade técnico-científica, potencial empreendedor em seu setor privado, papel de liderança regional e ser um dos líderes mundiais na produção de alimentos, o País tende a continuar contribuindo de forma efetiva para o alcance desses objetivos comuns e com protagonismo no desenvolvimento sustentável mundial.

Inevitavelmente, esses acordos e compromissos têm impacto nos protocolos e métricas de sustentabilidade, definidos em âmbito tanto nacional quanto internacional. Ao mesmo tempo, representam uma oportunidade para o Brasil, que vem cada vez mais consolidando seu protagonismo quando se consideram critérios globais de produção

sustentável. Como forma de subsidiar as tomadas de decisões nesses fóruns internacionais, a pesquisa agrícola nacional deverá ser aprofundada, por um lado, para subsídio técnico-científico necessário ao mais efetivo delineamento das posições defendidas pelo governo brasileiro e, por outro, para geração de inovações relacionadas à produção mais sustentável. Assim sendo, entende-se que a produção agrícola das próximas décadas estará crescentemente embasada na recuperação e preservação dos recursos naturais.

Uso e conservação dos recursos naturais

A demanda por água, energia e alimentos está aumentando, impulsionada por uma crescente população global, urbanização rápida, mudanças nas dietas e crescimento econômico (Um-Water, 2018). Em termos globais, o setor agrícola é o principal usuário de terra e água (The state..., 2011). A demanda mundial de água deverá aumentar 40% até 2030 e 55% até 2050 – ano no qual se estima que mais de 40% da população mundial viverá em áreas de grave estresse hídrico (Water..., 2014).

O uso da terra para a produção de alimentos é a atividade antrópica que mais demanda espaço. A agricultura é responsável pela ocupação de 12,2% da superfície terrestre e pelo consumo de cerca de 7% das águas que fluem por rios e lagos do mundo (70% da água consumida), por meio da irrigação. A pecuária ocupa cerca de 26% do total de terras do mundo. No Brasil, a agricultura se desenvolve em apenas 9% do território, e as vazões consumidas para irrigação (836 m³/s) representam apenas 0,9% da disponibilidade hídrica superficial no território brasileiro, que é de 91.271 m³/s (Agência Nacional de Águas,

2016). A pecuária brasileira ocupa aproximadamente 21% do território do País.

Nesse contexto, o nexos água-alimento-energia⁶⁴ é fundamental para o desenvolvimento sustentável, sendo substancial a pressão pelo aumento do rendimento da área agrícola consolidada em função das pressões pelo uso do solo, expansão da fronteira agrícola e questões socioambientais (Marin et al., 2016). Dentre os insumos agrícolas de grande impacto na produtividade encontram-se os fertilizantes e corretivos, especialmente considerando as áreas tropicais com solos naturalmente ácidos e de baixa fertilidade, que exigem a correção e a reposição sistemática de nutrientes para garantir a produção vegetal sustentável. Entre 2000 e 2015, o uso de fertilizantes no País cresceu 87%, contribuindo, em parte, para o significativo aumento de 150% na produção de grãos, no mesmo período.

A produção nacional de fertilizantes é historicamente muito inferior à demanda interna e não apresentou crescimento similar ao da demanda. Em razão disso, a dependência em relação às importações vem aumentando ano após ano, e, em 2015, entre 65% e 70% do consumo total foi suprido por importações (Heffer; Prud'Homme, 2015; Cruz et al., 2017). Assim sendo, um grande desafio será reduzir a dependência externa por fertilizantes. Com esse intuito, será necessária a implantação de um plano estratégico, cujos pilares deverão ser: 1) uma política de incen-

⁶⁴ O nexos entre água, energia e alimentos (WEF, na sigla em inglês) significa que há forte interligação entre os três tipos de segurança, a hídrica, a energética e a alimentar, uma vez que as ações em uma das três áreas têm impactos em outra(s). Em razão desses vínculos inextricáveis, é imprescindível que se utilize uma abordagem integrada para que se alcance em todo o mundo níveis adequados de produção de energia, uma agricultura sustentável e segurança da água e da alimentação (FAO, 2018).

tivo a aumento da produção industrial nacional; 2) um programa de PD&I para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e processos para o ambiente tropical e subtropical, que aumentem a eficiência do uso de fertilizantes, diminuam sua participação nos custos de produção das culturas agrícolas e da pecuária e minimizem o impacto ambiental negativo, sobretudo nas emissões de GEE.

Outro importante desafio decorrente do uso intensivo de fertilizantes e agroquímicos bem como do revolvimento do solo relaciona-se aos riscos de assoreamento e contaminação de corpos hídricos, superficiais e subterrâneos. Relatórios recentes apontam o Brasil como um dos principais usuários de agroquímicos no mundo (Carneiro et al., 2012). Ressalta-se, entretanto, que esses dados devem ser relativizados considerando o total da produção agrícola nacional. Além disso, são necessárias ações e tecnologias para o uso racional desses insumos, de forma que isso não represente um risco em relação aos mercados.

Dados do *The Economics of Land Degradation Initiative* (Thomas et al., 2013) indicam que aproximadamente um terço da área cultivável no mundo é afetada pelo processo de degradação e desertificação, sendo um problema amplamente disseminado e em crescimento. A crescente magnitude dos processos de erosão, compactação e salinação dos solos aumenta a necessidade e consolida os processos de intensificação como uma das estratégias considerada prioritária para a sustentabilidade da produção agrícola.

Devido ao desconhecimento detalhado a respeito das características e propriedades dos solos brasileiros, em escala compatível com as unidades agrícolas ou mesmo de microbacias hidrográficas, os processos de identificação das suas potencialidades, das

limitações, da ocorrência geográfica e da indicação de melhor utilização têm apresentado insuficiência e fragilidade. Acrescenta-se a isso o fato de que as novas fronteiras agrícolas se desenvolvem cada vez mais em áreas de solos frágeis (Donagemma et al., 2016), com ênfase em solos de textura leve, frequentemente considerados marginais para uso agrícola, o que exige forte atuação e investimento em pesquisa para serem utilizados da forma mais conservacionista possível.

No Brasil, estima-se que há entre 60 e 100 milhões de hectares de solos em diferentes níveis de degradação, os quais poderão ser inseridos novamente ao processo produtivo com emprego de tecnologias de recuperação, conservação e manejo de solo e das pastagens, o que contribuiria para a redução do avanço do desmatamento. Esse é um desafio premente quando se considera que, apesar dos inegáveis avanços em direção à sustentabilidade, o País continua incorporando cerca de 1 milhão de hectares de áreas de vegetação nativa ao sistema de produção agropecuária a cada ano.

Similarmente, a demanda anual por água para a agricultura irrigada no mundo aumentará de 2.620 km³ em 2005-2007 para 2.906 km³ em 2050, a maior parte desse incremento ocorrerá em países em desenvolvimento (Bruinsma, 2009; The state..., 2011). A crescente demanda por recursos hídricos limitados exerce pressão sobre a intensificação da agricultura e deverá se amplificar nos próximos anos como resultado da maior competição por esse recurso imposta pela crescente urbanização e pelo uso industrial. Entretanto, embora tenha grandes reservas de água doce, incluindo parte majoritária do maior aquífero do mundo (Aquífero Guarani), o Brasil está sujeito à distribuição de água de forma não homogênea, tanto no espaço (Norte – 68,5%; Centro-Oeste – 15,7%;

Sul – 6,5%; Sudeste – 6,0% e Nordeste – 3,3%) quanto no tempo, pois algumas regiões têm regime de chuvas concentrado em poucos meses, seguidos de longo período de estiagem e rios intermitentes (Prado et al., 2017). Além disso, a distribuição das reservas não acompanha a concentração populacional nem a demanda hídrica das diferentes regiões do País.

O uso da água no meio rural representa 80,7% da demanda de captação de água total brasileira, dos quais 67,2% são destinados à irrigação, 11,1% ao consumo animal e 2,4% ao consumo humano (Agência Nacional de Águas, 2017). Além disso, o desperdício é preocupante, estimado em cerca de 40% (Gibertoni; Pandolfi, 2015), devido às perdas em sistemas inadequados de irrigação ou vazamentos nas tubulações. A irrigação está em franca expansão no Brasil, passou de 462 mil hectares em 1960 para 6,1 milhões de hectares em 2014, em especial por meio de pivôs centrais, perfazendo um total de 1,275 milhão de hectares distribuídos em 19.892 pivôs (79% no Cerrado e 11% na Mata Atlântica) (Levantamento..., 2016; Zoneamento..., 2017). Desta forma, o uso adequado de recursos hídricos no meio rural envolve decisões sobre a irrigação, uso de métodos recomendados para cada tipo de solo e cultura, além do seu manejo a partir do monitoramento preciso da evapotranspiração, utilização de sistemas mais eficientes e adaptados às condições locais, evitando o desperdício de água e energia. Em regiões onde a disponibilidade hídrica é muito variável, reservatórios de pequeno porte, barragens subterrâneas (Silva et al., 2007), reuso e captação de chuvas em propriedades agrícolas podem melhorar a disponibilidade hídrica, reduzindo a vulnerabilidade em relação à variabilidade hidrológica (Silva et al., 2007; Prado et al., 2017).

É também no espaço rural que nascem os grandes mananciais de abastecimento, cujo regime

hidrológico recebe os efeitos, positivos e negativos, conforme o uso e o manejo do solo e da água, afetando a disponibilidade hídrica (Prado et al., 2017). No que se refere à qualidade, apesar de a poluição urbana ser a principal fonte de degradação, a poluição difusa de origem rural causada pela elevada utilização de fertilizantes, pesticidas e perda de solos por processos erosivos pode ser fortemente impactante em regiões com extensas áreas de uso agrícola. Como consequência, ocorrem prejuízos à biodiversidade aquática, à saúde humana e à economia do País. As perdas anuais de solos no Brasil são da ordem de 500 milhões de toneladas pela erosão, ocasionando perda média de 0,5% ao ano na capacidade de armazenamento dos reservatórios e assoreamento de rios. Percebe-se, dessa maneira, que há estreita relação entre as funções e os serviços ecossistêmicos do solo e da água no meio rural, pois é através das relações solo-água que ocorrem os processos de infiltração e recarga de aquíferos, a transferência de água para as plantas, a evapotranspiração, a manutenção da umidade e biodiversidade dos solos, o transporte de nutrientes, o estoque de carbono, entre outros (Prado et al., 2017).

Um importante desafio será a redução de perdas por erosão hídrica de solo e água, mesmo em áreas manejadas com o sistema de plantio direto, em várias regiões do País. Além da intensificação dos processos erosivos, tem sido observada a diminuição da estabilidade da produtividade das culturas, face à maior suscetibilidade das plantas à ocorrência de estresses hídricos. O plantio direto, baseado em monocultura (soja-pousio-soja) e, menos frequentemente, em sucessões simples do tipo soja-milho safrinha ou, mais raramente, em sucessões como soja-milheto, soja-trigo ou soja-aveia-preta, tem provocado as perdas contínuas da biodiversidade, o aumento de incidência e custo do controle de pragas e doenças de

plantas, a concentração do sistema radicular nas camadas superficiais, resultando na perda da qualidade física, química e biológica do solo (Embrapa, 2014a). Esse problema vem se ampliando nos últimos anos, devido, sobretudo, à ausência de políticas que valorizem a adoção de técnicas conservacionistas, levando os agricultores a priorizar resultados econômicos imediatos, em detrimento dos princípios basilares do SPD e da agricultura conservacionista (Pereira Neto et al., 2007; Ralisch et al., 2010). De fato, um dos resultados mais evidentes desse manejo inadequado do solo é o assoreamento e a eutrofização de mananciais de superfície⁶⁵.

Diante do histórico de degradação dos solos e dos recursos hídricos no meio rural, é consenso entre os especialistas que medidas urgentes devem ser tomadas tanto pelos produtores rurais, no âmbito de suas propriedades, quanto pelos tomadores de decisão, no âmbito da paisagem, de modo a assegurar a provisão de água para usos múltiplos das gerações presente e futura (Prado et al., 2017). Na propriedade rural, destaca-se a necessidade de adequação ambiental, conforme está previsto no Código Florestal, assunto que será tratado em um tópico específico mais adiante. Diversas técnicas de manejo conservacionista do solo têm sido adotadas no Brasil e devem ser incentivadas, por exemplo, por meio de mecanismos de financiamento da produção agrícola.

A gestão dos recursos naturais, como água e solos, também no contexto da propriedade, é de suma importância para que se obtenham ganhos ambientais, sociais e econômicos, podendo até mesmo desdobrar-se em serviço

⁶⁵ A Embrapa tem assumido esse desafio tecnológico por meio da Rede de Pesquisa SoloVivo (SoloVivo, 2018) que envolve pesquisa, desenvolvimento, validação e transferência de tecnologias em qualidade de manejo do solo e da água embasada na agricultura conservacionista e no Sistema de plantio direto.

ecossistêmico⁶⁶ e na geração de renda. Regulação adequada, custos diferenciais, compradores interessados, fornecedores interessados e disposição dos reguladores para tentar abordagens inovadoras são fatores impulsionadores essenciais para que mercados como esse se desenvolvam (Daukas, 2008).

Além do foco nas propriedades, tecnologias e conhecimentos produzidos deverão envolver o uso dos recursos naturais, como solo e água, nos ambientes urbanos e deverão ser pensados e comunicados para permitir a adoção por esse público. O uso eficiente da água nos sistemas de produção agrícola é um dos desafios principais no que diz respeito ao uso racional dos recursos hídricos, e vem a cada ano tendo importância maior nas discussões de comitês de bacias hidrográficas e nas agências reguladoras do direito do uso da água. Muitas tecnologias já foram desenvolvidas principalmente na área de irrigação, porém ainda existem muitos desafios a serem superados, como os programas de manejo da água, que integram todo o setor agropecuário e urbano dentro de uma mesma bacia hidrográfica, o manejo de irrigação parcelar, etc. Outra demanda crescente, principalmente pela escassez hídrica que vem assolando diversos locais do mundo e influencia no abastecimento hídrico de centros urbanos, é o “reuso de águas residuárias (efluentes) e captação de águas pluviais” (Freitas; Ganem, 2014). Assim sendo, o Brasil precisa desenvolver e/ou adaptar tecnologias, levando em consideração as condições socioeconômicas locais que possibilitem o reuso de água dos meios urbanos e rurais em atividades de produção agrícola, principalmente na irrigação, diminuindo, assim, o impacto do setor irrigado no uso da água da bacia hidrográfica.

⁶⁶ Análises baseadas em dados do mercado americano evidenciam que uma estação de tratamento de água tem um custo de remoção de nutrientes de US\$ 20,00/kg. Essa mesma operação, se realizada diretamente em uma fazenda local, geraria um custo de US\$ 6,50. Ou seja, se a estação adquirisse a água tratada ao preço de US\$ 11,00/kg de nutriente, economizaria algo em torno de US\$ 9, e o produtor obterá um lucro de US\$ 4,50/kg de nutriente

Intensificação e eficiência de sistemas agrícolas

A tendência de aumento da demanda interna e externa atrelada à limitação dos recursos naturais e os crescentes requerimentos legais ambientais vêm pressionando continuamente os produtores agrícolas para o alcance de melhores índices de rendimento por unidade de área. Ou seja, a competição que se acirra entre os agentes econômicos do setor agrícola força a intensificação produtiva, fenômeno que já pode ser observado em diversas regiões brasileiras, especialmente naquelas de maior dinâmica econômica.

A agricultura passou a ser uma atividade geradora de riqueza, atraindo cada vez mais agentes especializados, caracterizada pela presença cada vez maior de estabelecimentos mais modernizados e, com frequência, de média e larga escala de produção (Navarro; Campos, 2013). Nesse ambiente de forte competição, a redução dos custos de produção bem como o emprego cada vez maior

de novas tecnologias no processo produtivo, com busca por maior eficiência das máquinas agrícolas, dos recursos humanos e dos recursos naturais, tornaram-se requerimento essencial para acessar mercados. De fato, o crescimento da produção ao longo dos últimos 40 anos foi alcançado principalmente em decorrência de avanços tecnológicos (os quais explicam 59% desse crescimento) (Projeções..., 2017).

Além disso, o cultivo de múltiplas safras, com atenção para a preservação e adequação ambiental das propriedades, é uma prática crescente no País e tem contribuído substancialmente para a expansão da produção e a economia do recurso terra. A obtenção de cultivares de soja e milho com ciclos mais curtos, associada a técnicas de manejo, possibilitaram o cultivo de mais de uma safra em um mesmo ano de produção. No caso do milho, por exemplo, a segunda safra (ou safrinha), especialmente no Cerrado, tornou-se mais importante que a primeira safra e corresponde a quase 70% da produção total (Figura 24) (na região Centro-Oeste corresponde a 95% da produção) (IBGE, 2017).

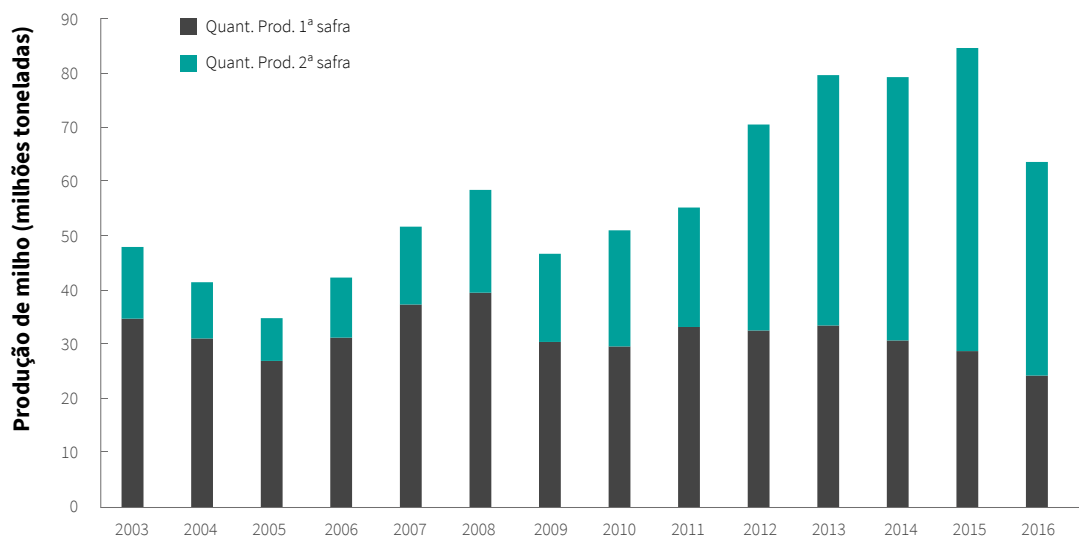


Figura 24. Produção de milho no Brasil: o processo de migração da primeira para a segunda safra, de 2003 a 2016. Fonte: IBGE (2018).

Embora tenham havido expressivos ganhos nas produtividades médias no País, há ainda muito potencial de expansão das produtividades médias alcançadas em determinadas regiões. Vastas áreas de produção ainda apresentam rendimentos físicos por unidade de área (ou unidades de lotação, no caso das atividades pecuárias), que são baixos, sugerindo que ainda existe um caminho para elevar a PTF.

Análises mundiais apontam que regiões em que se observa estabilização das produtividades médias, identifica-se que foi alcançado algo em torno de 75% a 90% de seu limite potencial. Esse fenômeno reforça o desafio de aumentar o potencial genético de produtividade das culturas, bem como otimizar as técnicas de manejo das culturas. Entender em detalhes essas questões é imprescindível para que se possam tomar decisões acertadas sobre as regiões e os métodos agrônômicos adequados, a fim de alcançar o necessário incremento da produção nas próximas décadas sem comprometer a disponibilidade ambiental para as gerações futuras (Van Ittersum; Cassman, 2013; Van Wart et al., 2013; Kruseman; Roett, 2015). Destaca-se ainda que as capacidades de incremento da produção por meio do aumento das produtividades variam entre países, regiões e localidades (em função de diversos fatores, tais como condições biofísicas e tecnologias e manejo agropecuário adotados) (Ramos; Garrigorry, 2017).

Análises com foco na identificação de *yield gaps* de produção de calorias⁶⁷ demonstram

⁶⁷ Análises que combinaram informações sobre *yield gaps* de produção de calorias de determinada cultura com deficits de calorias para alimentação da população dessa mesma cultura identificaram as regiões onde esses *yield gaps* são importantes em termos de redução ou eliminação de deficit deficits de calorias vegetais para a alimentação da população da região (soberania alimentar) (Pradhan et al., 2015).

que, para vários países⁶⁸, entre os quais o Brasil, reduzi-los (ou eliminá-los) não é necessário para garantir sua autossuficiência alimentar (nem atualmente nem no futuro com projetada expansão de demanda). No entanto, esses países são atualmente exportadores líquidos de alimentos, o que faz com que haja estímulo para que reduzam essas diferenças entre as produtividades médias alcançadas e as potenciais (se for economicamente rentável e ambientalmente eficiente aumentar a produção de culturas para exportação). Observa-se que os *yield gaps* são muito maiores em culturas de sequeiro (que representam 74% das terras cultivadas no mundo) que nas irrigadas. Aquelas produzem apenas 44% das calorias potenciais, enquanto as últimas alcançam 60%. Afirma-se que são quatro as grandes limitações para que os potenciais produtivos sejam alcançados, quais sejam: restrições agroclimáticas, restrições da qualidade do solo, acesso ao mercado e variabilidade da produtividade causada pelo clima (Pradhan et al., 2015).

Organizações como a Bill and Melinda Gates Foundation, o Banco Mundial e a Rockefeller Foundation têm demonstrado, nos últimos anos, o entendimento de que é necessário expandir a produção de alimentos (e biomassa, de maneira geral), sem, contudo, gerar mais danos ao meio ambiente (Gillis, 2011). Aproveitar ao máximo o potencial produtivo é imperativo para que se alcance esse objetivo. Projeta-se que o crescimento futuro da produção agrícola deverá ter como seu principal fator as melhorias na produtividade dos seus sistemas de produção⁶⁹, seja pela redução dos ainda grandes *yield gaps* seja pela intensificação dos processos de pro-

⁶⁸ Por exemplo, os Estados Unidos, a Rússia, o Brasil, a Austrália e os países da Europa Ocidental.

⁶⁹ Embora se projete que o crescimento das produtividades diminua ligeiramente ao longo da próxima década.

dução (OECD-FAO..., 2017). Concretizar essa projeção é condição sine qua non para que a necessária expansão produtiva (Van Ittersum et al., 2013) não comprometa as condições ambientais das diferentes regiões e biomas do planeta (Mueller; Binder, 2015).

Outro importante fator que tem contribuído para a intensificação produtiva são os sistemas de cultivo em ambientes protegidos e irrigados. A produção agrícola em ambiente protegido tem experimentado grande crescimento no mundo, com destaque para a China, com mais de 3 milhões de hectares e 90% das estufas utilizadas no mundo (Jank, 2017; Monte et al., 2018). Alguns benefícios dessa forma de cultivo, que está associada fortemente à automação, são a produção de alimentos em condições climáticas adversas e com intensificação e economia de áreas e de recursos naturais. Uma tendência, nesse sentido, é a utilização de lâmpadas LED em ambientes de produção protegida, o que está fazendo com que aumente rapidamente o número de unidades produtivas agrícolas “urbanas” e “indoor” (Crowhurst, 2018). Dessa forma, a pequena produção em áreas urbanas, em formato de “fábrica agrícola” (produção “indoor”), é algo que vai se desdortinando como perspectivas crescentes (Green, 2015; Kratochwill, 2015; Ingram, 2016; Inada, 2018; Patton, 2018).

Sistemas agrícolas sustentáveis

O desenvolvimento agrícola sustentável pode ser entendido como o manejo e a conservação da base de recursos naturais e a orientação das mudanças tecnológicas de forma a assegurar o alcance e a satisfação contínua das necessidades humanas do presente e das futuras gerações (FAO,

2017). A agricultura sustentável compreende principalmente sistemas integrados de práticas utilizadas na produção de plantas e de animais aplicáveis a determinados ambientes de produção e que, ao longo do tempo, satisfarão as necessidades humanas de fibras e alimentos; melhorarão a qualidade ambiental e a base de recursos naturais da qual a economia agrícola depende; farão o uso mais eficiente dos recursos não renováveis e de recursos nas propriedades, integrando, onde for apropriado, os ciclos e os controles biológicos naturais; sustentarão a viabilidade econômica dos processos agrícolas; e melhorarão a qualidade de vida dos produtores e da sociedade como um todo (Cornell Law School, 2017).

Os sistemas de ILPF, em suas diferentes modalidades (lavoura-pecuária, lavoura-pecuária-floresta, sistemas agroflorestais e silvipastoris, entre outros), já são uma realidade em 11,5 milhões de hectares no Brasil (ILPF..., 2016). Os estados com maior área de adoção são Mato Grosso do Sul (2 milhões de hectares); Mato Grosso (1,5 milhão de hectares); Rio Grande do Sul (1,4 milhão de hectares); Minas Gerais (1 milhão de hectares) e Santa Catarina (680 mil hectares). Nos últimos 5 anos, o incremento foi de 10% entre os pecuaristas e 1% entre os produtores de grãos. Projeções baseadas em entrevistas com pecuaristas indicam que o espaço médio destinado à ILPF chegue a 20,6% da área agricultável das propriedades em 2030. Os principais fatores motivadores apontados para a adoção de sistemas de ILPF pelos pecuaristas relacionam-se com a preocupação na adequação ambiental da atividade diante das pressões, a cada dia maiores, da sociedade e dos mercados. Já entre os produtores de grãos, as principais motivações para a adoção se relacionam ao aumento da renda-

bilidade e à diminuição dos riscos financeiros (Skorupa; Manzatto, 2016).

Ressalta-se ainda a crescente evolução dos sistemas sustentáveis na produção animal, nos quais os grandes desafios estão associados ao aumento da produção, para atender a demanda, e, ao mesmo tempo, reduzir o potencial poluente de algumas das atividades do setor, como a suinocultura. Nesse sentido, são crescentes o desenvolvimento e as adaptações às exigências do novo mercado consumidor, com foco em segurança alimentar, melhoria na qualidade dos produtos e derivados animais, rastreabilidade da produção, restrição ao uso de antimicrobianos, proteção ambiental e bem-estar animal.

Os sistemas agroflorestais, em suas diferentes estruturas (sequenciais, simultâneos ou complementares), incorporam maior diversidade vegetal com espécies agrícolas, frutíferas e florestais (nativas e exóticas) e ocupam milhares de hectares em todos os biomas brasileiros. O aproveitamento racional e sustentável das diferentes espécies nativas do Brasil também tem sido uma importante vertente de ações governamentais, industriais e de movimento sociais nos últimos anos. Além de alimentos in natura, fibras e resinas, esta biodiversidade tem contribuído significativamente como matérias-primas de cosméticos, perfumaria, essências, fragrâncias, medicamentos, inoculantes e alta gastronomia. Novos nichos de mercados estão sendo organizados envolvendo produtores e o setor agroindustrial, valorizando ainda mais a biodiversidade das espécies nativas, como frutas, castanhas, palmito, peixes e recursos florestais não madeireiros. Esses sistemas deverão ter relevância crescente no processo de intensificação sustentável da agricultura brasileira nas próximas décadas.

A agricultura orgânica vegetal (grãos, hortaliças e frutas) e animal (carne, ovos e leite) tem se destacado como uma das alternativas de renda para os pequenos, médios e grandes produtores, principalmente devido à crescente demanda mundial e brasileira por alimentos mais saudáveis e sustentáveis. O mercado mundial de alimentos orgânicos alcançou o valor de 81,6 bilhões de dólares em 2015 com uma área estimada em 50,9 milhões de hectares (Research Institute of Organic Agriculture, 2017). Só em 2016, o mercado brasileiro de alimentos orgânicos teve um incremento de 30% (Organicsnet, 2017). A produção orgânica tem se destacado pelo seu potencial no desenvolvimento social e local, pelo estímulo à formação de circuitos de comercialização de curta distância entre produtor e consumidor (cadeias curtas) e pela venda para os mercados institucionais como escolas e hospitais. Além disso, em decorrência das mudanças de hábitos, maior informação e poder aquisitivo de segmentos de consumidores, a tendência é de crescimento desse mercado.

O SPD já está presente em torno de 86% da área agrícola brasileira de soja, milho (1ª safra) e feijão (1ª safra) (Federação..., 2014), aumentando o acúmulo de carbono no solo⁷⁰, promovendo melhorias biológicas no solo e diminuindo o processo de erosão e assoreamento dos recursos hídricos. Além de ser uma prática conservacionista, o plantio direto foi fundamental para que o País ampliasse sua área de segunda safra, ao reduzir o tempo utilizado no preparo do solo.

⁷⁰ Em média, lavouras de grãos cultivados sob plantio direto registra-se, na região dos Cerrados, um acúmulo de carbono no solo da ordem de 350 kg ha⁻¹ ano⁻¹, sequestrado da atmosfera e que pode atingir 480 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na região sul do Brasil, numa profundidade de 20 cm (Bayer et al., 2006; Freitas et al., 2007).

AFBN é a principal fonte de nitrogênio da agricultura brasileira e contribui para diminuir a importação de fertilizantes, hoje responsável pelo atendimento de 76% da demanda doméstica, e com projeções de atingir 83% em 2025 (Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2017). A FBN tem melhorado as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, resultando em maior produtividade, menor impacto ambiental e maior economia para o produtor.

De fato, o uso de microrganismos em prol da agricultura continua em ascensão. Na produção de cana-de-açúcar, destaca-se o uso de bactérias diazotróficas e de fungos arbusculares micorrízicos, além de bactérias promotoras de tolerância à seca. O uso crescente de pastagens consorciadas de gramíneas com leguminosas será essencial para viabilizar a intensificação dos sistemas de produção, reduzir a pegada ambiental da pecuária a pasto e liberar áreas para expansão da produção de alimentos, fibras e bicompostíveis. Além disso, há tendência crescente do uso de microrganismos associados a plantas por seu potencial na recuperação de áreas degradadas, na redução da emissão de GEE, na diminuição de riscos de contaminação do solo e da água e no uso racional de insumos.

O manejo integrado e o controle biológico de pragas e doenças na agricultura têm sido fortalecidos, visando minimizar os atuais níveis de utilização de agrotóxicos. Métodos de controle racional são desenvolvidos com objetivo de reduzir impactos ambientais e minimizar os resíduos nos alimentos, melhorando com isso a qualidade de vida do produtor rural e do consumidor. Esse conjunto de práticas e processos inovadores terá relevância crescente na transição dos sistemas de produção atuais para uma agricultura mais sustentável no Brasil.

Plantios florestais com espécies nativas e exóticas (homogêneos ou integrados) têm fortalecido o processo de intensificação sustentável da produção florestal brasileira. A produtividade das florestas plantadas no Brasil é superior a do restante do mundo. O País contribui anualmente com 17% de toda a madeira colhida mundialmente, com uma área equivalente a 3% da área mundial de florestas plantadas (Moreira et al., 2017). Esses altos níveis de produtividade estão associados ao melhoramento genético e aos tratamentos silviculturais que foram desenvolvidos para determinadas finalidades e regiões brasileiras. Nas próximas décadas, a inovação tecnológica da silvicultura de espécies nativas e exóticas terá papel de grande relevância para apoiar a solução dos passivos ambientais de Reservas Legais decorrentes dos Programas de Regularização Ambiental (PRA) dos estados e dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (Prada) dos mais de 5 milhões de propriedades rurais do Brasil. Também haverá tendência de ocupação de áreas de pastagens degradadas liberadas pela intensificação da produção pecuária para crescimento da silvicultura visando à produção de fibras e à agroenergia (Plano..., 2012).

Tem tido destaque o uso da biodiversidade brasileira no extrativismo vegetal. Apenas em 2016 foram registrados mais de 30 produtos extrativos não madeireiros sendo explorados comercialmente. Essas atividades geraram praticamente R\$ 1,9 bilhão, derivados de mais de 1,110 milhão de toneladas de produto não madeireiro (Figura 25) (Boletim SNIF, 2017).

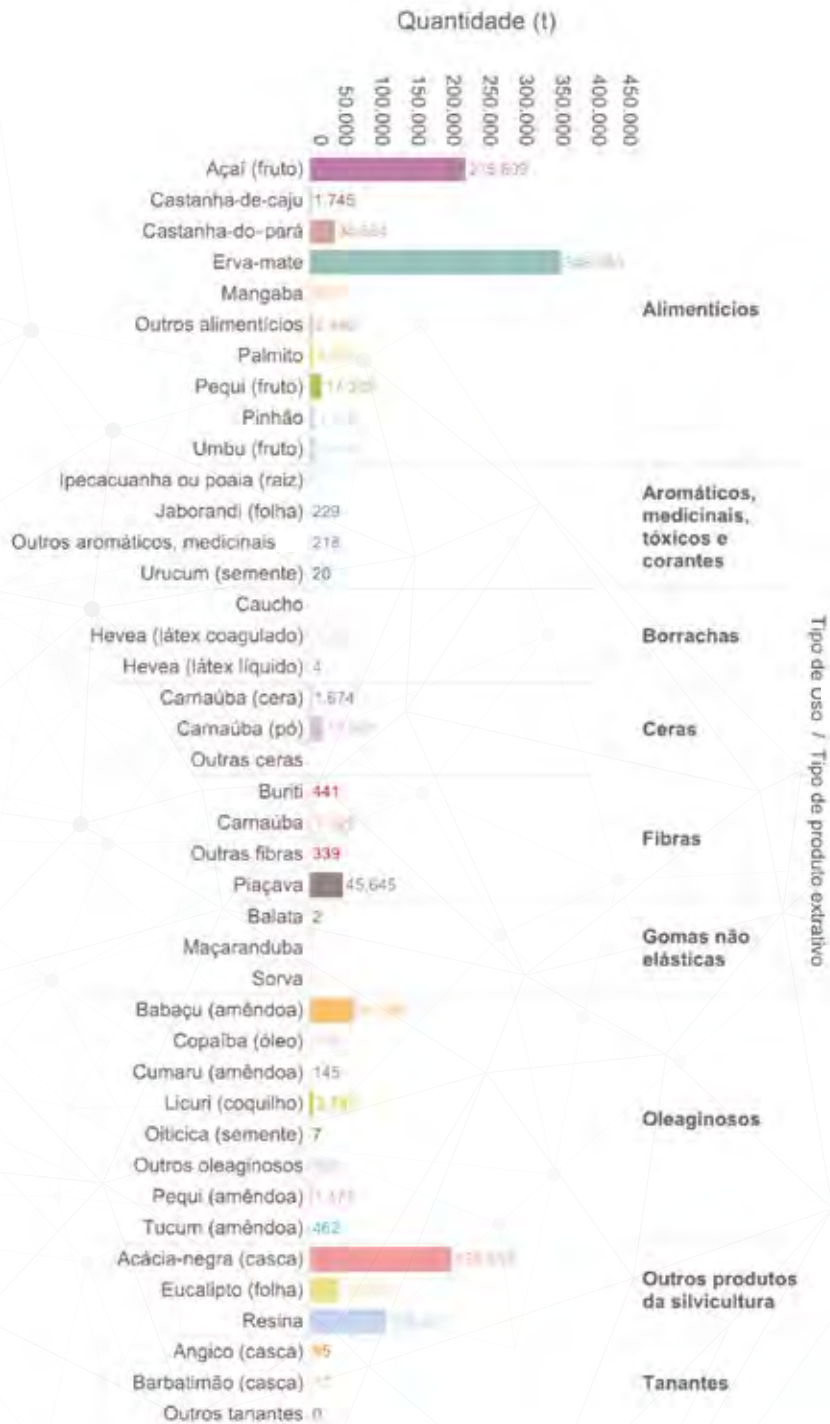


Figura 25. Quantidade de produtos não madeireiros extraídos em 2016. Fonte: Boletim SNIF (2017).

Adequação ambiental das propriedades rurais

O aumento da demanda por produção agrícola sustentável tem levado à necessidade da recuperação dos passivos ambientais das propriedades rurais. O passivo ambiental estimado para o cumprimento do Código Florestal é de cerca de 16 milhões de hectares de RL e quase 5 milhões de hectares de Área de Preservação Permanente (APP), principalmente nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

A restauração da paisagem florestal e a adequação ambiental das propriedades rurais são forças motrizes para a ampliação da adoção de técnicas e sistemas de uso do solo que elevem a produtividade vegetal e animal, reduzam a perda de solos e nutrientes por erosão (evitando a degradação) e restaurem serviços ambientais relacionados à proteção da biodiversidade e ao aumento da segurança hídrica. Esses fatores tendem a reduzir riscos de perdas e a aumentar a resiliência das paisagens diante dos impactos da mudança do clima.

De fato, essa intensificação agrícola sustentável tem contribuído crescentemente para a maior conscientização do setor produtivo. O Cadastro Ambiental Rural (CAR)⁷¹ já conta com 4,3 milhões imóveis rurais cadastrados, totalizando 441 milhões de hectares, em processo de adequação às exigências do novo Código Florestal (Brasil, 2012b). Esse instrumento consiste no levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação de APPs, áreas de RL e de remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada e áreas de interesse social e de utilidade pública, com o objetivo de traçar um mapa digital a partir do qual são calculados os valores das áreas para diagnóstico ambiental.

⁷¹ Disponível em: <<http://www.car.gov.br>>.

Análises com base em dados do CAR possibilitam inferir que são relativamente estreitas as opções de se ampliar em demasia a área plantada ou a área total de pastagens no País, o que faz aumentar a pressão para maior eficiência produtiva e para o aproveitamento de pastagens com algum nível de degradação para a produção agrícola (Miranda, 2017).

Serviços agroambientais

Com a publicação do relatório da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM), o conceito de serviços ecossistêmicos ganha divulgação e se espalha rapidamente pelas esferas política e científica (Victor, 2018). O AEM define esses serviços como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas e classifica-os em quatro grupos: serviços de provisão (alimentos, água, madeira e fibra); serviços de regulação (regulação do clima, controle de inundações e doenças, tratamento de resíduos e controle da qualidade da água); serviços culturais (que oferecem benefícios recreativos, estéticos e espirituais); e serviços de suporte (como a formação dos solos, a fotossíntese e a ciclagem de nutrientes). O termo “serviços ambientais” tem sido utilizado por alguns autores e nas políticas públicas, principalmente na América Latina, para designar os serviços prestados pelo manejo e pelas ações conservacionistas realizadas pelo homem, que influenciarão também a provisão e a manutenção dos serviços ecossistêmicos (Prado, 2014).

As pressões antrópicas sobre os serviços ecossistêmicos estão relacionadas à dinâmica de uso e cobertura da terra e suas conseqüentes alterações nos ciclos biogeoquímicos, destruição e fragmentação dos ambientes, introdução de novas espécies e interferências das atividades humanas no clima (Sala et al., 2000). A demanda por água,

alimentos, fibras, energia, e outros recursos, vem crescendo rapidamente no Brasil e no mundo, ultrapassando em muitos casos a capacidade dos ecossistemas de fornecê-los. Sendo assim, são necessários instrumentos de incentivo à conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos, tais como pagamentos pela sua prestação.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) apresenta-se como um caminho promissor para a proteção dos recursos do solo e da água. A noção de PSA surgiu no início dos anos 2000, a partir das críticas a políticas anteriores de gestão ambiental nos países em desenvolvimento e devido à falta de eficiência dos projetos de desenvolvimento e conservação e aos limites ao uso dos mecanismos de comando e controle (Eloy et al., 2013). Essas críticas levaram à busca de outros mecanismos econômicos para valorizar o fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Surgiram então os mecanismos baseados no princípio poluidor-pagador (mercados ambientais) e no princípio provedor-recebedor, que é o caso do PSA.

Idealizado como instrumento de mercado na literatura científica, na prática os PSAs combinam mecanismos de mercado com regulamentação governamental e subsídios aos agricultores (Eloy et al., 2013). Dentre os marcos regulatórios, destaca-se o Novo Código Florestal (Brasil, 2012b), que, em seu art. 41, menciona os serviços ambientais; institui mecanismos para favorecer a geração desses serviços e a conservação dos ecossistêmicos; e destaca o papel da agricultura familiar ao estabelecer que o pagamento ou incentivo a serviços ambientais serão prioritariamente destinados a esse grupo de produtores. Nesse contexto, muitas iniciativas de pagamento por serviços ambientais privilegiam os pequenos produtores rurais, implantando mecanismos para compensar o desenvolvimento de práticas de conservação ou restauração dos ecossistemas naturais, como também o desenvolvimento de práticas de manejo sustentável e conservacionista de sistemas

de produção (Fidalgo et al., 2017). Destaca-se o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA), que atua em diversos biomas brasileiros, cujo foco são os serviços ecossistêmicos hídricos (Santos et al., 2010). O Plano ABC também contempla e menciona a provisão e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, a partir das práticas conservacionistas previstas.

Diante disso, a pesquisa sobre o tema “serviços ambientais” tem crescido em busca de respostas para melhor avaliação dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos diferentes sistemas de produção agropecuários, bem como pela paisagem rural onde esses sistemas se inserem, e também para a criação e o desenvolvimento de mecanismos que incentivem a adoção pelos produtores rurais de medidas que promovam esses serviços (Fidalgo et al., 2017).

A abordagem desses serviços é integradora, uma vez que foca na multifuncionalidade dos agroecossistemas e é importante para avaliar, simular e valorar a real sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas e sua eficiência em múltiplas escalas, desde a propriedade rural até a paisagem. Permite valorizar o papel do homem que vive no campo como provedor de serviços ecossistêmicos, podendo ainda contribuir para a agregação de renda no meio rural e para dar maior visibilidade à agricultura brasileira também no contexto internacional, onde esse tema tem sido bastante aplicado tanto na ciência como na tomada de decisão e na elaboração de políticas públicas.

Redução de perdas e desperdício de alimentos

A FAO estima que cerca de 1/3 de todo o alimento produzido no mundo seja desperdiçado ou descartado. As perdas e desperdícios de alimentos (PDAs) têm efeitos econômicos

e impacto ambientais negativos. Do ponto de vista econômico, representam investimentos desperdiçados que podem reduzir a renda dos agricultores e aumentar as despesas dos consumidores. Para o meio ambiente, as PDAs ocasionam uma série de impactos, como emissão de gases de efeito estufa desnecessários e uso ineficiente de solo e água da produção agrícola, que, por sua vez, podem levar à redução de ecossistemas naturais e de serviços ambientais (Lipinski et al., 2013).

O desperdício global de alimentos no final da cadeia agroalimentar tem tendência de crescimento dadas as mudanças de hábitos alimentares nos países em desenvolvimento (Borlaug, 2007; West et al., 2014). Alguns sinais apontam também para a permanência do quadro de elevado desperdício de alimentos no Brasil em horizonte de médio prazo. O enfraquecimento do sistema público de extensão rural, por exemplo, dificulta a transferência de tecnologias para a redução das perdas pós-colheita, e os investimentos insuficientes na melhoria da logística necessária para escoar a produção agrícola também reduzem a capacidade de diminuir as perdas no País.

Além disso, é elevado o tempo de tramitações do poder legislativo para a aprovação dos projetos de lei (PLs) necessários para fomentar a doação de alimentos e, por consequência, fortalecer o papel dos bancos de alimentos no combate ao desperdício. Também são raras, no âmbito das universidades e instituições de C&T brasileiras, as linhas de pesquisa com enfoque em redução de PDA. Por fim, o Brasil ainda carece do alinhamento entre as políticas públicas de combate à fome e iniciativas de educação nutricional, necessárias para mudar o comportamento de consumo da maior parte da população.

As PDAs ocorrem em graus variáveis em todo o mundo, em todos os segmentos da cadeia produtiva e em todos os tipos de alimentos,

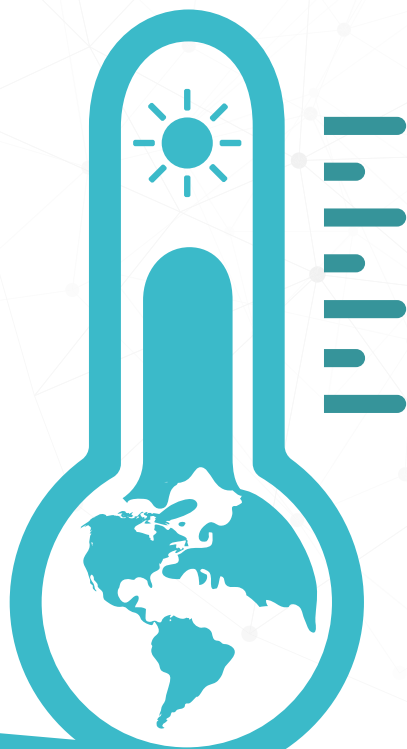
dependendo da tecnologia disponível em cada país e do desenvolvimento dos mercados. Embora haja excedentes na produção de alimentos, as PDAs impactam a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares e repercutem na segurança alimentar e nutricional de três maneiras: 1) reduzem a disponibilidade local e mundial de alimentos, afetando a saúde e a nutrição da população; 2) ocasionam efeitos negativos no acesso aos alimentos, resultando em perdas econômicas e de renda para produtores e comerciantes, assim como para consumidores, devido à contração de mercado e à alta de preços gerada pelas perdas e desperdício; 3) impactam de maneira negativa o meio ambiente devido à utilização não sustentável de recursos naturais, afetando a produção futura e atual dos alimentos, e à geração de descartes (Pérdidas..., 2014, 2015).

Para o Brasil, a principal questão é como se pode reduzir o desperdício de alimentos diante das cíclicas crises econômicas e sociais e, ao mesmo tempo, promover a sustentabilidade das cadeias de abastecimento e garantir a segurança alimentar e nutricional da população. O desperdício de alimentos nos domicílios é um fenômeno social que somente agora começa a ser estudado e melhor compreendido. As famílias brasileiras também descartam quantidade considerável de alimentos devido a fatores culturais, como, por exemplo, cozinhar mais do que o necessário e apresentar grandes porções de alimentos à mesa, que constituem traço cultural comum a alguns países latinos. Particularmente nos domicílios brasileiros, estoques abundantes de alimentos são muito valorizados e, para famílias de baixa renda, é reconfortante servir comida em grandes quantidades por simbolizar riqueza ou demonstrar gesto de hospitalidade (Porpino et al., 2015).

A redução do desperdício de alimentos pode ter impacto na redução da pobreza, por possibilitar maior acesso aos alimentos de parte da população em situação de risco alimentar e igualmente melhoria da sua condição nutricional. Também tem impacto na inserção produtiva de cooperativas e associações na reciclagem de lixo orgânico, com potencial geração de emprego e renda para milhares de desempregados. Em outra vertente, há possibilidades de aproveitamento econômico de resíduos de processos agrícolas e agroindustriais na elaboração de produtos de valor agregado, além do desenvolvimento de produtos ou tecnologias inovadoras que aumentem a conservação dos alimentos, mantenham sua qualidade. O comportamento dos consumidores tem grande impacto no entendimento de mudanças nos hábitos e padrões de consumo de alimentos, e é de fundamental importância em um país como o Brasil, com grandes diferenças regionais e desigualdade social (Porpino, 2016).

Desafios

- Melhorar a genética e o manejo animal para elevar a capacidade de conversão alimentar.
- Ampliar o uso de sistemas integrados e sustentáveis de produção agrícola, reduzindo riscos sociais, ambientais e econômicos.
- Otimizar o uso de recursos hídricos na agricultura irrigada na produção aquícola.
- Fomentar pesquisas e difusão de conhecimentos para fortalecimento dos sistemas ILPF com foco nos diferentes biomas brasileiros.
- Expandir o uso da FBN para maior número de espécies vegetais.
- Recuperar áreas degradadas para uso agrícola ou para fins de conservação ambiental, por meio do desenvolvimento de tecnologias e de políticas públicas.
- Desenvolver indicadores e protocolos de certificação socioambientais de propriedade rurais, produtos e serviços.
- Intensificar avaliações, com base em indicadores econômicos, sociais e ambientais, de sistemas de produção e manejo florestal (fins madeireiros e não madeireiros).
- Aprimorar o desenvolvimento e o uso de ferramentas gerenciais dos sistemas de produção agrícola.
- Implementar políticas públicas e programas que promovam a adoção de boas práticas agrícolas e o pagamento por serviços ambientais.
- Melhorar o manejo da irrigação de precisão, por meio do uso mais eficiente da água, de fertilizantes e defensivos e da utilização de sistemas de informações geográficas.
- Ampliar a participação dos biocombustíveis sustentáveis e de outras fontes de energia renováveis na matriz energética brasileira.
- Otimizar o aproveitamento de resíduos agrícolas e o desenvolvimento de novos processos de manejo e de utilização dos dejetos da produção animal.
- Reduzir perdas e desperdício de alimentos por meio do desenvolvimento de novas embalagens, técnicas de armazenamento, manuseio, transporte, marco regulatório, campanhas de conscientização, banco de alimentos e outras estratégias.



MUDANÇA DO CLIMA

Com base em dados e simulações realizadas em diversas regiões do globo, o quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel On Climate Change – IPCC) destacou que o aquecimento global é inequívoco. Desde 1950, são observadas mudanças sem precedentes no período de décadas ou milênios: a atmosfera e o oceano aqueceram, as camadas de gelo e neve diminuíram e o nível dos oceanos subiu (Edenhofer et al., 2014). Considerando que as emissões de GEE continuarão se elevando às atuais taxas, a temperatura do planeta poderá aumentar até 5,4 °C até 2100. Em decorrência desse aumento, o nível do mar poderá ter elevação de até 82 cm e impactar grande parte das regiões costeiras do globo. Para o Brasil e a América do Sul, os principais impactos previstos consistem na extinção de habitat e de espécies, principalmente na região tropical; substituição de florestas tropicais por savanas e de vegetação semiárida por árida; aumento de regiões em situação de estresse hídrico, ou seja, sem água suficiente para suprir as demandas da população; e aumento de pragas em culturas agrícolas e de doenças, como, por exemplo, a dengue e a malária, além do deslocamento e da migração de populações (Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, 2016).

A relação entre agricultura e mudança do clima, assim como ocorre com outros setores da economia, envolve um componente ativo – a contribuição do setor agrícola, como uma atividade econômica, relacionada às emissões de gases de efeito estufa – e um componente passivo – representado pelo conjunto de efeitos que a mudança do clima impõe sobre essa atividade econômica. As emissões antrópicas de GEE pelo setor de agricultura e florestal mundial correspondem a cerca de 10-12 GtCO₂ equivalente/

ano, o que representa menos de um quarto das emissões globais dos setores intensivos no consumo de combustíveis fósseis, como energia, transporte e indústria (Edenhofer et al., 2014). O Brasil tem participado pró-ativamente na redução e melhoria das análises dessas emissões e lançou, em 2016, a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC com os dados do inventário de GEE como apoio ao IPCC, abrangendo os seguintes setores: energia, processos industriais, agricultura, uso da terra, mudanças de uso da terra e florestal e tratamento de resíduos (National Communication of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2016).

Em razão da vulnerabilidade natural dos setores agrícola e florestal a flutuações de temperatura, precipitação e ventos, é possível inferir que esses setores serão, proporcionalmente, mais impactados pelos efeitos da mudança do clima do que os setores intensivos em emissões. Análises e estudos em diferentes escalas estão sendo realizados em todo o mundo com o objetivo de antecipar possíveis impactos na agricultura. No Brasil, a mudança do clima poderá diminuir a área favorável aos cultivos de soja, café, milho, arroz, feijão e algodão, podendo levar a um prejuízo de R\$ 7,4 bilhões já em 2020 (Deconto, 2008). Essa mudança tem expressivo potencial de alterar a paisagem agrícola nas próximas décadas.

Nesse contexto, a adaptação ganha relevância na medida em que evidências indicam impactos positivos e/ou negativos nos sistemas de produção. O Brasil vem assumindo importantes compromissos internacionais visando à mitigação desses efeitos com metas de redução da emissão de GEE até 2030. No setor agrícola, a estratégia é fortalecer, entre outros, a intensificação sustentável,

por meio da restauração de pastagens degradadas e da implantação de sistemas de ILPF. Parcerias público-privadas estão em franca expansão visando articular novas ações que promovam a mitigação e a adaptação de sistemas produtivos no País, com grande destaque para a Associação Rede ILPF⁷².

Vulnerabilidade, adaptação e mitigação

O Quinto Relatório de Avaliação do IPCC propôs quatro novos cenários de níveis de emissão denominados *representative concentration pathways* (RCPs) ou trajetórias representativas de concentração. Os modelos climáticos desenvolvidos buscam responder como o clima se comportará em diversos cenários de emissões, considerando suas interações e forçantes externas como o sol, aerossóis, gases, etc. O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNC) indica que cada cenário construído considerou inúmeros fatores para suas projeções, destacando a emissão de GEE, tipo e uso do solo e diferentes tecnologias para geração de energia (Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, 2016).

- O cenário RCP 2.6 supõe que o sistema terrestre armazenará 2,6 watts adicionais de energia por metro quadrado (W/m^2) e representa uma redução gradativa das emissões de gases de efeito estufa, atingindo emissão zero por volta de 2070. Os processos de absorção de gases podem superar as emissões em algum momento e, nesse caso, os aumentos esperados da temperatura média terrestre seriam entre

0,3 °C e 1,7 °C, de 2010 até 2100, enquanto aumento do nível do mar seria entre 26 cm e 55 cm. Esse cenário é considerado “muito otimista” e tem sido preterido nas análises de projeção climáticas.

- O cenário RCP 4.5 supõe um armazenamento de 4,5 W/m^2 e representa uma estabilização das emissões de gases de efeito estufa antes de 2100. Nesse caso, a temperatura terrestre aumentaria entre 1,1 °C e 2,6 °C, e o nível do mar subiria entre 32 cm e 63 cm. Esse cenário tem sido um dos mais utilizados.
- O cenário RCP 6.0 supõe o armazenamento de 6,0 W/m^2 com estabilização das emissões de gases de efeito estufa logo após 2100. O aumento da temperatura terrestre estaria entre 1,4 °C e 3,1 °C, e a elevação do nível do mar ficaria entre 33 cm e 63 cm.
- O cenário RCP 8.5, considerado o mais “pessimista”, é caracterizado pelo aumento nas emissões sem sua estabilização, ou seja, as emissões continuam a crescer, bem como a concentração de gases de efeito estufa ao longo do tempo. O aumento da temperatura terrestre estaria entre 3,2 °C e 5,4 °C, e a elevação do nível do mar ficaria maior do que a do cenário RCP 6.0.

Contudo, o PNC destaca que nenhum modelo numérico consegue simular com exatidão um evento climático futuro, pois existem incertezas sobre as emissões, principalmente no que diz respeito à variação da oferta pluviométrica, à variabilidade natural do clima e à própria modelagem envolvendo os modelos globais, regionais e de impactos. Essas incertezas fazem parte das projeções de mudança do clima e, nesse sentido, é importante considerar os efeitos das incertezas sobre a magnitude e/ou sobre os padrões da mudança do clima.

⁷² A referida parceria público-privada nasceu em 2012, como Rede de Fomento ILPF, e evoluiu até chegar ao estágio de Associação Rede ILPF. Atualmente é composta pelas seguintes empresas: Cocamar, Dow AgroScience, John Deere, Parker, Syngenta e Embrapa.

Uma forma de aprimorar as análises seria elaborar ou utilizar conjuntos de simulações de modelos em diferentes cenários de emissões, preferencialmente os que levam a diferentes aumentos projetados na temperatura média global, por meio dos quais os efeitos de diferentes fontes de incerteza possam ser analisados. As Figuras 26 e 27 mostram, por exemplo, as mudanças de temperatura e precipitação para duas estações do ano (verão e inverno austral) em períodos de 30 anos, de 2011 a 2040, de 2041 a 2070 e de 2071 a 2100. O limiar inferior e o limiar superior das

mudanças extraídas das quatro simulações indicam o intervalo possível das mudanças derivadas dessas simulações regionalizadas.

Segundo a análise do PNC, em todos os cenários de emissão, projeta-se aquecimento para todo o continente. Os máximos de aquecimento se localizam na região Centro-Oeste, em todas as estações do ano, e se estendem para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste do País até o final do século 21. Esses máximos de aquecimento médio no final do século podem variar entre 2 °C e 8 °C em algumas áreas.

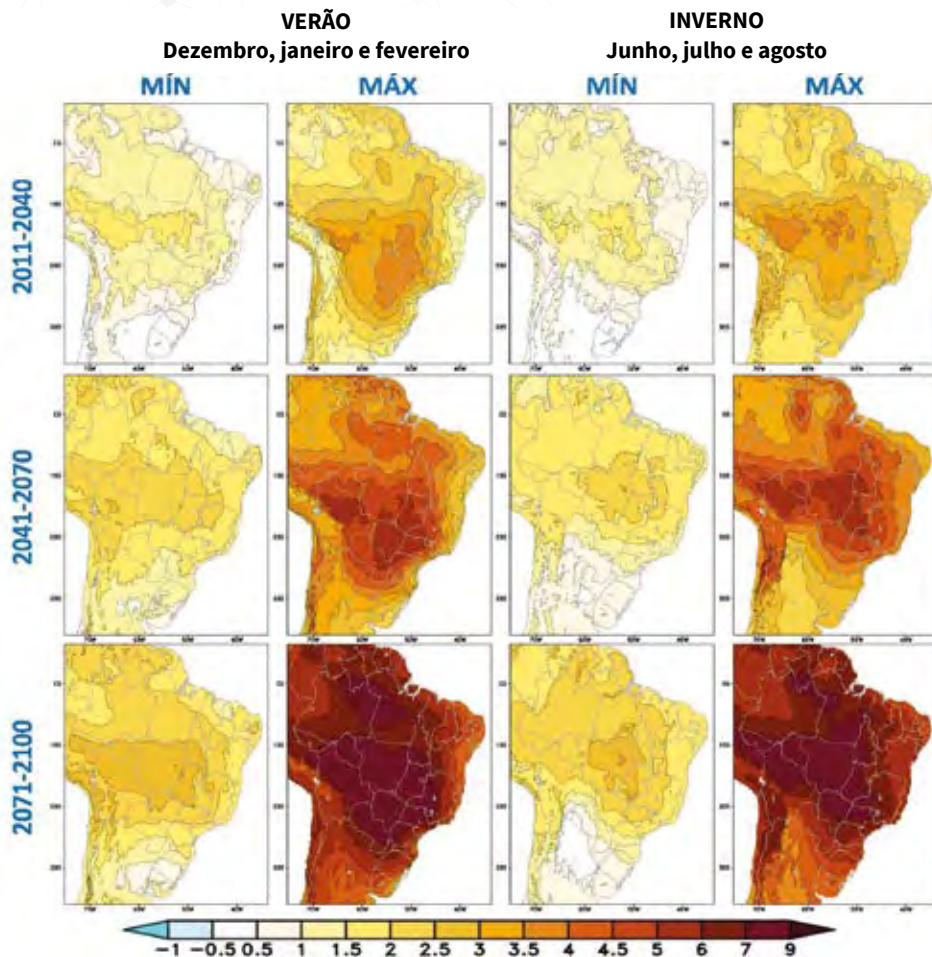


Figura 26. Projeções regionalizadas de mudanças da temperatura (°C) entre o presente e diferentes períodos futuros. Fonte: Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (2016).

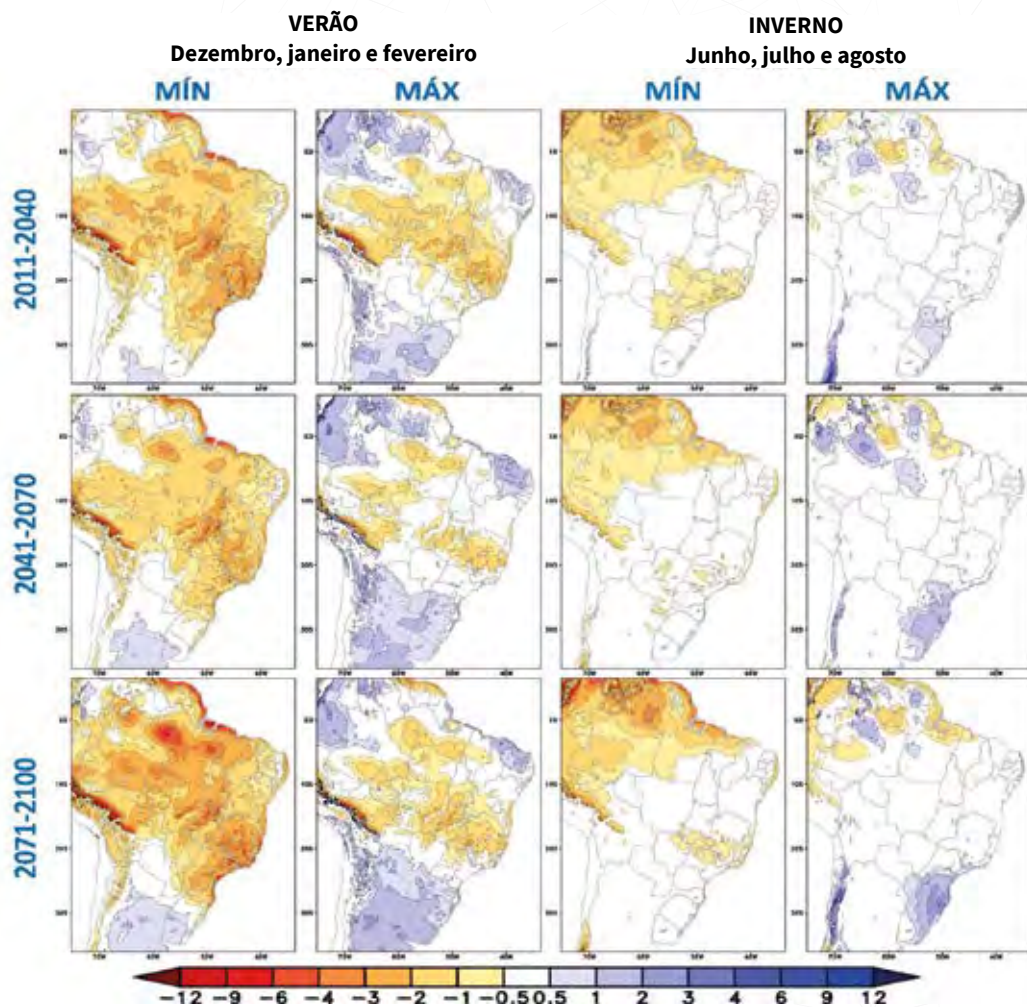


Figura 27. Projeções regionalizadas de mudanças na precipitação (mm/dia) entre o presente e diferentes períodos futuros.

Fonte: Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (2016).

Esses cenários indicam a crescente vulnerabilidade dos sistemas agrícolas, que, associada ao aumento da demanda mundial por alimentos, água e energia, representa enorme desafio para a sustentabilidade da produção, dos ecossistemas terrestres e aquáticos e dos serviços à sociedade. A vulnerabilidade refere-se ao grau de reação de um determinado sistema a uma mudança climática específica. O IPCC define vulnerabilidade como o grau de suscetibilidade de um sistema aos efei-

tos adversos da mudança climática, ou sua incapacidade de administrar esses efeitos, incluindo variabilidade climática (McCarthy et al., 2001).

Estudo utilizando um cenário de aumento de 3 °C até 2050 (Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, 2016) identificou que, nessa situação, o Brasil teria como impacto o decréscimo de até 50% na produção agrícola até 2050 (Figura 28).

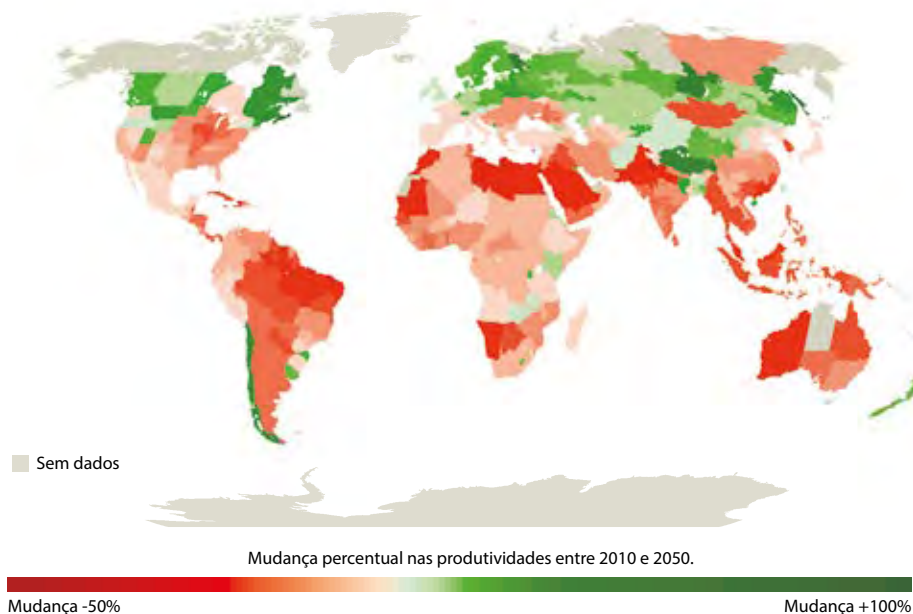


Figura 28. Evolução das safras para 2050 com acréscimo de mais 3 °C na temperatura média.
Fonte: Development... (2010).

Análise específica para o Brasil sugere que o aumento de temperatura poderá provocar diminuição de regiões aptas para o cultivo dos grãos no País, gerando expressiva mudança na paisagem agrícola. Possíveis exceções apontadas seriam a cana-de-açúcar, que teria espaço para expansão da produção, e a mandioca, que, apesar de perder espaço de cultivo no Nordeste, poderia ser produzida em outras regiões do País (Deconto, 2008). Essas condições são válidas, se mantido o princípio da inação, ou seja, nenhum esforço de adaptação tanto tecnológico como genético seja feito no sentido de minimizar os impactos do aquecimento na produção agrícola. Foram considerados diferentes cenários, como: A2 (pessimista), que estima os impactos com um aumento na temperatura global entre 2 °C e 5,4 °C até 2100; e o B2 (otimista), que estima os impactos de um aumento global entre 1,4 °C e 3,8 °C até 2100. Os impactos foram analisados para diferentes culturas

(algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja), juntamente com pastagens e gado de corte. As simulações foram feitas para os anos 2020, 2050 e 2070. Outros importantes resultados desse estudo podem assim ser sintetizados:

- Perdas na agropecuária chegariam a R\$ 7,4 bilhões em 2020 e R\$ 14 bilhões em 2070.
- A soja poderá ser a cultura mais afetada (no pior cenário chegaria a 40% de perdas em 2070).
- O café arábica poderá perder até 33% da área de baixo risco em São Paulo e Minas Gerais, apesar da possibilidade de aumentar sua área na região Sul do País.
- O milho, o arroz, o feijão, o algodão e o girassol poderão sofrer forte redução de área de baixo risco no Nordeste, com significativa perda da produção.

- A mandioca poderá ter um ganho de áreas com baixo risco, porém sofreria perdas na região Nordeste.
- A cana-de-açúcar poderá dobrar sua área plantada nas próximas décadas.

A partir do Zarc⁷³, outro estudo de cenários agrícolas foi gerado, tendo como ano base 2010 e com projeções futuras para 2020 e 2030 (Santana, 2011). Esses cenários foram desenvolvidos para algumas culturas selecionadas, com base nas projeções do clima definidas no Quarto Relatório de Avaliação do IPCC. As simulações do estudo conside-

raram um aumento nas temperaturas mundiais médias entre 2 °C e 5,4 °C até 2100, utilizando o Sistema PRECIS (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*). As análises permitiram inferir que o cenário A2 do quarto IPCC poderá afetar significativamente algumas culturas selecionadas nas próximas duas décadas no País. O aumento da temperatura elevaria a evapotranspiração e, conseqüentemente, o déficit hídrico no solo, ocasionando a redução das áreas com baixo risco climático. A área com baixo risco de cultivo de trigo e café nos principais estados produtores, por exemplo, sofreria uma importante redução até 2030 (Tabela 5).

Tabela 5. Potenciais impactos em áreas de baixo risco climático de algumas culturas no Brasil até 2020/2030.

Cultura agrícola	Varição (%) entre 2010 e 2020	Varição (%) entre 2010 e 2030
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	2,82	7,08
Café (<i>Coffea arabica</i>)	-19,10	-24,64
Algodão (<i>Gossipium hirsutum</i>)	-0,60	-1,98
Feijões (<i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Vigna unguiculata</i>)	-1,34	-3,09
Milho (<i>Zea mays</i>)	-0,28	-0,75
Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	-1,89	-2,70
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	-0,0005	-0,14
Soja (<i>Glycine max</i>)	-3,03	-5,26
Cana-de-açúcar (<i>Saccharum spp.</i>)	0,08	1,21
Trigo (<i>Triticum spp.</i>)	-17,48	-36,34

Fonte: Santana (2011).

⁷³ Método desenvolvido pela Embrapa e parceiros, aplicado no Brasil oficialmente desde 1996, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que proporciona a indicação de datas ou períodos de plantio/semeadura por cultura e por município, considerando as características do clima, o tipo de solo e o ciclo de cultivares, de forma a evitar que adversidades climáticas coincidam com as fases mais sensíveis das culturas, minimizando as perdas agrícolas.

Outro estudo sobre potenciais impactos da mudança do clima no setor agrícola brasileiro focou na agricultura familiar das regiões Norte e Nordeste (Mudança..., 2016). Dentre as análises, apresenta-se um panorama geral dos potenciais impactos para alguns cultivos regionais específicos até 2040, com base no ano de 2011, considerando cenário de aumento médio global das temperaturas entre 1,8 oC e 4,0 oC até 2100 (cenário IPCC-AR4), (Tabela 6). O estudo destaca ainda que há necessidade de adaptação dos pequenos agricultores à mudança do clima, com o planejamento e o uso de técnicas inovadoras, para que se reduzam as vulnerabilidades.

Tabela 6. Potenciais impactos do cenário IPCC- AR4 na produtividade de culturas nas regiões Norte e Nordeste até 2040.

Colheita	Brasil	Região Nordeste	Região Norte
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	(↑)	(↓)	(↑)
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Café (<i>Coffea arabica</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	(↓)	(↓)	-
Milho (<i>Zea mays</i>)	(↓)	(↓)	(↑)
Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Banana (<i>Musa spp.</i>)	?	(↓)	(↓)
Cacau (<i>Theobroma cacao</i>)	?	?	?
Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	?	?	?
Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	?	?	?
Palma (<i>Elaeis guineensis</i>)	(↓)	(↓)	?
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	?	?	-
Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	(↓)	(↓)	-

Fonte: Mudança... (2016).

Com base nesse contexto de crescentes vulnerabilidades, eleva-se a importância da mitigação e adaptação dos sistemas produtivos agrícolas, pecuários e florestais. Nesse sentido, no plano de ação de Bali, definido na COP 13 – 13ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Bali, em 2007, foram propostas algumas ações, as quais podem assim ser resumidas (Motta et al., 2011, p. 13):

- compromissos e metas mais ambiciosos por parte dos países desenvolvidos, que poderiam almejar reduções de até 40% em 2020 e 80% em 2050;
- contribuições voluntárias, na forma de ações, visando à redução no aumento previsto das emissões dos países em desenvolvimento, as quais sejam monitoráveis, comunicáveis e verificáveis (MRV); e
- aporte de recursos por parte dos países em desenvolvimento para financiamento dessas contribuições voluntárias e assistência em ações de adaptação.

No contexto da adaptação à mudança do clima, será cada vez mais demandado um conjunto de ações para adaptação aos impactos que já podem ser observados, como aquelas voltadas para o incremento da resiliência dos sistemas produtivos. Será necessária a ampliação do nível de compreensão acerca dos desafios impostos pela mudança do clima, a implementação de um sistema de monitoramento e avaliação robusta de todos os benefícios e cobenefícios vinculados à adoção dessas boas práticas, ambientais, sociais, biológicas e agrônômicas, além da coleta, processamento e distribuição adequada dessa informação para atores interessados, para a sociedade civil e para tomadores de decisão tanto em âmbito local, quanto nacional.

No contexto das tratativas do *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice* (SBSTA), órgão de assessoramento técnico-científico da COP 23 – 23ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima,

Bonn, em 2017, uma importante decisão para a agricultura deu destaque à viabilização de ações que contribuam para a redução de emissões de GEE e para a adaptação e mensuração de seus impactos. O desenvolvimento de uma estratégia nacional de adaptação aos impactos causados pelas mudanças do clima permite ampliar a percepção social sobre os riscos difusos dessas mudanças, além de promover um processo estruturado de planejamento e priorização de investimentos, fomentar o intercâmbio de informação e o uso cada vez mais intenso de sofisticadas ferramentas de análise, tais como a "mineração de dados".

A aplicação de conhecimentos e tecnologias que gerem inovações no setor agrícola poderá minimizar possíveis impactos causados pela mudança do clima e potencializar benefícios do clima futuro sobre a agricultura, a exemplo do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera (Marin et al., 2016). Uma estratégia robusta de adaptação não pode prescindir de um planejamento de longo prazo focado no desenvolvimento de novos processos, práticas e tecnologias. Nesse contexto, novas cultivares, genes e sistemas produtivos – como o sistema de ILPF – são tecnologias e práticas capazes de amenizar danos potenciais ou catalisar eventuais oportunidades para o futuro da agricultura brasileira.

Compromissos internacionais

Crescentes incentivos e políticas públicas para garantir a sustentabilidade da agricultura e a manutenção dos serviços ecossistêmicos estão sendo realizados para atender às demandas de melhores

rendimentos sem comprometer a integridade ambiental ou a saúde pública. Entre os compromissos internacionais vinculados à mudança do clima, destaca-se o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC, assumido pelo Brasil, a partir de 2010. Esse plano tem como finalidade a organização e o planejamento de ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário e de promover ambiente favorável para adoção de um modelo de desenvolvimento sustentável do ponto de vista econômico, ambiental e social. O Plano Setorial desenvolvido para o setor agrícola é o único com clara atenção à adaptação.

A necessidade de uma estratégia de adaptação se deve à percepção de que o desenvolvimento de ações estruturais para o setor agrícola precisa ser pensado de forma a fomentar o incremento da resiliência dos sistemas produtivos, reduzindo sua vulnerabilidade em face dos impactos causados por eventos climáticos, além de fomentar um canal de comunicação claro e objetivo com a sociedade civil, a fim de ampliar a compreensão dos riscos difusos associados aos efeitos da mudança do clima. Na Tabela 7, são apresentados os principais processos tecnológicos, os compromissos em área para a adoção e o potencial de mitigação associado a cada tecnologia assumida até 2020.

Tabela 7. Processo tecnológico, compromisso nacional relativo (aumento da área de adoção ou uso) e potencial de mitigação por redução de emissão de GEE (milhões de Mg CO₂ eq).

Processo Tecnológico	Compromisso (aumento de área)	Potencial de Mitigação (milhões Mg CO ₂ eq)
Recuperação de Pastagens Degradadas ⁽¹⁾	15,0 milhões ha	83 a 104
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ⁽²⁾	4,0 milhões ha	18 a 22
Sistema Plantio Direto ⁽³⁾	8,0 milhões ha	16 a 20
Fixação Biológica de Nitrogênio ⁽⁴⁾	5,5 milhões ha	10
Florestas Plantadas ⁽⁵⁾	3,0 milhões ha	-
Tratamento de Dejetos Animais ⁽⁶⁾	4,4 milhões m ³	6,9
Total	-	133,9 a 162,9

Notas: ¹ Por meio do manejo adequado e adubação. Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO₂ eq.ha⁻¹ ano⁻¹.

² Incluindo Sistemas Agroflorestais (SAFs). Base de cálculo foi de 3,79 Mg de CO₂ eq.ha⁻¹ ano⁻¹.

³ Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO₂ eq.ha⁻¹ ano⁻¹.

⁴ Base de cálculo foi de 1,83 Mg de CO₂ eq.ha⁻¹ ano⁻¹.

⁵ Não está computado o compromisso brasileiro relativo ao setor de siderurgia; e não foi contabilizado o potencial de mitigação de emissão de GEE.

⁶ Base de cálculo foi de 1,56 Mg de CO₂ eq.m⁻³.

Fonte: Plano...(2012).

Com a entrada em vigor do Acordo de Paris (COP 21), as NDCs assumem um papel relevante nas discussões sobre o futuro dos acordos mundiais sobre a mudança do clima. O Brasil foi o único país em desenvolvimento, que, na formulação de sua NDC, comprometeu-se com a redução absoluta de emissões de GEE. O País propôs reduzir 37% de suas emissões até 2025, em relação aos níveis de 2005, além de uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões em 43%, abaixo dos níveis de 2005, até 2030. A NDC proposta indica elementos tanto de mitigação de emissões de GEE quanto de adaptação aos efeitos da mudança do clima que devem compor o conjunto de estratégias nacionais adotadas para atingir esse objetivo. A implementação é prevista por arranjos nas seguintes áreas: biocombustíveis, mudança de uso da terra e florestas, agricultura, energia, indústria e transportes (Sumário..., 2017).

Ações de mitigação já ocorrem em todo o País, nos diversos setores da economia. No setor

agrícola especificamente, a estratégia é fortalecer a intensificação sustentável na agricultura, por meio da restauração de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de ILPF até 2030 (Reis et al. 2016), além dos compromissos já assumidos no Plano ABC.

Fomento à ciência e tecnologia

Em vários países, são crescentes os investimentos públicos e privados em P&D no desenvolvimento de novas tecnologias associadas a sistemas de produção mais resilientes à mudança do clima. Um conjunto de tecnologias, em diversos estágios de desenvolvimento e adoção, foi selecionado e avaliado de forma aprofundada, porém é improvável que essas sejam as únicas tecnologias que serão importantes nos próximos 40 anos (Rosegrant et al., 2014). Recursos são inves-

tidos no desenvolvimento tanto de práticas tradicionais de manejo quanto de modernas aplicações agrícolas e novas variedades de cultivos mais resilientes à mudança do clima. Entre as práticas e os sistemas aplicados no Brasil, podem-se destacar: plantio direto; manejo integrado da fertilidade de solos; captação de água nos sistemas agrícolas; irrigação inteligente; agricultura de precisão; variedades melhoradas – com tolerância ao calor, à seca e outros estresses abióticos; eficiência no uso de N; agricultura orgânica; e aprimoramento do manejo integrado na proteção de culturas contra doenças, insetos e ervas daninhas. Todas essas práticas buscam difundir a importância da sustentabilidade nas cadeias produtivas associadas (carne, grãos e silvicultura).

Novas parcerias e arranjos institucionais (público-privados) também estão presentes no País. A Rede ILPF⁷⁴, cujo objetivo principal é o de acelerar a ampla adoção dos sistemas de ILPF por produtores rurais como parte de um esforço visando à intensificação sustentável da agricultura brasileira é um exemplo desse tipo de arranjo. Essa parceria permite a implantação e condução de Unidades de Referência Tecnológica (URTs) distribuídas em todos os biomas brasileiros. Outra ação é a Sala de Inovação⁷⁵, iniciativa do governo para coordenar as ações de atração de centros e projetos de PD&I de grandes empresas para o Brasil. Essa atração é um importante fator de aumento da competitividade do Brasil, pois busca ampliar competências tecnológicas, formar talentos locais e aumentar o valor agregado das exportações.

A efetiva ampliação do uso do mix de tecnologias terá impactos importantes na

produção agrícola, no consumo alimentar, na segurança alimentar, no comércio e na qualidade ambiental. A diversidade dessas opções tecnológicas ilustra as principais vertentes de P&D em face da crescente escassez de recursos naturais, mudança do clima e maiores demandas de alimentos. Métricas adequadas de avaliação da sustentabilidade dessas práticas devem ser desenvolvidas e aprimoradas, para dar suporte à adoção em larga escala dessas tecnologias.

O aperfeiçoamento de técnicas de aquisição de dados e processamento de informações e construção de modelos para simulação de risco e avaliação da vulnerabilidade de sistemas agrícolas deve ser priorizada. Um sistema de análise de metadados terá importante impacto no apoio ao processo de tomada de decisão e será viabilizado com o uso de modernas ferramentas computacionais destinadas à interoperabilidade analítica (*analytics*) de diferentes bancos de dados.

Recursos são investidos no desenvolvimento tanto de práticas tradicionais de manejo quanto de modernas aplicações agrícolas e novas variedades de cultivos mais resilientes à mudança do clima

⁷⁴ Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/rede-ilpf>>.

⁷⁵ Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br>>.

Desafios

- Fortalecer a governança da política nacional de mudança do clima, por meio de análises e estudos sobre indicadores de avaliação econômica, social e ambiental.
- Desenvolver tecnologias de adaptação e mitigação dos efeitos da mudança do clima.
- Reduzir as emissões de GEE, tendo como base a inovação tecnológica e a ampliação da adoção das boas práticas agrícolas.
- Desenvolver métodos científicos que assegurem a viabilidade técnica e financeira para a geração de dados de base para o processo de MRV (mensuração, comunicação e verificação – sigla em inglês para *Measurement, Reporting and Verification*).
- Ampliar o alinhamento e a atuação nacional em negociações de compromissos internacionais propostos e assumidos pelo País e que dialoguem com o modelo e a vocação do desenvolvimento agrícola brasileiro.
- Desenvolver sistemas de produção animal e vegetal, considerando características regionais, o uso racional, a substituição de insumos e os novos cenários climáticos.
- Aumentar a eficiência de processos produtivos agrícolas e a redução de impactos ambientais.
- Desenvolver métricas de sustentabilidade que considerem a complexidade da agricultura tropical e sejam baseadas em critérios técnico-científicos robustos.
- Ampliar o desenvolvimento de novos sistemas de mineração de dados e métodos analíticos para análises e suporte à tomada de decisão pública e privada.
- Estruturar, de forma integrada, análises multivariadas de risco climático capazes de antecipar necessidades e demandas, de forma a viabilizar a gestão de prioridades nos âmbitos mesorregional, estadual e nacional.
- Reduzir o *input* energético dos sistemas produtivos agrícolas e substituir fontes de carbono fóssil por fontes renováveis.
- Intensificar esforços na modelagem e na construção de cenários de risco climático, visando apoiar a definição de estratégias de minimização dos impactos causados pela mudança do clima.
- Disponibilizar informações estratégicas do clima, por meio de plataformas ativas, de fácil uso, acessíveis via múltiplas mídias.
- Remunerar os produtores rurais pelos serviços ambientais prestados com foco na redução das emissões de GEE e oferta de água.



RISCOS NA AGRICULTURA

A atividade agrícola é fortemente marcada por uma especificidade que a diferencia da produção da indústria e do setor de serviços: a forte dependência dos recursos naturais (como terra, clima e solo) e dos processos biológicos. Em particular, essa característica requer as seguintes condições: a) maior rigidez do processo produtivo, tendo como consequência menor flexibilidade para ajustar-se aos ciclos da economia e às mudanças nas conjunturas dos mercados relevantes; b) sazonalidade da produção; e c) dependência de processos biológicos que são responsáveis diretos pelas operações mais importantes do processo produtivo. Essas condições refletem os riscos que cercam a atividade agrícola, os quais tendem a ser maiores do que aqueles relacionados ao conjunto das demais atividades.

Na atualidade, esses riscos são ainda mais intensos devido aos maiores requerimentos de investimento. A agricultura contemporânea se caracteriza pelo uso intensivo do capital, em todas as suas modalidades: fixo e o fundiário – resultado da transformação da terra por investimentos e aplicação de tecnologia –, ambiental, humano, circulante e financeiro. Essa utilização intensiva de capital implica, por si só, riscos mais elevados, uma vez que o custo de eventos adversos é maior. A atividade agropecuária se caracteriza também por um ambiente de negócios mais complexo, com intensificação das relações a jusante e a montante, como parte de uma cadeia produtiva bem mais ampla, que envolve indústrias e serviços e mobiliza um número muito maior de pessoas do que as diretamente empregadas na produção primária. Isso significa que eventos adversos, em geral, propagam-se mais rapidamente do que no passado, potencializando e multiplicando os impactos que incidem diretamente sobre a agricultura.

É necessário considerar ainda que atualmente a agricultura está inserida em uma nova ordem global, que condiciona sua dinâmica, seu desempenho e interfere nos riscos em geral. Destacam-se, em particular, alguns fatores: a) o ambiente criado pelo multilateralismo e pelo peso crescente das regras fixadas em acordos internacionais e na legislação nacional; b) controles e regras que regulam os principais aspectos que envolvem toda a cadeia do agronegócio – ambiente, segurança alimentar, saúde, relações de trabalho, comércio, propriedade intelectual; c) mudança do clima no âmbito global, que se reflete na elevação da temperatura e principalmente na instabilidade do clima; d) pressões sociais com suficiente força para impor regras, atitudes, legitimar ou refutar opções tecnológicas, etc.; e) valorização do consumidor como *stakeholder* central da cadeia de valor do agronegócio. Esse novo ambiente interfere diretamente nos riscos agropecuários, em particular nos riscos institucionais, tecnológicos e de produção, riscos de mercado, do ambiente de negócios, bem como na percepção de integração e na consequente gestão desses riscos.

Ressalta-se que, dados os recursos disponíveis e as variáveis do contexto, os resultados da atividade agrícola estão relacionados à qualidade das diversas decisões dos agricultores, antes, durante e após o processo produtivo, e se referem às três questões básicas da economia: “O que produzir? Como produzir? Para quem produzir?” Tais decisões, que dizem respeito à definição de qual produto produzir, à tecnologia a ser empregada, à forma de financiamento, à estratégia de comercialização, entre outros fatores, são envolvidas, influenciadas e modificadas por diversos tipos de riscos. Ou seja, ao tomar essas decisões, os agricultores levam em conta, consciente ou inconscientemente, os riscos,

e estão fazendo, portanto, uma gestão integrada do risco. Por isso é possível afirmar que a gestão do risco é inseparável da gestão da produção agrícola, especialmente no Brasil, pela sua dimensão continental, pela grande diversidade socioeconômica dos produtores rurais e pela diversidade agrônômica dos sistemas de produção vegetais e animais.

Perdas econômicas

Estudo realizado em 48 países em desenvolvimento indica que 25% dos danos advindos de desastres naturais ocorridos entre 2003 e 2013 recaíram sobre a agropecuária, causando prejuízos de US\$ 70 bilhões nessas atividades (The impact..., 2015). Estima-se que 44% dessas perdas foram causadas por seca e 39% por enchentes. Associados a essa condição, destaca-se que, atualmente, 75% dos alimentos do mundo são gerados a partir de doze espécies de plantas e cinco espécies de animais (FAO, 2016), tornando o sistema alimentar global altamente suscetível aos riscos inerentes à atividade agrícola, como pragas e doenças em animais e plantas, e agravados pelos efeitos da mudança do clima. No Brasil, análises evidenciam perda anual próxima de R\$ 11 bilhões (1% do PIB agrícola) devido a eventos extremos (Arias et al., 2015). O fato de a maior parte da produção agropecuária nacional situar-se na faixa tropical indica a necessidade premente de sofisticação nas práticas de gestão de risco. Considerando que a mudança do clima em âmbito global já é perceptível pela intensificação de estresses térmicos, hídricos e nutricionais nos sistemas produtivos, pode-se afirmar que a agricultura brasileira é uma "ilha em um mar de riscos".

Também é relevante entender os fatores macroeconômicos que afetam o desempenho da agricultura brasileira, destacando: a trajetória e a conjuntura da economia nacional e

mundial; a política econômica, em particular a política cambial e fiscal; o contexto político e institucional; a situação fiscal e os indicadores sociais, particularmente os do meio rural. Deve-se ter claro que o desempenho econômico e social da agricultura é determinado pela combinação do conjunto de fatores aqui indicados e do conjunto de riscos que têm impacto significativo sobre os resultados do setor. Eventos climáticos, por exemplo, podem determinar perdas relevantes na produção, queda das exportações, redução da ocupação direta e indireta, maior volatilidade na produção e renda dos produtores, elevação de preços para os consumidores e insegurança alimentar. Impõe-se, assim, o desafio de viabilizar tecnologias inovadoras que garantam a produção de alimentos em um cenário global de riscos crescentes, forte pressão sobre o recurso água, além de exigências crescentes por segurança do alimento e redução de impactos ambientais e sociais do processo produtivo (Schwab, 2015). A conjunção sincronizada desses riscos poderia levar a uma crise mundial de alimentos.

Dada a importância da agricultura para a economia brasileira e a expectativa de intensificação de eventos que aumentam os riscos associados à produção agrícola, a gestão dos riscos é tema estratégico para o Brasil. O País já dispõe de políticas e programas de gestão de risco para sua agricultura, mas são vários os indicativos de que é necessário aumentar a eficiência e a efetividade desses mecanismos. Para responder ao crescente número de riscos e perigos, é preciso ampliar a capacidade de antecipar futuros possíveis para a agricultura brasileira, de realizar escolhas inteligentes e planejar trajetórias futuras, de forma cada vez mais sofisticada e competente (Lopes, 2017). O País não pode mais prescindir de um planejamento estratégico e de maior estabilidade para o setor – avanços

que garantam atenção destacada à gestão de riscos, ao uso de sistemas de inteligência estratégica para orientar o desenvolvimento rural sustentável, além da incorporação de conhecimentos e tecnologias para a mitigação e a adaptação a situações de risco e de ganhos de resiliência nos sistemas produtivos. A seguir, são apresentadas reflexões acerca do imenso desafio que é a gestão integrada de riscos na agricultura e de como o Brasil terá de enfrentá-los ao longo dos próximos anos, de forma compatível e coerente com sua condição de grande potência agrícola e grande provedor de alimentos para o mundo.

Riscos associados

Os riscos relativos à agricultura podem ser classificados em duas categorias. A primeira leva em conta as origens dos fatores de risco, enquanto a segunda considera a natureza do risco (IBGC, 2007). Sob a análise das origens, os fatores geradores de risco são separados em externos e internos ao processo produtivo. Em relação à natureza, os riscos são classificados em três grandes grupos: risco de produção, risco de mercado e risco do ambiente de negócios. Enquanto o risco de produção está associado à possibilidade de o volume produzido planejado não se efetivar devido à ocorrência de um evento climático, de incidência de doença ou praga ou ainda de falhas operacionais, o risco de mercado se deve basicamente ao grau de variabilidade dos preços dos insumos, dos produtos agrícolas, da taxa de câmbio e da taxa de juros. Esse tipo de risco possui destaque na agricultura devido a dois fatores, que restringe o tempo e eleva o custo para a comercialização do bem: 1) perecibilidade de boa parte dos produtos; 2) custos associados ao carregamento temporal do produto, isto é, ao armazenamento necessário para desconcentrar

no tempo a oferta agrícola. Observa-se ainda que o risco de preço também está associado à própria organização do negócio, em particular às fontes e modalidades de financiamento utilizadas. A utilização de capital de terceiros na estrutura de capital do negócio, mediante captação de empréstimos bancários, introduz o risco relativo à alavancagem financeira na atividade, e este está associado às oscilações não desejáveis das taxas de juros e de câmbio e à possibilidade da não renovação dos empréstimos (Hardaker et al., 2004). O risco do ambiente institucional, por sua vez, tem base na possibilidade de alterações não previstas em leis/regulamentações em certa região ou ainda em mudanças do marco regulatório que rege a economia nacional e o comércio mundial.

Com base na origem dos riscos e na incidência sobre os diferentes agentes e níveis de agregação, uma classificação alternativa tem sido apresentada e discutida (Arias et al., 2015): a) riscos de produção; b) riscos sanitários; c) riscos de gestão dos recursos, em especial dos recursos naturais; d) riscos de crédito e comercialização; e) riscos relacionados ao mercado externo; f) riscos decorrentes da infraestrutura; g) riscos do ambiente institucional relacionados a direitos de propriedade mal definidos, mudanças nas regras de comércio e mudanças nas regras relacionadas à própria produção.

Um exemplo de como o ambiente econômico pode causar impactos nos riscos são as mudanças na política macroeconômica, as quais incidem diretamente sobre a taxa de juros e sobre o acesso ao crédito e sua disponibilidade e custo. Outros riscos, como aqueles associados a eventos climáticos extremos, podem ocorrer tanto em uma área bastante específica, atingindo apenas alguns produtores individuais, como alcançar

toda uma comunidade ou região. Assim, as soluções deverão considerar uma análise integrada dos diferentes riscos (ainda que produtores e governos possam tratá-los separadamente, com instrumentos próprios para cada situação), que, na maioria das vezes, estão inter-relacionados, ora reforçando impactos negativos ora atenuando alguns efeitos indesejáveis advindos de um dos grupos. Nesse processo, é necessário identificar os principais riscos, quantificar o potencial de perda e avaliar a capacidade de gerenciamento, selecionando a alternativa de gestão e o monitoramento da operação. A racionalidade desse processo está em chegar até as soluções que representam o maior retorno para as intervenções diante de um quadro de recursos escassos.

Outro fator relevante para a agricultura mundial e nacional, e que se apresenta no topo das diferentes formas de risco, é a disponibilidade energética para todos os processos produtivos em todos os elos das cadeias agrícolas. Esse fator ganha importância ainda maior em um cenário global de incertezas, que incluem mudança do clima, mudanças geopolíticas e demográficas, com economias emergentes intensificando a demanda por alimentos e bens de consumo. O grande desafio relativo a esse fator está na capacidade de suprimento de forma eficiente e sustentável e a custo competitivo.

Nesse contexto, a produção e o uso de energias renováveis tem ganhado cada vez mais adeptos. Existe um movimento crescente para sua adoção de forma ampla em substituição às energias de fontes não renováveis. Organizações nacionais e internacionais têm produzido estudos que avaliam cenários futuros para a maioria das fontes renováveis de energia (eólica, solar, biomassa, biogás, etanol, biodiesel, etc.), mostrando que, apesar de toda a movi-

mentação internacional em direção à adoção das fontes renováveis, ainda existem inúmeros desafios a serem vencidos, no que se refere aos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais. Esse movimento pela substituição das fontes fósseis de energia pelas renováveis vem acompanhado ainda pela demanda de substituição de uma economia linear por uma economia circular de base renovável, também conhecida como bioeconomia.

A existência de enormes áreas de reserva de petróleo, principalmente o pré-sal no Brasil, associada ao potencial uso do carro elétrico e aos novos modelos de mobilidade, traz incertezas quanto ao futuro das energias renováveis em curto e em médio prazo. Por isso, torna-se fundamental que se estabeleçam políticas públicas e programas de incentivo que incluam apoio à infraestrutura e à logística de transporte e de escoamento, incentivos às ações de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, modelos matemáticos de quantificação de redução de emissões pela adoção de tecnologias mais sustentáveis, estratégias para abertura de mercados, entre outras.

Outro grande fator de risco da produção agrícola brasileira está na dependência da importação de insumos, especialmente fertilizantes. Entre 2000 e 2015, o uso de fertilizantes no País cresceu 87%, contribuindo, em parte, para o significativo aumento de 150% na produção de grãos no mesmo período. Entretanto, desde a década de 1990, o processo de privatização das indústrias estatais de fertilizantes e a facilitação da entrada de produtos importados, por meio de isenção de impostos, fez com que a produção nacional de fertilizantes se tornasse muito inferior à demanda interna. Em decorrência disso, a dependência em relação às importações vem aumentando ano após ano e, atualmente, acima de 70% do consumo total de fertilizantes na agricultura brasileira é suprido por importações.

Os fertilizantes respondem por mais de 40% do custo total de produção das principais culturas no Brasil. Por sua vez, estima-se que apenas os fertilizantes nitrogenados sejam responsáveis pelo incremento de cerca de 40% na oferta de alimentos no mundo (Erisman, 2008). Há grande influência dos preços da matéria-prima internacional e das commodities agrícolas, além da cotação do petróleo, na formação de preços desses insumos. A partir dessa constatação, percebe-se que alguns *drivers* de futuro serão essenciais para a sustentabilidade do agronegócio em relação a esse fator de risco. O desafio de reduzir a dependência externa por fertilizantes e diminuir o impacto dos insumos no custo da produção agrícola passa por planos estratégicos liderados pelo Estado brasileiro, os quais envolvem a participação intensa do setor privado.

Outra questão de risco associada à intensificação produtiva brasileira é a chamada “ponte verde” (Lopes, 2013b), ou seja, a sequência ininterrupta de cultivos, que tem favorecido algumas doenças e pragas, como a ferrugem e os nematoides da soja; a lagarta-do-cartucho do milho; a multiplicação de nuvens da mosca-branca, disseminando doenças como o mosaico-dourado do feijão; e a lagarta *Helicoverpa armigera*, que ataca o algodão, o milho, a soja e as hortaliças.

É importante considerar que os riscos elencados (clima; sanidade; crédito e comercialização; gestão, em especial dos recursos naturais, do mercado externo, da infraestrutura/logística, da energia, dos insumos e do ambiente institucional) são orientados pelos ganhos de produtividade, o que remete aos riscos tecnológicos. Não se trata apenas do impacto sobre a produtividade decorrente do uso de uma nova técnica, a exemplo da nanotecnologia, mas das consequências dessa tecnologia na cadeia de valor. Um exemplo disso foi a adoção dos OGMs, que apresentou impactos na produção agrícola- no que

se refere à “resistência a pragas”- e sobre o consumidor final, que passou a demandar informações a respeito dos seus efeitos sobre a saúde humana.

Gestão integrada de risco

De forma geral, as soluções para gestão do risco envolvem uma combinação de medidas e de atores, com atuação dos setores privado e público, em que a disponibilidade de recursos frequentemente determina as ações. É necessário, assim, estabelecer critérios objetivos, claros e consistentes para selecionar as ferramentas/metodologias adequadas para cada situação. Para isso, os analistas podem estabelecer filtros baseados em uma escala de benefícios, custos e abrangência, além da percepção dos *stakeholders*. A análise das soluções não pode isolar os vários elementos que interagem e interferem na definição do risco, das estratégias e das políticas/instrumentos de gestão. Em geral, o risco observado já reflete a adoção de medidas de gestão de risco adotadas previamente pelos agentes, que adotam estratégias – ainda que intuitivas e informais – com base na experiência anterior, na percepção própria dos riscos agropecuários, nas políticas existentes, etc. Por isso, não é possível isolar e identificar riscos individuais, estratégias isoladas de produtores e políticas governamentais, sendo necessária uma visão holística para a análise do sistema e que incorpore os riscos agropecuários e suas fontes, as estratégias dos produtores e as políticas governamentais (Managing..., 2009, p. 16).

A definição da estratégia e a escolha das políticas envolvem o conhecimento de duas dimensões-chaves dos riscos em geral: a probabilidade de ocorrência dos eventos e a severidade dos impactos sociais e econômi-

cos. Com base nessas dimensões, é possível segmentar os riscos da seguinte forma:

- Riscos frequentes, os quais ocasionam perdas pequenas. São os riscos normais do negócio, em geral assumidos pelos próprios produtores, que fazem a gestão usando instrumentos disponíveis no estabelecimento ou acessando políticas públicas gerais.
- Riscos cuja frequência e impacto não podem ser negligenciados e nem assumidos pelos próprios produtores, que buscam proteção em instrumentos específicos desenhados para transferi-los, via operações de mercado, para terceiros.
- Riscos que, mesmo tendo uma frequência pequena, geram grandes perdas, por isso são classificados como catastróficos, os quais não podem ser assumidos pelos produtores e, portanto, justificam-se ações governamentais.

O Brasil já conta com um conjunto de políticas, programas e instrumentos que contribuem para reduzir os efeitos negativos que os riscos causam aos produtores rurais e à sociedade consumidora. Esse conjunto abrange as várias dimensões, incluindo a mitigação⁷⁶, a transferência⁷⁷ e a resposta⁷⁸, as quais beneficiam diferentes atores do setor, ou seja, agricultores familiares, produtores médios e empresariais.

⁷⁶ Ações que acontecem antes da outra (ex ante) para prevenir, reduzir ou eliminar a ocorrência de eventos/impactos econômicos negativos à produção agropecuária. Alguns exemplos incluem os seguintes: sistemas de informação (zoneamentos), de drenagem e de irrigação; melhoramento genético preventivo; e práticas conservacionistas.

⁷⁷ Ações para transferir o risco a uma terceira parte com custo (prêmio), por exemplo, seguros, resseguros e coberturas de preço.

⁷⁸ Ações realizadas durante ou depois do evento (ex post), a fim de reconstruir ou compensar perdas ocasionadas pela sua ocorrência. Elas incluem, entre outras, o apoio emergencial concedido aos produtores para reestruturação de dívidas e/ou reconstrução de infraestrutura produtiva.

Entre os atuais programas e políticas públicas mais importantes relacionados aos três grupos de riscos agropecuários (produção, mercado e ambiente de negócios) citam-se os seguintes: o Zarc, a Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF) e o Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (Moderinfra).

No entanto, o País possui quase 17 mil quilômetros de divisas terrestres, grande parte em florestas nativas, mais de 7.300 km de fronteiras marítimas e um espaço aéreo superior a 8 milhões de quilômetros quadrados. É fundamental interpretar e tratar os riscos na escala do território, considerando a diversidade e a complexidade de relações e interações no espaço rural brasileiro (Lopes, 2017). Além disso, apresenta lacunas que restringem uma adequada gestão do risco. Quando analisadas as principais políticas públicas para a gestão dos riscos considerados (clima e incêndio, sanidade animal, sanidade vegetal, crédito e comercialização, comércio exterior, logística e marco regulatório), fica evidente que, em sua maioria, são dedicadas à estratégia da mitigação, com menor participação das estratégias de transferência e resposta. Se, por um lado, ambas as questões (diversificação das estratégias de gestão e complexidade da gestão) são um entrave para o desenvolvimento do setor agropecuário e, conseqüentemente, do País, por outro lado, representam uma oportunidade que transcende o setor agrícola, gerando “novos” negócios, a exemplo da assistência técnica e da tecnologia da informação, que, além de contribuírem para reduzir a volatilidade e as perdas no setor agrícola, contribuirão para a geração de receita fiscal.

Estratégias e ferramentas de gestão de risco

O gerenciamento do risco pode ser agrupado em: prevenção/mitigação, transferência e enfrentamento (Tabela 8). A prevenção/mitigação visa reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos adversos e/ou reduzir o impacto dos eventos. A transferência visa diluir os efeitos econômicos negativos entre um grupo de atores, esse o caso clássico do seguro. Já o enfrentamento objetiva aliviar os efeitos negativos provocados pela ocorrência dos eventos, tendo como exemplo o Programa Garantia Safra.

Com a intensificação dos sistemas produtivos, a gestão integrada tem ocupado cada vez mais a agenda do setor agrícola mundial e brasileiro. A produção vegetal e animal é suscetível a riscos múltiplos que podem ser agrupados em riscos de produção, de mercado e de ambiente de negócios (Managing..., 2009). As consequências dos riscos variam segundo a região, o tipo de produtor e a cadeia de valor (animal e vegetal). As perdas extremas podem ser maiores sobre a renda do produtor rural nas regiões mais carentes e com menor acesso aos mecanismos para mitigação. A agricultura familiar, por dispor de menor acesso a instrumentos financeiros de transferência de riscos, pode sofrer grande impacto na renda. Os riscos implicam gastos fiscais importantes dos governos e também posição competitiva brasileira nos mercados internacionais.

Tabela 8. Ferramentas de gestão de risco, conforme nível institucional e grupos de estratégia.

Estratégia	Nível institucional		
	Fazenda/Comunidade	Mercado	Governo
Prevenção/ Mitigação	Escolha tecnológica; diversificação da produção	Treinamento em técnicas de gestão de risco	Políticas macroeconômicas, prevenção contra desastre e doenças animais
Transferência	Compartilhamento da produção	Derivativos, seguro rural, integração vertical, comercialização não focada na safra, trabalho fora da agricultura	Sistema tributário de renda progressivo, programas contracíclicos, regras de fronteira (medidas de biossegurança)
Enfrentamento	Empréstimo com familiares, amigos e/ou na comunidade	Venda de ativos, empréstimo bancário, renda de fora da agricultura	Assistência social, programas agrícolas de suporte ao agricultor

Fonte: Managing... (2009).

Não obstante esse aspecto, as perspectivas futuras sinalizam que o uso crescente de novas tecnologias na agricultura aumentará ainda mais o risco econômico, na medida em que, apesar de controlarem variáveis ambientais e mitigarem o risco da produção, exigem grandes investimentos e maior inserção dos produtores nos circuitos financeiros. Em um contexto como esse, pequenas mudan-

ças nos preços e na produtividade podem afetar significativamente a sustentabilidade econômico-financeira dos negócios agrícolas. Assim, cada vez mais os riscos agrícolas requerem entendimentos inovadores no seu processo de gestão, com o envolvimento de diferentes estratégias, instrumentos, riscos e atores, a exemplo do indicado pelo Banco Mundial (Arias et al., 2015) (Figura 29).

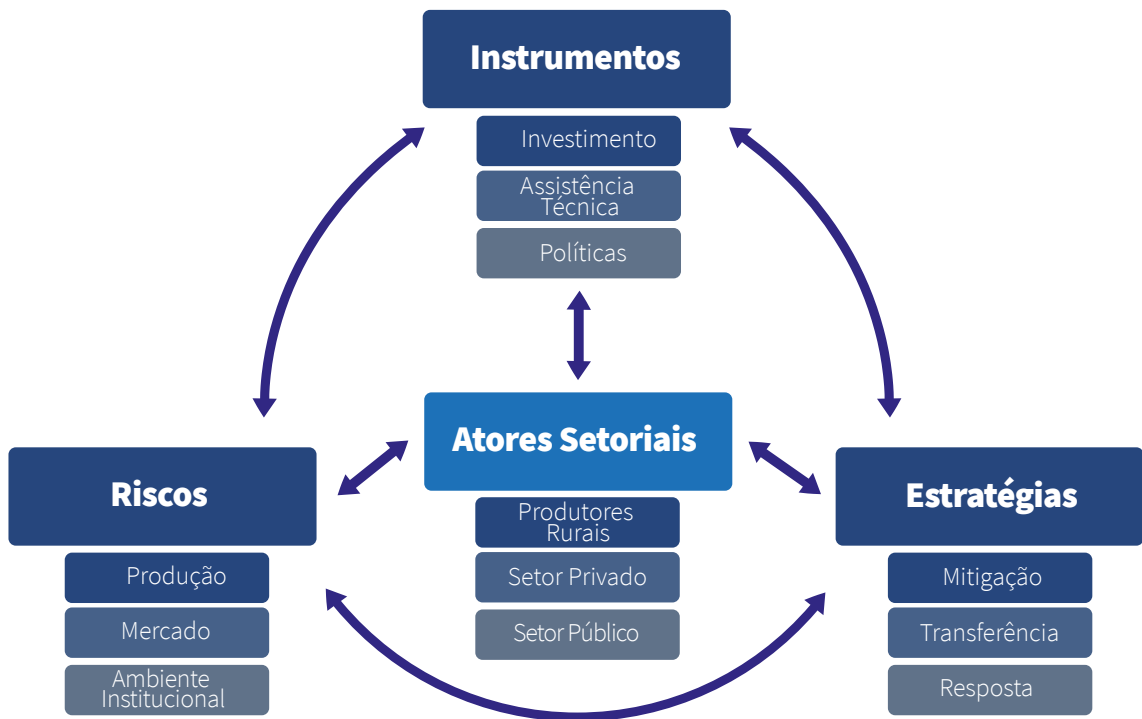


Figura 29. Visão integrada da gestão de riscos agropecuários.

Fonte: Arias et al. (2015).

Com a mudança do clima e o processo de intensificação dos sistemas produtivos, cada vez mais os sistemas de gestão de risco ganham importância nas diferentes cadeias produtivas da agricultura. Sistemas hoje disponíveis em escala municipal, como o Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico⁷⁹ e o Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro)⁸⁰, têm potencial para apoiar a tomada de decisão na propriedade rural em tempo real. A complexidade e a dinâmica da agricultura brasileira apontam para a necessidade da integração multiescalar dos sistemas existentes com outros ainda não dedicados à gestão de risco, a exemplo das informações de mercado, de gestão dos recursos naturais, de sanidade (animal e vegetal) e de logística. Há a necessidade crescente de os processos de gestão de risco

assumirem abordagens sistêmicas e voltadas à tomada de decisões sobre períodos acima de um ano/safra, apesar das crescentes incertezas sociais, políticas, econômicas e ambientais.

A adoção de novas tecnologias na gestão integrada de múltiplos riscos na produção animal e vegetal depende da capacidade de inovação da pesquisa e da transferência de tecnologia e sua interação direta, e em tempo real, com os produtores rurais. A gestão de risco integrada possibilitaria ao produtor rural informação mais qualificada e suficiente para lhe garantir “acesso amplo” aos mercados e, assim, também desenvolver seu empreendedorismo e maior sustentabilidade produtiva.

Um plano estratégico para a melhor gestão de riscos agropecuários no Brasil deve ser implementado paulatinamente, iniciando-se pela integração e pela articulação de algumas políticas e programas públicos por meio dos quais a gestão integrada de riscos já vem sendo realizada. Essa estratégia deveria ter como foco o alcance de maior

⁷⁹ Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>.

⁸⁰ Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>>.

estabilidade da renda do produtor rural, melhor regularidade no fornecimento de matérias-primas para os setores agroindustriais e redução nos custos dos produtos das cadeias agroalimentares para os consumidores.

Assim, a gestão integrada deve considerar inicialmente: a) geração e transferência de tecnologias; b) transferência de riscos agropecuários; c) planejamento integrado da logística agrícola e de investimentos em infraestrutura rural; d) integração de ferramentas de gestão de risco climático na gestão dos recursos naturais; e) integração de riscos do setor às iniciativas de promoção e monitoramento do comércio exterior. À medida que essas ações iniciais forem sendo implementadas, será possível explorar soluções mais complexas.

Desafios

- Viabilizar a produção agrícola em regiões com crescente risco agrícola e vulnerabilidade social nas cadeias produtivas agrícolas.
- Desenvolver sistemas inovadores de gestão de risco da agricultura, integrando aspectos climáticos, tecnológicos, socioeconômicos, ambientais e de mercado.
- Analisar os aspectos preponderantes do declínio produtivo de sistemas agrícolas, considerando de forma integrada fatores técnicos, sociais, econômicos e ambientais.
- Desenvolver protocolos e sistemas de diagnóstico rápido e eficiente em apoio à defesa sanitária animal e vegetal.
- Avançar e aprimorar continuamente o zoneamento de risco climático no apoio ao fomento às políticas públicas com foco na intensificação produtiva sustentável.
- Desenvolver ferramentas de acesso à previsão meteorológica que permitam elevar a previsibilidade do manejo e o uso mais eficiente dos recursos naturais e insumos na produção animal e vegetal.
- Intensificar ações que visem aumentar a previsibilidade da ocorrência de pragas e doenças.
- Preservar a diversidade genética por meio da coleta, manutenção e caracterização de bancos de germoplasma.
- Fortalecer articulações público-privadas e público-públicas para prover sistemas de gestão integrada de riscos na agricultura.
- Fortalecer o sistema de defesa sanitária agropecuária e de pesquisa para reduzir os riscos sanitários animais e vegetais, os estresses bióticos e abióticos e os impactos de eventos climáticos.
- Desenvolver novas formulações de fertilizantes, diminuindo riscos ambientais, sociais e econômicos.
- Realizar programas de PD&I para o desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e processos em ambiente tropical e subtropical.
- Integrar sistemas de informação e bases de dados de risco climático com informações de mercado, recursos naturais, sanidade (animal e vegetal), e logística e infraestrutura.
- Desenvolver fontes alternativas de nutrientes e aumentar a produção nacional de fertilizantes, no intuito de diminuir a dependência internacional.
- Promover o uso mais eficiente de fertilizantes e corretivos na produção agrícola.
- Implementar políticas públicas que promovam gestão integrada de risco no sistema agroalimentar.



AGREGAÇÃO DE VALOR NAS CADEIAS PRODUTIVAS AGRÍCOLAS

O consumidor final é o pagador de todos os valores⁸¹ gerados ao longo da cadeia de valor dos produtos. A agregação de valor a um produto ou serviço ocorre quando o consumidor percebe acréscimos nas características que lhe são entregues por meio de tal produto/serviço. Por consequência, adicionar (agregar) valor a um produto ou serviço significa incrementar características nele que levem o consumidor a perceber isso como justificativa para um preço adicional ou permitam ao produtor reduzir seu custo de produção, ampliando a margem de contribuição do produto/serviço.

O valor pode ser entendido como a proporção (ou *trade-off*) qualidade/preço, componentes esses que possuem efeitos diferentes no valor percebido pelo consumidor. Alguns consumidores percebem valor quando o preço é baixo, outros percebem valor quando existe um balanço ou equilíbrio entre qualidade e preço (Zeithaml, 1988). Outra visão acerca do significado de valor argumenta que defini-lo apenas pelo *trade-off* qualidade e preço pode ser muito simplista. O fornecimento de valor superior ao comprador em termos de qualidade do produto, características especiais ou serviço pós-venda também é responsável por agregar valor (Porter, 1990).

No presente documento, entende-se por agregação de valor a aplicação de conhecimentos que promovam o aumento do valor adicionado (valor de venda do produto menos o custo de matérias-primas e operações), seja pela redução dos custos de operação (uso de tecnologia inovadora ou melhorada; uso de equipamentos mais eficientes ou de

maior controle; substituição de insumos; uso racional de insumos e mão de obra), seja pelo aumento do valor final do produto (maior vida útil; produto diferenciado; rastreabilidade; certificação; embalagem diferenciada; entre outros) (Zocolo, 2017).

Para incrementar o valor percebido, algumas estratégias de marketing apresentam tendência de crescimento e podem representar um diferencial mesmo quando não há diferença tangível entre o produto oferecido sem esforço de marketing e o produto bem posicionado. Como exemplo, o uso de *story-telling* no varejo de alimentos pode, além de aproximar o consumidor urbano do produtor rural, incrementar o valor de commodities diversas, que não seriam percebidas como produto diferenciado sem as ações de comunicação mercadológica. Estratégias de marketing também são usadas para incrementar a percepção de autenticidade do produto, um componente importante para “descomoditizar” produtos agrícolas como, por exemplo, o café (Lee; Shin, 2015; Porpino, 2015).

Em mercados mais maduros (no que se refere às ações de marketing para o setor agroalimentar) – tais como o norte-americano, o francês e o italiano –, a valorização da compra local (*buy local*) também ajuda a agregar valor à produção de pequenos produtores. Entre as ações nessa linha, destaca-se o Programa *Farmers Markets*, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture – Usda) (Estados Unidos, 2018b), que fomenta a venda direta do produtor ao consumidor.

Do ponto de vista macro, as nações têm trabalhado suas marcas-país para exportar produtos com incremento de margem de lucro. Para o Brasil, as evidências indicam oportunidades de fortalecer o País enquanto marca no setor de alimentos, dado que o consumidor

⁸¹ Entende-se que o valor é um atributo de um produto (ou serviço) que justifica sua compra. Esses atributos representam características que são traduzidas pelos custos e pelas margens de lucro geradas por um produto (Selig, 1993). Sendo assim, a percepção de valor que o consumidor tem sobre o produto justifica o preço que ele está disposto a pagar por ele.

estrangeiro faz associação positiva do Brasil com seus elementos naturais, seu clima e fertilidade do solo, que, por sua vez, impactam positivamente a imagem de produtos ligados a esses atributos, tais como alimentos (Costa Filho et al., 2016).

Especificamente sobre as cadeias produtivas agrícolas, o processo de agregação de valor não passa necessariamente pelo mercado “tradicionalmente agropecuário”. O setor químico, por exemplo, é mercado para produtos agrícolas (o açai é utilizado para produção de cápsulas de antocianina). A nanotecnologia apresenta importante papel nesse processo, ao habilitar ou facilitar processos de rastreabilidade, conservação, na qualidade e certificação de produtos agrícolas, entre outros. As biotecnologias oferecem possibilidade de geração de novos produtos por meio de tecnologias ômicas.

Além de o consumidor ter cada vez mais poder decisório (protagonismo do consumidor), de a agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas frequentemente depender de mercados que não são agro (ex.: géis super absorventes para mudas só são viáveis se atrelados ao mercado de fraldas e absorventes) e de diversos serem os mercados potenciais para produtos agrícolas, o processo de agregação de valor derivado de resultados gerados por institutos de pesquisa agrícolas requer maior aproximação com o setor produtivo, objetivando a expansão das ações de “desenvolvimento pós-validação” e de escalonamento de produção. Isso também pode potencializar a agregação de valor aos produtos das cadeias produtivas agrícolas por meio da inovação aberta (lógica *Intel inside*), tendência muito forte em um ambiente cada vez mais digital.

Alimentos, nutrição e saúde

Questões econômicas, sociais e culturais fortalecem aspectos relacionados à demanda crescente por produtos diferenciados. De forma geral, os alimentos podem ter valor agregado no que se refere à sua qualidade global, como aparência, sabor, maciez, sanidade e características nutricionais. Um produto vegetal ou animal, in natura, minimamente processado ou industrializado pode conter diferenciais de qualidade como funcionalidades, terroir ou regionalidade – queijos e derivados, embutidos, polpas, frutas tropicais, doces. A rastreabilidade do produto (insumos, características locais da produção, colheita/abate, método de conservação, qualidade e tempo de armazenamento, transporte, processamento) e a geração de um novo produto/processo (extratos vegetais, fármacos, óleos essenciais, novos usos, novos materiais diferenciados) são formas crescentes de agregação de valor.

O panorama da questão alimentar no mundo se depara com cenários diversos e, em alguma medida, contraditórios. Em primeiro lugar, não se pode deixar de discutir os aspectos ligados à desnutrição, incluindo a subnutrição e as deficiências de micronutrientes, que geram elevados custos sociais e econômicos para a sociedade, em todos os países do mundo. As estimativas da FAO mostram que, em 2015, 795 milhões de pessoas estavam subnutridas, o que representa 10,9% da população mundial e quase 2 bilhões de pessoas sofriam carência de um ou mais nutrientes (The State..., 2015).

De fato, o mundo tem enfrentado uma crise nutricional com a predominância de dietas de baixa qualidade em todos os países, o que torna premente a necessidade de enfrentar

as consequências das dietas inadequadas, tais como aumento do sobrepeso, obesidade e doenças crônicas não transmissíveis relacionadas à nutrição. Em 2015, 1,33 bilhão de pessoas estavam acima do peso ou obesas (Global..., 2016). Ou seja, apesar do progresso significativo que se verifica no combate à fome, a má nutrição, em todas as suas formas, ainda afeta um terço da população mundial (The State..., 2013).

O Brasil, apesar de ter saído do mapa da fome em 2014, ainda conta com milhões de pessoas que não têm acesso regular ao alimento e, assim como nos outros países, também apresenta um quadro de deficit nutricional e incidência de doenças crônicas relacionadas à baixa qualidade da dieta.

As tendências atualmente observadas no segmento agroalimentar são decorrentes de fatores como a urbanização crescente, o aumento da expectativa de vida, as novas relações de trabalho e a rapidez no acesso à informação

As causas imediatas da má nutrição são complexas e multidimensionais, podendo-se destacar: acesso insuficiente e/ou não disponibilidade de alimentos seguros, variados e nutritivos; falta de acesso à água potável; ausência de saneamento e de cuidados de saúde; alimentação infantil inadequada; e escolhas alimentares

inapropriadas. Ou seja, trata-se de um problema complexo, cujas causas passam por questões econômicas, sociais, políticas, ambientais, culturais e fisiológicas muito mais amplas. Independentemente de seus fatores, a desnutrição está intimamente ligada, direta ou indiretamente, às principais causas de morte no mundo, constituindo um dos maiores desafios para a sociedade moderna e para as políticas públicas.

Por sua vez, verifica-se um mercado de alimentos cada dia mais dinâmico e inovador, mas que, de alguma forma, também busca atender a demandas originadas pela baixa qualidade das dietas. O mundo globalizado, caracterizado pela aproximação dos mercados, permite o acesso a produtos alimentícios de diferentes origens, assim como a informações sobre eles. A globalização e o aumento da capacidade de consumo, associados ao estilo de vida moderna, influenciam os hábitos alimentares das diferentes camadas da população. As tendências atualmente observadas no segmento agroalimentar são decorrentes de fatores como a urbanização crescente, o aumento da expectativa de vida, as novas relações de trabalho e a rapidez no acesso à informação, entre outros (Les 10..., 2017).

O documento *Brasil Food Trends 2010:2020* (Brasil Food Trends, 2010), baseado em estudos internacionais de diferentes institutos e agências, apresentou os aspectos que representam as principais tendências de alimentação no mundo, que são: sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, sustentabilidade e ética.

No Brasil, também se verificou aderência ao observado de forma global. A tendência “conveniência e praticidade” representa, proporcionalmente, o maior segmento encon-

trado no País, com 34% dos consumidores brasileiros (Figura 30). Trata-se de um segmento motivado pelo ritmo de vida nos centros urbanos, onde a demanda por produtos que permitam economia de tempo e esforço são a prioridade. A tendência “confiabilidade e qualidade” é um pilar que orienta ou determina as escolhas e a fidelização dos consumidores desse grupo (23%), que estão mais conscientes e informados e valorizam produtos seguros e de qualidade atestada, com garantia/certificação de origem e selos de qualidade. Com quase o mesmo percentual

(22%), aparece a tendência “sensorialidade e prazer”, na qual os consumidores priorizam o sabor e as características sensoriais do produto. Nesse grupo, também se encontram aqueles consumidores com renda um pouco superior, que valorizam produtos gourmet, especiarias regionais e pagam preços mais altos por produtos inovadores. E, por fim, no Brasil observa-se a fusão entre duas tendências observadas nos estudos internacionais – saudabilidade e bem-estar e sustentabilidade e ética –, com 21% dos consumidores (Figura 30).

Tendências observadas para o consumo de alimentos (%)

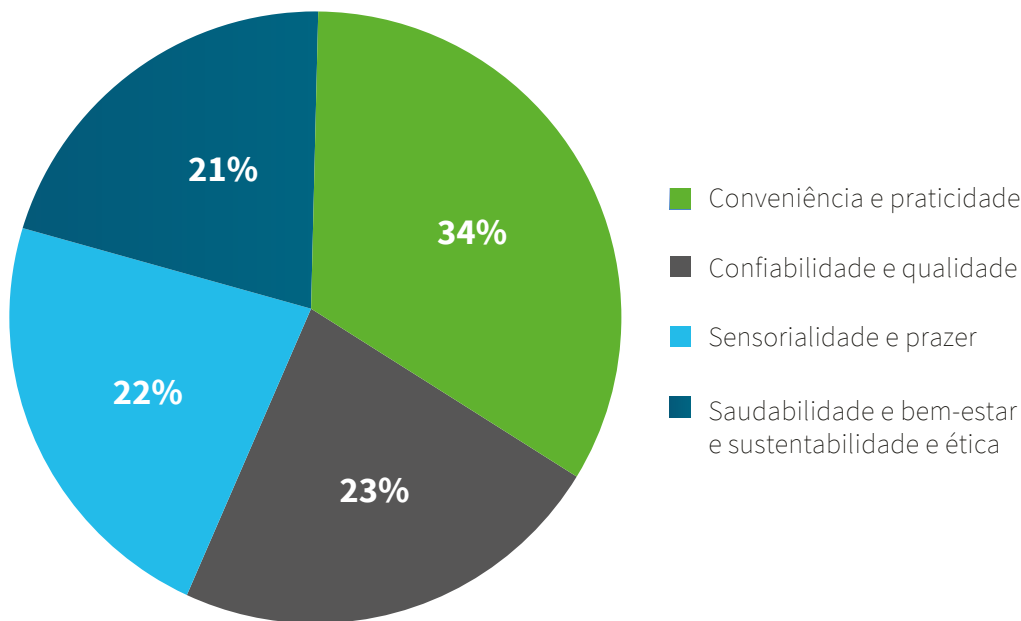


Figura 30. Tendências observadas para o consumo de alimentos.
 Fonte: Brasil Food Trends (2010).

Individualmente, essas tendências não estão consolidadas no Brasil, e as duas estão atreladas à atitude do consumidor. O que mais se destaca nesse grupo é a busca por alimentos saudáveis, que possam trazer algum benefício à saúde, entre os quais se podem destacar:

[...] produtos benéficos à saúde em diferentes aspectos, tais como físico, mental, cardiovascular e gastrointestinal; produtos para dietas específicas e alergias alimentares; produtos isentos ou com teores reduzidos de sal, açúcar e gorduras; produtos com aditivos e ingredientes naturais; produtos fortificados; produtos diet/light; produtos para esportistas; produtos à base de plantas; entre outros (Morales, 2010, p. 45).

Quase uma década após a divulgação desses estudos, os segmentos relacionados à saudabilidade e bem-estar continuam em crescimento constante e vêm se firmando como uma tendência consolidada no Brasil e no mundo. O mercado global de alimentos funcionais, por exemplo, vem ampliando consideravelmente (em 2015, esse mercado girou em torno de US\$ 130 bilhões, com uma projeção de crescimento de 92% em 10 anos) (Grand View Research, 2017).

No horizonte para 2050, verifica-se uma intensificação dessas tendências, associadas às novas tecnologias, como, por exemplo, o controle do alimento ingerido por meio de aplicativos de telefones celulares, a aceitação de comidas “feitas sob demanda”, como o alimento impresso em 3D, que representam uma “personalização” do alimento, assim como o avanço no conhecimento da microbiota humana e o uso da nutrigenômica. Ainda na linha da “personalização” ou “individualização” do alimento, verifica-se o crescimento dos mercados de nicho, que atendem a demandas específicas dos consumidores, em paralelo à redução de mercados das grandes marcas produtoras de alimentos (Moreira, 2016).

São demandados tanto produtos frescos que aportem conteúdos relevantes de nutrientes e compostos antioxidantes, quanto os produtos direcionados a dietas especiais. Para isso, têm sido desenvolvidos produtos com conteúdo reduzido de substâncias que possam causar danos à saúde quando consumidas em excesso, como o sal (condimentos criativos), o açúcar (sucos mistos integrais) e as gorduras (molhos), ou, ainda, produtos isentos de substâncias alergênicas (massas alimentícias baseadas em leguminosas). Nessa mesma linha, um desafio é o desenvolvimento de substitutos naturais para o açúcar, o sal e os corantes alimentícios (Food..., 2016).

Em paralelo, buscam-se oferecer alimentos enriquecidos ou combinações de matérias-primas e ingredientes na forma de produtos com propriedades benéficas para a nutrição e a saúde, tais como biofortificados, bebidas mistas, prebióticos e probióticos, bioativos micro e nanoencapsulados, etc.

A pesquisa e o desenvolvimento com foco no aumento da produtividade devem ser incentivados, uma vez que as estimativas da FAO indicam que é necessário aumentar em 60% a produção de alimentos básicos no mundo até 2050, porém deve-se também aumentar o investimento em pesquisas relacionadas à produção e à qualidade de frutas, hortaliças, grãos, frutos secos e alimentos de origem animal. A pesquisa deve englobar o sistema alimentar como um todo, desde a produção agrícola até a obtenção de alimentos prontos para consumo e que propiciem dietas de alta qualidade.

Alimentos de qualidade poderão ser obtidos por meio do uso de técnicas moleculares de edição de genoma como o CRISPR [*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat*], que poderá contribuir para a obtenção de matérias-primas agropecuárias com maior valor nutricional, isenta de compostos

alergênicos e/ou com características tecnológicas mais adequadas. Visando à redução das deficiências em micronutrientes, a pesquisa em biofortificação em culturas que ainda não foram estudadas continua sendo uma estratégia importante.

Além disso, o conceito de *Food Design* tende a se fortalecer por priorizar o desenvolvimento de produtos de alto valor agregado, a partir da biodiversidade brasileira, direcionados para o mercado consumidor interno e externo.

Pode-se destacar, portanto, como importantes tendências de consumo na temática de alimentos, nutrição e saúde: a) alimentos funcionais com características antioxidantes, probióticas, prebióticas, e/ou ingredientes funcionais, com foco nas biomoléculas como fitoesteróis, ácidos graxos, peptídeos, fibras, flavonoides, ácidos fenólicos, vitaminas, etc.; b) produtos reduzidos ou isentos de açúcar e sódio e gorduras trans; processos e produtos para fins e públicos-alvo específicos – atletas, idosos, crianças, pessoas com alergias e intolerâncias alimentares; c) novas fontes proteicas: proteínas de plantas, carne de laboratório, algas, coprodutos, insetos; d) produtos com apelos de “tecnologia limpa”, ambientalmente amigáveis, isentos de aditivos químicos, oriundos da biodiversidade; ingredientes naturais; aproveitamento de coprodutos agroindustriais para obtenção de compostos de interesse; e) alimentos específicos para necessidades dietéticas individuais.

Em suma, os aspectos relativos à saudabilidade e ao bem-estar das pessoas implicam oportunidades crescentes para elevar o valor agregado aos produtos agrícolas. Isso traz impactos à indústria alimentícia como um todo, por meio de, por exemplo, necessidade de redução no processamento e no uso de aditivos artificiais e inclusão de outros mais benéficos ao organismo. Algumas tendên-

cias de saudabilidade e bem-estar podem assim ser descritas:

- Redução do número de aditivos e de alguns tipos de ingredientes utilizados na formulação dos produtos, como, por exemplo, conservantes, alguns tipos de gordura e sódio.
- Utilização de aditivos e ingredientes naturais em detrimento dos artificiais, como, por exemplo, emulsificantes, aromas e corantes.
- Aumento da oferta de produtos com menor densidade energética, maior densidade nutricional, baixo índice glicêmico, com mais proteínas e de saciedade prolongada.
- Inclusão de frutas e vegetais na formulação de uma gama cada vez maior de produtos.
- Segmentação da dieta, com o propósito de atender os diferentes grupos que podem ser formados quando se levam em consideração as faixas etárias, os estilos de vida, estados de ânimo e características genéticas.
- Aumento da oferta de produtos enriquecidos e funcionais.

Nanotecnologia, bionanocompósitos e biotecnologia

A intensa competição entre os agentes econômicos implica a necessidade de constante investimento em tecnologias emergentes, que possuam potencial de inovação e de aumento de competitividade de seus produtos. Nos últimos anos, a nanotecnologia tem demonstrado um enorme potencial para melhorar o desempenho de vários produtos

e processos, que podem ter um impacto positivo tanto no desenvolvimento de novos produtos, como na agregação de valor a produtos agropecuários.

A nanotecnologia permite o conhecimento da composição, manipulação, otimização de propriedades e também a descoberta de novas propriedades da matéria na escala nanométrica, ou seja, em escala atômica e molecular. Assim, a nanotecnologia pode ser usada também para explorar melhor as propriedades de vegetais, microrganismos, enzimas, animais, resíduos e produtos agropecuários em geral, permitindo a melhoria do desempenho de suas propriedades ou descoberta de novas propriedades, funcionalidades e aplicações dessas para o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado. Entre as aplicações, destacam-se, por exemplo, a extração de nanocelulose de resíduos de vegetais, que pode atingir valor agregado cerca de 100 a 1.000 vezes maior, com propriedades únicas que possibilitam o desenvolvimento de novos produtos, como embalagens biodegradáveis, sensores de alta sensibilidade, filtros de separação e aditivos para a indústria química.

No ganho específico de valor dos produtos agrícolas, a nanotecnologia abre possibilidades para habilitar ou facilitar processos de rastreabilidade, na qualidade e certificação de produtos agrícolas e ainda no monitoramento ambiental, através de novas classes de sensores. A nanotecnologia aplicada ao desenvolvimento de sensores já demonstrou, por meio dos resultados da língua eletrônica, que pode contribuir para avanços da análise sensorial e do monitoramento da qualidade de produtos agropecuários, tais como alimentos, bebidas, óleos e biocombustíveis, além de permitir a detecção de contaminantes orgânicos e inorgânicos em solo e água.

Além disso, biossensores têm sido fabricados com a imobilização de enzimas e outras proteínas, com alta sensibilidade, pois são exploradas interações específicas de reconhecimento molecular.

A aplicação industrial se desdobra ainda na indústria de insumos (fertilizantes, pesticidas), de medicamentos para uso veterinário, além de setores relacionados ao processamento e à conservação de alimentos – como, por exemplo, pela aplicação de novas gerações de embalagens inteligentes. As aplicações não se limitam a essas áreas, porém a característica convergente da nanotecnologia requer atuação multi e transdisciplinar, com potencial para fomentar um grande conjunto de cadeias de inovação associadas ao produto agropecuário.

Há um grande interesse mundial no desenvolvimento de tecnologias inseridas no conceito de “química verde” que possibilitem a utilização de produtos de menor impacto ambiental. Na busca por processos químicos e produtos que levem a um ambiente mais limpo, saudável e sustentável, destaca-se a aplicação de recursos naturais na preparação de novos materiais. Questões relevantes como a biodegradabilidade e o uso de fontes renováveis são consideradas primordiais para garantir a preservação ambiental e proporcionar melhor padrão de vida à sociedade. Nesse contexto, os compósitos biodegradáveis, produzidos a partir de produtos e subprodutos agropecuários, têm atraído o interesse de muitos pesquisadores. A nanotecnologia permite aplicar em novos produtos conceitos associados ao comportamento da matéria em dimensões próximas à dimensão atômica. É uma área portadora de futuro, que tem se destacado pela imensa permeabilidade e convergência em áreas relacionadas, desde a física e a química até a biologia e a agronomia.

Da mesma forma, os bionanocompósitos que contêm nanopartículas atraem atenção para uma ampla faixa de aplicações, notadamente para aquelas em que são desejáveis melhor desempenho mecânico e maior estabilidade térmica. Isso ocorre porque, mesmo em baixas concentrações, a incorporação de nanopartículas em matrizes poliméricas resulta em uma grande área interfacial matriz/ agente de reforço, que reduz a mobilidade molecular das cadeias poliméricas e, conseqüentemente, melhora as propriedades térmicas e mecânicas do material. A modificação química controlada de superfícies representa outra relevante estratégia para inserir características diferenciadas em novos materiais. Em particular, a modificação química buscando conferir hidrofobicidade a polímeros naturais tem sido investigada com o objetivo de preparar superfícies compatíveis com meios apolares.

No âmbito da Embrapa, enorme quantidade de estudos vem sendo feita no intuito de concretizar as novas ideias que surgem no domínio dos novos materiais e da nanotecnologia. De igual importância é a atenção dada às alternativas que utilizem fontes renováveis e valorizem resíduos em geral. A tendência é avançar no entendimento da relação estrutura-propriedade e desenvolver produtos e processos com potencial inovador e competitivos para um mercado promissor. Nesse contexto, objetiva-se desenvolver bionanocompósitos à base de fontes renováveis, utilizando a nanotecnologia e técnicas de caracterização avançadas.

No campo das biotecnologias, há um grande leque de tendências de prospecção de novos produtos através de tecnologias emergentes, como a genômica, proteômica, metabolômica e metagenômica. Essas tecnologias sistematizadas por meio da

bioinformática (determinante para disponibilizar o acesso a bancos de dados) constituem o fundamento estrutural e funcional para o efetivo uso da biologia sintética na engenharia de sistemas biológicos. Entre as principais rotas que a biotecnologia deverá perseguir estão o domínio de processos metabólicos de organismos (plantas, animais e microrganismos) e seu foco em materiais e substâncias de elevado valor, ampliando suas metas para usos não alimentares, por exemplo, com aplicações na química, bioquímica, medicina, enfermagem, nutrição e energia.

Com isso, aumentam-se as possibilidades para ganhos na produtividade de plantas e animais domésticos e na redução dos danos causados por pragas, doenças e invasoras nos sistemas de produção agropecuários. Efeitos positivos são esperados na melhoria da qualidade e na composição nutricional dos produtos, bem como na eficiência de uso dos recursos. Espera-se, também, forte protagonismo da biotecnologia na atenuação de estresses bióticos e abióticos, produtos alimentares desenhados para atender às necessidades alimentares específicas, combustíveis líquidos produzidos diretamente a partir de gás carbônico, plásticos biodegradáveis e de biomassa, além de biossensores para monitoramento em tempo real das plantações e do ambiente. A transversalidade desse tema é grande e permite atuação em diversas cadeias industriais.

Globalmente, há um domínio tecnológico evidente das grandes empresas de biotecnologia agrícola, e as sete maiores corporações controlam aproximadamente dois terços do mercado global de sementes. Novos processos de fusão e aquisição levarão à concentração ainda maior no futuro

próximo. No Brasil, até meados da década de 1990, a participação de empresas nacionais de melhoramento genético nos mercados de sementes de soja e milho era superior a 70% e 30%, respectivamente. No entanto, em decorrência de diversas aquisições de empresas de capital nacional, da adoção da Lei de Patentes, em 1996, e da Lei de Proteção de Variedades Vegetais, em 1997, sementes proprietárias foram introduzidas maciçamente pelas grandes corporações da agrobiotecnologia no mercado brasileiro. Como resultado, a participação nacional no mercado de sementes de soja e milho foi reduzida.

Uma característica distinta das grandes empresas de biotecnologia agrícola é a sua capacidade de inovação para o desenvolvimento contínuo de genótipos superiores, utilizando-se ferramentas biotecnológicas. Para isso, utilizam-se estratégias robustas de pesquisa e desenvolvimento em adição ao melhoramento genético convencional, fazendo uso de ferramentas biotecnológicas, tais como marcadores moleculares, engenharia genética e edição genômica, com o propósito de gerar novas cultivares com maior valor nutricional, resistência a herbicidas e pragas e maior tolerância a diferentes estresses. Por meio dessas estratégias, milhares de genótipos são avaliados anualmente e aqueles selecionados são responsáveis por ganhos de produtividade, sobretudo em condições adversas. Globalmente, essa estratégia tem sido bem-sucedida na descoberta, no desenvolvimento e na comercialização de cultivares, fazendo a convergência das mais diversas ferramentas biotecnológicas. Existem, portanto, vários exemplos, de transgenes e cisgenes introduzidos por engenharia genética que foram capazes de melhorar características agrônômicas, levando direta ou indireta-

mente ao aumento do rendimento ou à agregação de valor em várias commodities e outros produtos da agricultura.

Bioeconomia

Outro aspecto a ser destacado, é o papel da bioeconomia para agregação de valor. A bioeconomia pode ser definida como uma economia cujos pilares básicos de produção, como materiais, químicos e energia, são derivados de recursos renováveis (Brasil 2035, 2017). Nessa “nova” economia, a transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, fármacos, fibras, produtos industriais e energia. A diferença entre a bioeconomia do passado e a atual é que esta última tem por base o uso intensivo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, como os produzidos pela biotecnologia, genômica, biologia sintética, bioinformática e engenharia genética, que contribuem para o desenvolvimento de processos com base biológica e para a transformação de recursos naturais em bens e serviços.

É importante ressaltar ainda que, por meio da bioeconomia, há um fortalecimento da relação entre agricultura e indústria, tornando-as parte do mesmo processo e aportando maior valor adicionado para a agricultura, com potencial para contribuir para o desenvolvimento econômico do País. Dessa forma, a bioeconomia tem sido vista como uma oportunidade para a agricultura brasileira utilizar e aprimorar todo o seu potencial de multifuncionalidade, que é a sua capacidade de produção de alimentos, fibras, energia, prestação de serviços ambientais e ecossistêmicos, química verde e novos insumos.

A bioeconomia tem sido vista como uma oportunidade para a agricultura brasileira utilizar e aprimorar todo o seu potencial de multifuncionalidade

As últimas décadas têm sido marcadas por preocupações da população mundial com questões ambientais que envolvem o esgotamento de recursos fósseis e as consequências da poluição. Nesse contexto, uma demanda crescente tem surgido em relação a processos e produtos baseados na exploração racional e sustentável de recursos renováveis, que atraem o interesse de diversos setores industriais. A expectativa é que os inúmeros recursos da biodiversidade brasileira, quando bem caracterizados e racionalmente explorados pelas novas ciências, possam contribuir de forma cada vez mais efetiva com a pujança da bioeconomia nacional.

A Comissão Europeia, por exemplo, estabeleceu a bioeconomia como um plano de estratégia e ação que incide sobre três aspectos fundamentais: desenvolvimento de novas tecnologias e processos; desenvolvimento de mercados e competitividade nos setores; incentivo para que os responsáveis políticos e as partes interessadas trabalhem juntos (European Union, 2012). A tendência é buscar uma economia inovadora com baixas emissões, que concilie as exigências para a agricultura sustentável e a pesca, a segurança alimentar e o uso sustentável dos recursos biológicos renováveis para fins industriais,

assegurando ao mesmo tempo a biodiversidade e a proteção ambiental. A bioeconomia contempla não apenas setores tradicionais, como agricultura, silvicultura e pesca, mas também setores como as biotecnologias e bioenergias. A biotecnologia moderna já possibilita a criação de muitos produtos e processos que se adequam a esse campo de estudo, como energia renovável, alimentos funcionais e biofortificados, biopolímeros, biopesticidas, medicamentos e cosméticos. Com os avanços da biologia sintética, a tendência é que cada vez mais surjam biofármacos, bioinsumos e bioprodutos.

O Brasil possui enorme riqueza natural, motivo que abre uma janela de oportunidades para seu crescente protagonismo na bioeconomia mundial. Além disso, a competência do País em bioenergia, aptidões agrícolas e biotecnologia tornam o Brasil um ator de liderança nesse cenário. Para participar de maneira significativa desse desafio, é importante garantir espaço para produtos inovadores e processos de base biológica, em segmentos vitais como a agricultura, a saúde e as indústrias de materiais, de energia e química. O País precisa adotar políticas que estimulem pesquisadores, cientistas e ambientalistas, ao mesmo tempo em que facilitem o acesso ao vasto patrimônio genético contido na biodiversidade de nosso território.

A utilização de biomassa integral ou residual como matéria-prima para produção de energia é alternativa sólida no cenário mundial, mas ainda contribui com percentual muito reduzido do total de energias renováveis. Entretanto, à medida que utilizamos a biomassa como fonte de energia, novos processos de conversão de biomassa têm possibilitado produzir inúmeros bioprodutos que, inseridos no contexto da bioeconomia mundial, permitirão ao País diminuir a dependência

de recursos de fontes fósseis, reduzindo o impacto sobre a biodiversidade e sobre o meio ambiente, além de ampliar o crescimento econômico.

Estudos conduzidos por organizações da UE e dos EUA, como a OECD e a FAO, estimam que a substituição de fontes fósseis por fontes renováveis poderia levar à redução nas emissões de cerca de 2,5 bilhões de toneladas de CO₂ eq. por ano, até 2030. Essa potencial redução vem estimulando a produção e o consumo de produtos de base biológica, expandindo o mercado e os empregos associados. Para acompanhar esse aumento da demanda, há necessidade de diversificar matérias-primas, conhecer suas características, ter processos para sua conversão e conhecer os produtos de base biológica que elas permitem gerar com os processos que dominamos hoje.

A bioeconomia europeia movimenta mais de 2 trilhões de euros por ano e emprega mais de 22 milhões de pessoas. Ainda assim enfrenta grandes desafios técnicos e científicos. As principais frentes exploradas nas biorrefinarias no contexto da bioeconomia mundial são: a) a produção, por processos químicos, termoquímicos e biológicos, de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos (peletes, biodiesel, etanol e bioquerosene, hidrogênio, *syngas* e biogás); b) os químicos verdes (biometanol, ácidos succínico e levulínico, tolueno, xilenos) e biofertilizantes (rizobactérias fixadoras de N e solubilizadoras de P); c) os biopolímeros e biomateriais [polipeptídeos, polissacarídeos, poliláctico (PLA), polihidroxibutirato (PHB), compósitos de nanofibras de celulose]; d) os produtos da biotecnologia industrial (microrganismos e microalgas melhorados ou modificados geneticamente para produção de químicos, enzimas celulolíticas e polímeros, além de

plantas geneticamente modificadas para utilização industrial).

No Brasil, estudos do Ministério de Minas e Energia (MME), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) – organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) – mostram que as principais biorrefinarias se destacam pela produção de biocombustíveis (etanol e biodiesel), de papel e celulose e, em menor extensão, de químicos. Considerando biocombustíveis e papel/celulose, a situação do Brasil é relativamente confortável, mas em relação aos químicos o Brasil tem déficit comercial da ordem de US\$ 30 bilhões. Isso se deve ao fato de a produção de químicos a partir de biomassa no País ainda estar na fase de desenvolvimento de rotas tecnológicas, principalmente para álcoois, polióis e éteres.

Ao analisarmos a atual estrutura das biorrefinarias nacionais, fica óbvia a pouca flexibilidade para adoção de múltiplas biomassas, o que dificulta a diversificação de produtos oferecidos. Esse é o caso, por exemplo, das biorrefinarias de produção de etanol e biodiesel que se baseiam na cana-de-açúcar e na soja para produzir etanol/açúcar e farelo/biodiesel, respectivamente. Para nossa bioeconomia se tornar competitiva e nos posicionarmos como exportadores de produtos de base biológica, teremos de desenvolver soluções inovadoras baseadas em projetos modernos de biorrefinarias que permitam arranjos modulares organizados em conjuntos de processos para produção de múltiplos produtos. Esse modelo é analisado em estudo da IEA Bioenergy Task 42. Para isso, organizações de pesquisa deverão ter agendas estratégicas focadas em soluções inovadoras. Deverão ser ainda capazes de captar

recursos para suas pesquisas e nas relações de parceria que estabelecerem entre si e o setor privado. Também, deverão prospectar tendências tanto científicas e tecnológicas como de mercado e sociopolíticas para desenvolver os processos, os produtos e as tecnologias necessárias a essa diversificação. O Estado deverá promover políticas, incentivos fiscais e reduzir a burocracia das relações público-privadas. O setor produtivo e a indústria devem investir em ciência e tecnologia e ter predisposição para modernização.

Novos materiais e processos

O desenvolvimento de novos materiais constitui a chave para a consolidação de produtos e processos inovadores em todas as áreas de produção tecnológica e de serviços a elas atrelados, incluindo-se o agronegócio (Wilde, 2016). Nesse sentido, existe a tendência de haver ainda maior interesse e desenvolvimento tanto em novos materiais possivelmente obtidos de produtos agrícolas quanto naqueles destinados ao desenvolvimento de novos processos e produtos de base agrícola.

Entre os materiais de fonte renovável, destacam-se os polímeros naturais (como amido, poliácido láctico e quitosana), que podem ser utilizados na produção de embalagens funcionais ou filmes finos protetores de alimentos. Esses materiais vêm continuamente ganhando propriedades técnicas que os aproximam dos polímeros convencionais, permitindo a substituição (com ganho em biodegradabilidade) ou a integração com outras funcionalidades – como indicadores da qualidade do alimento pela variação de cor, integração com sistemas com propriedades bactericidas, entre outros (Falguera et al.,

2011; Tiwari; Syväjärvi, 2014; Fakhouri et al., 2015; Salgado et al., 2015).

No enfoque dos materiais de fontes minerais ou sintéticas, outras aplicações vêm sendo prospectadas com sucesso e há elevado potencial de que se experimentem ainda maiores avanços nos próximos anos. Sistemas como nanopartículas oxidantes, sistemas meso e nanoporosos, entre outros, destinam-se a múltiplas aplicações: por exemplo, pode-se utilizar a mesma classe de material nanoporoso para filtração de água ou liberação controlada de um feromônio. Há, dessa forma, oportunidade de agregação de valor pela adequação desses desenvolvimentos a aplicações específicas, como a racionalização da aplicação de insumos, a conversão de produtos agrícolas (particularmente em agroenergia), o tratamento de efluentes gerados desses processos e a valorização de produtos agroflorestais. Todas essas aplicações vêm prospectivamente surgindo no mercado internacional e, com a redução de custo associado ao aumento de escala, têm sido propostas para uso no meio agropecuário (Tiwari; Syväjärvi, 2014; Ranjan et al., 2016).

Automação

Tecnologias para automação de processos vêm continuamente impactando o cenário geral de produção de bens, por meio do aumento específico de produtividade, da diminuição de falhas associadas a erro humano, da redução do trabalho penoso e de riscos operacionais, entre outros impactos gerais. No setor agropecuário, a automação de alguns processos específicos – em exemplos como plantio, colheita, ordenha, abate, etc. – já é estabelecida, com perspectivas de intensificação e expansão no mundo e no Brasil nas próximas duas décadas. A in-

tensificação da automação das atividades agrícolas, atrelada a outros aspectos da denominada agricultura inteligente – como a utilização de sensores e imagens de satélite de alta resolução –, resultará em aumento da produtividade e sistemas de produção mais eficientes (Wilde, 2016).

Outra tendência observada na automação são os tratores autônomos que já operam na forma de protótipo em diferentes países, inclusive no Brasil, e possui expectativa de comercialização até 2023 (Salomão, 2017). A maior eficiência da telemetria tem contribuído para essa evolução, pois é possível avaliar a performance, o percurso e a velocidade das máquinas de forma precisa, permitindo um desempenho mais eficiente.

Ainda que processos associados à produção de commodities agrícolas já disponham de algumas tecnologias, várias demandas específicas, com especificidades regionais ou que demandam processos de agregação de valor, precisam ainda ser atendidas, inclusive aquelas tipicamente associadas à agricultura familiar – que, até o momento, pouco assimilou dos processos de automação.

Porém, apesar de o Brasil apresentar um grande potencial de protagonismo nessa área, as indústrias de máquinas e equipamentos agrícolas nacionais ainda dependem de grande contingente de mão de obra pouco qualificada e não possuem um histórico de desenvolvimento de inovação mais radical nesse tema. Estudos socioeconômicos mostraram que a automação em setores industriais criou mais oportunidades de emprego mais qualificadas, mais seguras e mais especializadas, do que a eliminação de postos de trabalho, com a consequente ampliação de mercado, melhoria de qualidade e competitividade de seus produtos.

No Brasil, esse tema é incipiente quando comparado com os Estados Unidos, a Europa, e o Japão. Internacionalmente, o tema tem sido organizado pela *Agricultural Industry Electronics Foundation* (AEF), que congrega cerca de 140 membros, majoritariamente empresas privadas, liderados pelos maiores fabricantes de máquinas agrícolas. Os temas prioritários apontados pela AEF são a padronização de dados de comunicação e de controle entre tratores e implementos (ISO-11783 ou ISOBUS), o padrão para potência elétrica em máquinas agrícolas e a padronização de dados e informação do Sistema de Informação para Gestão de Propriedade Agrícola (*Farm Management Information System* – FMIS).

Há também tendência de uso de ferramentas digitais (como big data e data mining) para habilitar processos de automatização em larga escala – que, no entanto, também dependem do desenvolvimento de novas gerações de sensores e atuadores, para coleta de dados sistematizados, e da solução de problemas comuns no campo, principalmente relacionados à conectividade (Milovic; Radojevic, 2015; Majumdar et al., 2017). Paulatinamente, essas tecnologias vêm surgindo e se firmando como tendências para aumento da produtividade e consequente ganho de valor no produto agropecuário final.

Indicação de procedência e denominação de origem

Aspectos relacionados à rotulagem, como selos de qualidade, denominação de origem, produtos orgânicos, social e ambientalmente amigáveis, entre outros, estão sendo cada vez mais empregados para agregação de valor. Apresentação, embalagem, ponto de

comercialização, marketing e demandas específicas de nichos de mercado também têm impactado de forma decisiva muitos mercados, bem como a imagem que o consumidor tem de certa marca ou País. Portanto, essas características podem se tornar valor agregado ao produto, o qual deve ser percebido pelo comprador.

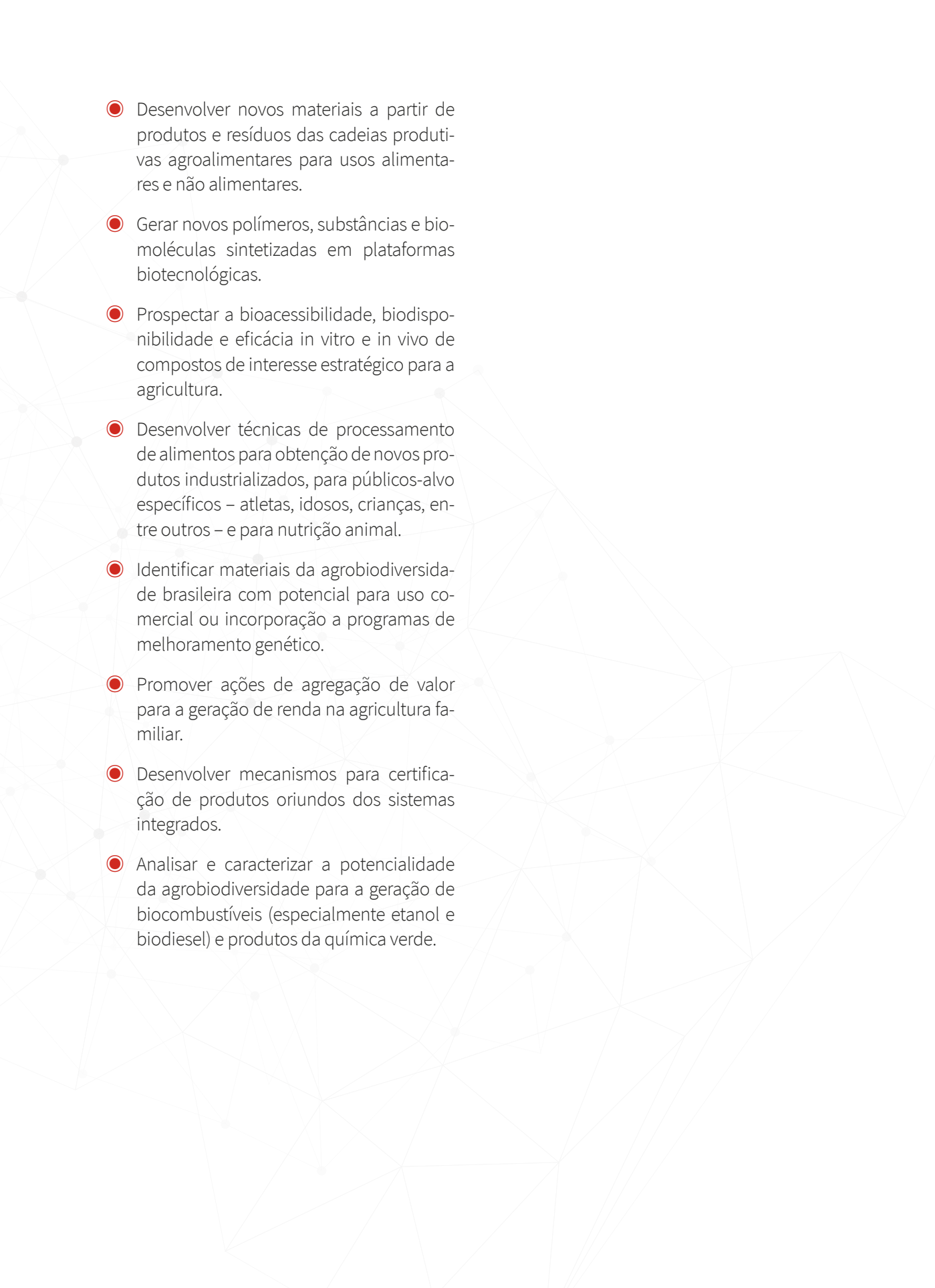
A finalidade de uma indicação geográfica é a proteção de produtos (ou serviços) que sejam provenientes de uma determinada região, que os tornem diferenciados, únicos (seja por absorverem peculiaridades – referentes a fatores naturais como solo, clima e/ou relevo –, seja decorrente de fatores humanos – tais como o saber fazer, a tradição ou a cultura de uma determinada comunidade). Em contrapartida, também se busca a proteção ao consumidor, ao informá-lo corretamente sobre o produto que ele está consumindo, garantindo sua procedência e genuinidade. Essas características, uma vez incorporadas aos produtos, fazem com que os consumidores percebam maior valor no produto em relação à sua contraparte tradicional (Adding..., 2010; Albert, 2010).

Especificamente do ponto de vista do produtor, buscam-se essencialmente dois objetivos. O primeiro, mais imediato, constitui um acréscimo no preço do bem a ser comercializado – consequência do reconhecimento de sua origem geográfica. O segundo, mais relevante, é a concretização do reconhecimento de um lugar como originário de um determinado produto, que se encontra impregnado da história daquela região e do povo que a habita, bem como de sua cultura, reputação e constância (Bruch, 2008). Esse reconhecimento não garante apenas o mercado para o produto, mas a permanência daquelas pessoas no lugar, onde elas cultivam hábitos transmitidos entre gerações,

garantindo o desenvolvimento sustentável daquelas comunidades. Observa-se tendência de crescimento de iniciativas relacionadas à indicação geográfica de produtos de maneira que esses sejam associados a altas qualidades e reputação (nos aspectos ambientais e sociais), fazendo com que os consumidores percebam tais características como imputadoras de maior valor nos produtos (Samper, 2017).

Desafios

- Desenvolver novos sistemas de produção que considerem aspectos da multifuncionalidade do espaço rural, integrando a produção de alimentos, fibras e energia às atividades econômicas não agrícolas, tais como turismo rural e serviços ecossistêmicos.
- Ampliar a automação e a agricultura de precisão nas cadeias produtivas com foco na agregação de valor a seus produtos, serviços e processos.
- Intensificar o uso da agricultura de precisão para identificar locais de produção mais adequados para culturas e variedades específicas, com certificação de origem e procedência.
- Desenvolver insumos agropecuários de alta eficiência, de liberação prolongada ou para compostos-alvo que possam agregar valor às cadeias produtivas agrícolas.
- Desenvolver processos de produção, reaproveitamento e otimização de fontes energéticas para a utilização sustentável de matérias-primas renováveis.
- Prospectar novos materiais para melhoria de processos agroindustriais, como fertilização e aplicação de defensivos com liberação controlada e localizada e descontaminação de águas.

- 
- Desenvolver novos materiais a partir de produtos e resíduos das cadeias produtivas agroalimentares para usos alimentares e não alimentares.
 - Gerar novos polímeros, substâncias e biomoléculas sintetizadas em plataformas biotecnológicas.
 - Prospectar a bioacessibilidade, biodisponibilidade e eficácia in vitro e in vivo de compostos de interesse estratégico para a agricultura.
 - Desenvolver técnicas de processamento de alimentos para obtenção de novos produtos industrializados, para públicos-alvo específicos – atletas, idosos, crianças, entre outros – e para nutrição animal.
 - Identificar materiais da agrobiodiversidade brasileira com potencial para uso comercial ou incorporação a programas de melhoramento genético.
 - Promover ações de agregação de valor para a geração de renda na agricultura familiar.
 - Desenvolver mecanismos para certificação de produtos oriundos dos sistemas integrados.
 - Analisar e caracterizar a potencialidade da agrobiodiversidade para a geração de biocombustíveis (especialmente etanol e biodiesel) e produtos da química verde.



PROTAGONISMO DOS CONSUMIDORES

A tecnologia da informação e seus acelerados avanços, como as mídias sociais e as plataformas digitais – como as de comércio eletrônico –, transformaram as formas de relacionamento, interação e comunicação entre empresas e consumidores. Os computadores e celulares cada vez mais acessíveis, a internet de baixo custo, a fonte aberta e o *Wi-Fi* possibilitam acesso à informação e propiciam crescente protagonismo do consumidor na tomada de decisão na hora de comprar, bem como no compartilhamento de experiências e controle de produtos e marcas. O avanço da economia digital e colaborativa⁸² incrementam, além do nível de informações, as habilidades e o engajamento dos consumidores, bem como as condições necessárias para que ele seja crescentemente protagonista nas decisões nos processos produtivos (seu empoderamento) (Gazzola et al., 2017).

A transformação impulsionada pelo protagonismo dos consumidores tem gerado novos modelos de negócios e oportunidades em diversos setores, entre os quais o agroindustrial. Contudo, ao mesmo tempo produz desafios para os tomadores de decisão em diversos âmbitos: política de concorrência, proteção e privacidade dos consumidores, tributação, direitos de propriedade intelectual, entre outros (Gazzola et al., 2017).

Analisando especificamente o setor agroalimentar, o crescente protagonismo dos consumidores pode ser evidenciado pela emergência de novos modelos de negócio, tais como o de venda direta do produtor, lançamento de produtos alimentícios cocriados por consumidores e, ainda, o *upcycling*, ado-

⁸² A chamada economia colaborativa resulta da maior interação com os consumidores nos processos de entrega de valor e está em franca expansão no cenário internacional. Exemplo desses fenômenos é o fato de a economia colaborativa ter dobrado de tamanho na União Europeia de 2014 para 2015, quando movimentou 28 bilhões de euros (European Commission, 2016).

tado na agroindústria para desenvolver produtos alimentícios de valor agregado, a partir de subprodutos ou excedentes que seriam descartados – tendência em crescimento na Europa e nos Estados Unidos e com potencial de inserção no Brasil nos próximos anos.

A tendência dos indivíduos de modificar hábitos já estabelecidos é resultado dos amplos e complexos movimentos econômicos, sociais, culturais e políticos que constantemente influenciam a vida das pessoas. Questões como nível de escolaridade, incremento de renda e envelhecimento da sociedade, entre outras, têm um peso importante na determinação das mudanças no padrão de consumo. Os principais estudos realizados sobre mudanças das tendências do consumo alimentar indicaram como determinantes os seguintes fatores: crescimento da população, urbanização, educação e informação, estrutura etária e familiar e renda. Algumas dessas tendências identificadas foram assim consolidadas (Brasil Food Trends, 2010): sensorialidade e prazer, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, e sustentabilidade e ética.

Em mercados mais heterogêneos – com diferenças acentuadas entre as classes sociais –, como o brasileiro, o protagonismo do consumidor no setor agroalimentar tende a ser puxado pelas classes com maior poder de compra. Contudo, análises do comportamento do consumidor, apontam que mesmo aqueles de classe média baixa valorizam características nos alimentos que vão além do preço (como saudabilidade, sabor e qualidade percebida na decisão de compra) (Parente et al., 2005; Rocha, 2017), embora esse ainda seja, em geral, o principal atributo para esse consumidor.

Analisando o outro lado da cadeia de valor, nos próximos 10 anos as empresas e as redes serão mais valorizadas pela inclusão dos pe-

quenos produtores e pela incorporação da responsabilidade social corporativa em seus negócios, tanto em termos de *compliance*, quanto de execução e comunicação de práticas empresariais ambientalmente corretas e socialmente justas. Também será observado o crescimento das redes de *fair trade*, com tendência de crescimento das certificações de comércio justo. A criação de incentivos para associações e cooperativas deverá ser um dos focos dos governos (Neves, 2014).

Três indutores globais inter-relacionados fornecem um quadro geral para caracterizar cadeias de suprimentos de alimentos e tendências futuras: urbanização e concentração do setor agrícola; transição, segmentação e mudança das dietas; e aumento do comércio globalizado (Parfitt et al., 2010). Esses indutores atrelados ao crescente protagonismo dos consumidores indicam que as cadeias produtivas agrícolas e afins terão de concentrar suas ações no fornecimento de produtos com as seguintes características: a) ambientalmente amigáveis; b) adaptados às necessidades de conforto e praticidade dos consumidores; c) com opções de diferenciação apropriadas aos novos hábitos alimentares; d) adequados às características modernas de unidades familiares com menor número de indivíduos, o que implica embalagens menores, alimentos minimamente processados e com maior vida útil.

As tecnologias da informação e comunicação e o empoderamento individual

O empoderamento individual implica a necessidade de que o consumidor consolide seu papel no direcionamento das decisões econômicas, de maneira geral, e, especial-

mente, das produtivas. Esse empoderamento é, ao mesmo tempo, causa e efeito de outras tendências, como a expansão da economia global, o rápido crescimento de países em desenvolvimento e a exploração de novas formas de comunicação.

Os consumidores, quando optam conjuntamente pela mesma escolha, formam grupos que são capazes de exercer influência nas tomadas de decisão produtiva. Contudo, parte desse poder de influência só é possível nas condições atuais de avanços sociais e econômicos, em que não há, estruturalmente, em escala mundial, insuficiência de produção. A produção ampliada, como a que tem sido observada nas últimas décadas, permite aos consumidores usufruir de certo “poder de decisão”, que seria muito mais limitado numa época de restrição da oferta de alimentos (ou de produtos industrializados). Ou seja, o consumo é um dos elos das cadeias produtivas, os quais são mutuamente dependentes, não sendo possível considerar que qualquer um deles, separadamente, determine os demais.

As TIC permitem que os consumidores possam conhecer melhor o que consomem, acompanhar a reputação das marcas, avaliar empresas concorrentes, ter mais informações sobre principais características, desenvolvimento, qualidade e relação custo-benefício dos produtos e serviços à sua disposição. O indivíduo empoderado nas suas ações de consumo quer obter o que deseja e, ao mesmo tempo, evitar o que não deseja. E esse indivíduo pode fazer isso porque tem as ferramentas das TIC em sua mochila e em seu bolso (Vision Critical, 2017). A influência das TIC na decisão final do consumidor se apresenta para os mais diversos produtos, incluindo produtos agrícolas – a era digital envolve uma geração conectada. Há uma expressão popularmente utilizada que diz

“quem tem informação tem poder”, e a conectividade permitiu ao consumidor o compartilhamento de informações e trocas de experiências de forma rápida e eficiente. Esse consumidor acredita que a multicanalidade⁸³ é algo natural e exige integração entre todos os meios.

Não é de se surpreender que, nessa era de amplas e profundas transformações ocasionadas pelas TIC, uma das principais forças formadoras da visão de futuro da agricultura brasileira seja a influência exercida pelo novo consumidor, cada vez mais conectado. Munido de mais informação e maior conhecimento acerca dos produtos oferecidos e seus preços, esse agente econômico se torna cada vez mais um determinante dos atributos que deseja, potencializado pelas oportunidades e ferramentas digitais. Contudo, o crescente protagonismo dos indivíduos enquanto agentes decisórios (especialmente no aspecto econômico – consumidores) apenas ocorre quando os consumidores podem e decidem se beneficiar desses instrumentos.

O consumidor visto como um indivíduo passivo e à mercê das manipulações das empresas é apenas uma caricatura do passado. Atualmente, ele se caracteriza por enorme participação em redes sociais e por maiores conhecimentos a respeito de seus direitos e deveres. Esse dinamismo decorrente da comunicação mais ampla e rápida, bem como a conscientização a respeito do potencial econômico individual, favorece a circulação imediata e abrangente de informações e opiniões, aumentando de forma crescente o poder de influência que o novo consumidor exerce sobre os mercados e processos de produção. Embora a conectividade seja con-

dição necessária para isso, não é suficiente. Uma das mais fortes mudanças que direcionarão o mercado e o futuro de muitas empresas será o controle exercido pelo consumidor no seu relacionamento comercial e nas suas escolhas de compra. Assim, é imperativo que as empresas se adaptem e se transformem para atender ao “novo consumidor”.

A informação cada vez mais compartilhada por meio das mídias sociais molda o novo consumidor, detentor de muita informação e opiniões sobre saúde, alimentação e diversidade de produtos existentes no mercado. A mais recente pesquisa brasileira de domicílios em 2015 mostra que 58% da população brasileira já usava a internet – o que representa 102 milhões de internautas. Indivíduos crescentemente interligados com seus *gadgets* continuamente conectados à rede (web) e com acesso a qualquer tipo de informação em tempo real são fortes formadores de opinião em seus círculos de influência, o que demonstra que a confiança que eles depositam nas organizações (fornecedores) impacta fortemente a sobrevivência delas (IBM, 2011). Nesse ambiente, a informação confiável e completa que é repassada ao consumidor é de extrema importância para que uma empresa permaneça no mercado. Caso se sinta ludibriado e/ou lesado, o consumidor tende a abandonar o fornecedor que tenha lhe causado esse sentimento e a influenciar outras pessoas.

Mesmo considerando que o Brasil permanece sendo um País de baixa escolaridade, com 51% da população adulta tendo concluído apenas o ensino fundamental e com índice igualmente elevado de analfabetismo funcional, percebe-se que o protagonismo dos consumidores deve ser impulsionado nas próximas décadas em razão do maior acesso às informações por meio de novas mídias

⁸³ Multiplicidade de canais de interação/comunicação consumidor-empresa: canais tradicionais – lojas físicas, lojas virtuais –, internet, aplicativos, entre outros.

(IBGE, 2017). Essa é uma tendência consolidada, mesmo no contexto da classe média baixa brasileira, como apontam estudos recentes. Mesmo na zona rural, por exemplo, o WhatsApp já é o principal meio de comunicação no Brasil, sendo utilizado por 96% dos produtores rurais que possuem acesso à internet, e 61% dos produtores já utilizam celulares inteligentes ou smartphones (Associação Brasileira de Marketing Rural e Agrogócio, 2017).

Outras análises do mercado nacional, focadas em áreas urbanas, apontam que principalmente o segmento mais jovem utiliza smartphones, compara preços, valoriza marcas e caminha para ser um consumidor *omnichannel*⁸⁴, tais como os consumidores de renda mais elevada. O Brasil possuía, no primeiro semestre de 2017, 198 milhões de smartphones em uso, com estimativa de alcançar um smartphone por habitante antes do início de 2018 (Meirelles, 2017). Tais características apontam para a tendência, também no Brasil, de avanço do protagonismo dos consumidores.

Há uma tendência global crescente de as organizações dos diferentes elos das cadeias produtivas atuarem na comunicação com esses novos consumidores, fornecendo a eles informações que possam melhorar seu conhecimento, impactando suas opiniões. Entre diversas ações, as organizações das cadeias produtivas agrícolas proverão cada

⁸⁴ Por meio da tecnologia, o novo consumidor *omnichannel* tornou-se onipresente: acessa informações e interage com as empresas nas mais diversas plataformas, muitas vezes ao mesmo tempo em canais on-lineonline e presencial. Seus hábitos de busca por informações, de escolha por produtos e serviços e, conseqüentemente, de interação acabam por exigir das organizações novos processos que, estruturalmente, possuem maior interatividade e conectividade (Cerbelli, 2014; Almeida et al., 2017).

vez mais os consumidores com informações de qualidade, ou melhor, informações embasadas cientificamente sobre temas sensíveis relacionados à agricultura, por exemplo, sobre o adequado uso de insumos agrícolas e o bem-estar animal. Tendência que caminha em conjunto com a anterior é o marketing direcionado decorrente de análises em grandes bases de dados (big data).

O atendimento às demandas dos consumidores exigirá crescente coordenação dos atores das cadeias produtivas. Para organizações dedicadas diretamente à pesquisa, o conhecimento do perfil, das necessidades e dos desejos desse novo consumidor é um elemento essencial para suas atividades. Entretanto, cabe assinalar que os consumidores não são apenas aqueles que atuam no final da cadeia de valor (consumidor ou cliente final). Os agentes produtivos⁸⁵ que utilizam as tecnologias, produtos e serviços gerados pela organização fazem parte dos consumidores intermediários, que também influenciam as atividades de pesquisa. Portanto, o aprofundamento do conhecimento empírico sobre a realidade das atividades desenvolvidas por esses públicos deve ser objeto de atenção constante.

A análise dos consumidores, bem como as transformações estruturais, tendências de mercados e mudanças tecnológicas em curso devem ser examinadas no intuito de contribuir para os processos de definição da agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. Ressalte-se que o Brasil, com participação expressiva e crescente no mercado mundial de produtos da agricultura, especialmente de alimentos, se quiser manter sua competitividade mundial, não pode

⁸⁵ No caso de uma organização de P&D como a Embraer, os produtores rurais, as agroindústrias, provedores de insumos, entre outros atores relevantes das cadeias de valor da agricultura e pecuária.

considerar somente o mercado interno, mas também as demandas e exigências do mercado externo.

Consumo de alimentos e nichos de mercados

Estudos realizados sobre mudanças das tendências do consumo alimentar indicam que o crescimento da população, urbanização, educação e informação, a estrutura etária e familiar e a renda são fatores determinantes nas tendências de consumo de alimentos. Algumas dessas tendências são discutidas nesta seção (Brasil Food Trends, 2010).

A tendência “sensorialidade e prazer” vem direcionando o anseio de consumidores por novos produtos que valorizam cada vez mais as artes culinárias e experiências gastronômicas – consumidores esses denominados de *foodies*, que sustentam o crescimento de segmentos de produtos relacionados à gastronomia, cozinha caseira e socialização em torno da alimentação. Destacam-se produtos sofisticados, obtidos de matéria-prima ou ingredientes selecionados, de maior valor agregado, como os produtos gourmet e premium, por exemplo, azeites em edições especiais obtidos por processos mais elaborados, chocolates de produção artesanal com maior teor de cacau, produtos de receitas tradicionais com referências a entes queridos ou incentivando a refeição em família. Essa tendência está relacionada, entre outros fatores, com o aumento do nível de educação, informação e renda da população (Brasil Food Trends, 2010).

A tendência “saudabilidade e bem-estar” origina-se nas descobertas científicas que vinculam determinadas dietas à boa saúde ou doenças, aliadas ao estilo de vida das

grandes cidades e ao envelhecimento da população, influenciando a busca por uma vida mais saudável (Brasil Food Trends, 2010). Os segmentos de consumo que surgem a partir dessa tendência são os seguintes: alimentos funcionais (produtos com propriedades antioxidantes, produtos para a saúde gastrointestinal), produtos para dietas específicas e controle de peso com redução ou eliminação de nutrientes calóricos (produtos para celíacos, produtos sem açúcar, produtos para saciar o apetite); e uma nova geração de produtos naturais que se sobrepõem aos produtos orgânicos (chocolate, misturas para bolo, ketchup), com eliminação de aditivos químicos, entre outras características. Os produtos com propriedades cosméticas também são considerados como um mercado bastante promissor. A obesidade, observada na população de diversos países, tem estimulado segmento diet/light, aliado a produtos com ingredientes específicos para queimar calorias e saciar o apetite.

O ritmo de vida nos centros urbanos e as mudanças verificadas na estrutura tradicional das famílias estimulam a demanda por produtos que permitam a economia de tempo e esforço dos consumidores. A tendência “conveniência e praticidade” rege o surgimento de produtos prontos ou semiprontos para o preparo de refeições, ou produtos em pequenas porções (*snacking e finger food*) e embalados em porções individuais (monodoses) de fácil abertura, para serem consumidos fora do lar em diferentes contextos, além dos produtos de *delivery*. Todavia, essa tendência converge com a necessidade de saudabilidade e bem-estar, aumentando as demandas por produtos com essas características, como bebidas naturais, iogurtes, *snacks* de vegetais, entre outros. Segundo pesquisa da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp) (Brasil Food Trends, 2010),

34% dos consumidores brasileiros, divididos igualmente entre as classes sociais A, B e C, valorizam a conveniência e a praticidade, formando o maior segmento atitudinal do País. Essa prioridade é devida ao trabalho em tempo integral e ao pouco tempo para cuidar da casa, dos filhos e da alimentação da família.

Consumidores mais conscientes e informados valorizam a tendência “confiabilidade e qualidade”, demandando produtos seguros e de qualidade atestada. Essa tendência valoriza a garantia de origem, os selos de qualidade, a tipicidade, a certificação e a rastreabilidade de alimentos. A rastreabilidade e a garantia de origem, bem como os certificados de sistemas de gestão de qualidade e segurança e a rotulagem informativa, são formas de comunicação que contribuem para a credibilidade das marcas e aumenta a confiança, a preferência e a fidelização dos consumidores.

A exigência por qualidade de produtos e processos acaba por levar às preocupações com “sustentabilidade e ética” na relação com o meio ambiente e nas relações sociais e de trabalho, de forma a contribuir com as pequenas comunidades agrícolas por meio da compra de seus produtos alimentícios locais (comércio local). Em relação à sustentabilidade ambiental, os consumidores valorizam aspectos como menor “pegada” de carbono e hídrica, menor impacto ambiental, embalagens recicláveis, produtos não associados aos maus-tratos de animais, certificações de origem, comércio justo, responsabilidade social, etc.

Contudo, atualmente as empresas reconhecem que o tempo, a energia e a atenção devem ser valorizados, pois são necessários para a compra. A facilidade e a praticidade que os consumidores desejam no momento de adquirir produtos e serviços

estão sendo consideradas pelas empresas. Muitos negócios já estão nascendo em formatos digitais, com a oferta de experiências novas ao consumidor. Exemplo disso é o mercado das refeições prontas para a alimentação dentro do lar – embalagens com porções individuais, alimentos de fácil e rápido preparo, embalagens para micro-ondas, serviços de *delivery*, etc.

Embora haja tendência – recentemente originada na Europa – de aumento da compra de produtos locais (comércio local), de maneira generalizada, observa-se a mudança da lógica do mercado de um padrão centrado na aquisição de produtos comercializados em um raio restrito ao local de moradia – padrão do século 20 – para outro centrado no consumidor empoderado, com uso de ferramentas on-line para comparação entre produtos, marcas e fornecedores de todo o globo, busca por economia e praticidade – padrão do século 21⁸⁶.

A integração dos canais que as empresas utilizam para interagir com os consumidores incrementam o maior protagonismo do consumidor. O chamado consumidor *omnichannel* utiliza os canais on e off-line simultaneamente, e toma decisões baseadas em interações multicanais. A tendência de integração dos canais impacta, por exemplo, na forma pela qual o consumidor avalia a qualidade do produto ou serviço, pesquisa preços e efetua as compras. Nesse novo modelo, a experiência na loja física é complementada pela interação digital e vice-versa. Nos Estados Unidos, 73% dos consumidores já utilizam múltiplos canais durante a jornada de compras e há tendência de crescimento no Brasil. Esse

⁸⁶ Apenas como ilustração do impacto dessa mudança de padrão, identificou-se, em 2008, que os consumidores do Reino Unido, da Alemanha e da França, economizaram aproximadamente 980 milhões de euros em novos produtos no eBuy (2009).

perfil de consumidor pode, por exemplo, conhecer um vinho em loja física, mas efetuar a compra on-line. As agroindústrias e o varejo de alimentos também estão sendo impactados pela integração dos canais, por meio dos quais o consumidor tem maior acesso à informação e maior poder de influência no momento da compra. Da mesma forma, as vendas diretas do produtor rural para o consumidor, modelo que ganha força nos EUA por meio dos *farmers markets* e dos programas de agricultura comunitária (*Community Supported Agriculture – CSA*) também estão fortemente presentes nos países da Europa ocidental e podem crescer ainda mais com a emergência do *omnichannel*.

Mudanças nos valores e nas atitudes dos consumidores conscientes têm grande influência nos padrões de consumo individuais, na definição de políticas públicas e nos sistemas de produção de alimentos. O maior protagonismo do consumidor poderá afetar questões de segurança alimentar e governança dos sistemas agroalimentares, como aquelas que envolvem interesses nacionais e soberania alimentar; restrições à aceitação de tecnologias modernas na produção de alimentos (por exemplo, modificação genética, nanotecnologia, clonagem de animais, biologia sintética); valorização de sistemas de produção altamente especializados (por exemplo, orgânico, biodinâmico, sustentáveis, conservacionistas); aumento da preocupação com o bem-estar animal; maior importância da sustentabilidade ambiental e proteção à biodiversidade; e questões de equidade e comércio justo.

A crescente pressão sobre o uso consciente dos recursos naturais incita o enfrentamento às alterações climáticas e ao problema do esgotamento desses recursos. Essa necessidade liga empresas e consumidores no mes-

mo propósito, o de reduzir os impactos das ações do homem sobre o meio ambiente, fortalecendo a perspectiva do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o “movimento verde” se intensifica cada vez mais e oferece novas oportunidades de negócios, incluindo o desenvolvimento de energias mais limpas e a resposta às demandas dos consumidores por produtos ecologicamente amigáveis.

Os novos consumidores estão mais atentos quanto aos processos produtivos que impactam negativamente o meio ambiente e/ou causam danos à saúde humana, por exemplo, sistemas de produção que fazem uso excessivo de agrotóxicos ou que provocam desmatamento e degradação dos recursos naturais ou aumentam a emissão de gases de efeito estufa. Essa tendência sinaliza a necessidade de ampliar esforços para o desenvolvimento de inseticidas, fertilizantes e herbicidas biológicos, assim como de novas tecnologias e práticas de menor impacto ambiental para o controle de pragas e doenças e a criação de sistemas de produção sustentáveis, como os sistemas de integração agropecuária (lavoura-pecuária), silvipastoril (pecuária-floresta) e agrossilvipastoril (lavoura-pecuária-floresta) – utilizados na produção da Carne Carbono Neutro.

O mercado de alimentos e bebidas orgânicos deverá alcançar US\$ 320,5 bilhões até 2025 (hoje alcança cerca de US\$ 78 bilhões), sendo representado principalmente por frutas e hortaliças (37%) (Grand View Research, 2017). Esforços da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex Brasil) permitiram o reconhecimento de produtos orgânicos do Brasil em outros países, com mais de 70 empresas e um portfólio acima de 1.000 produtos classificados e reconhecidos. Com movimentação na ordem de R\$ 2,5 bi-

lhões por ano, a indústria iniciou um processo de estruturação dessas cadeias, a partir de pequenos grupos de produtos e agricultores familiares, seguido pelo setor secundário, envolvendo pequenos investidores voltados para o mercado de orgânicos processados. O mercado mundial cresce, em média, 20% ao ano e possui suporte do setor público, por meio de políticas e normas de regulamentação, organização e informação das cadeias produtivas (Research Institute of Organic Agriculture, 2017; Willer; Lernoud, 2017).

Em paralelo aos orgânicos, um movimento de valorização e diferenciação de produtos tem se destacado: o mercado gourmet, em evidência crescente pelas grandes redes varejistas. Nos Estados Unidos, no Japão e na Espanha, a popularidade da gastronomia é considerada como uma oportunidade para lançar produtos que orientem e facilitem os consumidores no preparo de receitas. Apesar de essa tendência estar mais consolidada nos países desenvolvidos, no Brasil já há um movimento similar. Um exemplo disso é a participação de chefs de cozinha em processos de PD&I das grandes empresas alimentícias ou a assinatura de chefs famosos no lançamento de produtos no mercado nacional. Ainda nessa linha, outros consumidores estão se tornando alvo das indústrias: os *foodies* com pouca disponibilidade de tempo, que procuram opções saborosas, mas que poupem tempo de preparo e consumo e sejam saudáveis.

Outras segmentações de mercado para públicos específicos ganham espaço e fazem parte das linhas de pesquisa de grandes grupos voltados para o setor de alimentos. Destacam-se os produtos isentos de lactose e de glúten, sem aditivos e corantes artificiais, sem açúcar refinado e veganos ou vegetarianos. Somente em 2016, o mercado brasileiro

de alimentos e bebidas saudáveis alcançou R\$ 93,6 bilhões em vendas, colocando o País em quinto lugar no ranking dos países nesse setor (Dino, 2017). Enquanto as vendas de alimentos e bebidas tradicionais cresceram 67% nos últimos cinco anos no Brasil, as de produtos saudáveis aumentaram 98% no mesmo período. Em média, o brasileiro gasta US\$ 119 por ano na compra de produtos mais saudáveis, ainda distante das populações dos EUA e da Inglaterra, com gastos aproximados de US\$ 513 e US\$ 473 ao ano, respectivamente (Gomes, 2017).

Existe demanda crescente por alimentos originários de sistemas alternativos de produção agrícola, em resposta ao modelo predominante da agricultura convencional de produção intensiva e em larga escala. Além disso, os novos consumidores apresentam interesse crescente pela valorização do bem-estar animal e por produtos mais naturais (menor nível de processamento/industrialização), provenientes de sistemas de produção, que, como os orgânicos, não utilizam insumos químicos.

Há uma parcela do mercado consumidor que valoriza também produtos alimentícios com indicação de “comércio justo” (*fairtrade*). Os selos Fairtrade e Bem-Estar Animal tendem a ganhar mais espaço no mercado interno e contribuem para o melhor posicionamento dos produtos no mercado exterior, tendência essa que passa a ser uma obrigatoriedade e não mais um diferencial. Além disso, permanece a correlação direta entre a valorização dos aspectos de comércio justo e bem-estar animal com o nível educacional do consumidor. Mercados com médias mais elevadas de escolaridade da população, tais como o Canadá e os países do norte europeu, valorizam mais esses fatores.

Outro segmento crescente de mercado é o de consumidores que buscam experiências únicas de consumo e autenticidade. Os profissionais de marketing estão, cada vez mais, se afastando do marketing tradicional de “características e benefícios” e explorando um novo conceito que busca criar experiências para os seus clientes. Os consumidores atuais consideram a qualidade e os benefícios dos produtos “coisas normais”, e querem produtos que estimulem os sentidos e mexam com as emoções, desejando experiências. A sociedade, caracterizada pelo consumo emocional, demanda atributos intangíveis, como as sensações, as vivências e os sentimentos, que fascinam e impactam o consumidor, convertendo-se em experiências únicas e memoráveis.

A busca por aspectos exclusivos, autênticos e singulares representa uma oportunidade para a agricultura nacional. Alimentos únicos, derivados das diversas espécies nativas dos biomas brasileiros, contribuem para incrementar a percepção de autenticidade dos produtos, fator diferencial importante para agregar valor à produção agropecuária brasileira. A autenticidade tende a ser valorizada pelo mercado internacional e, internamente, atende a nichos crescentes de mercado. Por exemplo, produtos com apelo regional são diferenciais para o varejo de alimentos e fortalecem também a relação entre agricultura e turismo. Em mercados mais maduros, tais como o italiano, o francês e o norte-americano, a tipicidade é valorizada pelo mercado consumidor e contribui para aumentar a margem de lucro de pequenos produtores e cooperativas agrícolas que comercializam produtos percebidos como autênticos.

Outra oportunidade para aumentar receitas cambiais, gerar emprego e renda é o turismo rural. No mundo globalizado, os turistas va-

lorizam cada vez mais a autenticidade, o que reflete na busca de produtos típicos e regionais, além da valorização do ambiente natural, da população e da cultura local. O turismo rural possibilita aos viajantes o contato com a natureza, com a agricultura e cultura locais, contribuindo para o desenvolvimento regional. Além disso, o rural traz aspectos simbólicos e recursos que se perderam na sociedade contemporânea, como ar puro, silêncio, cores e odores originais, biodiversidade, entre outros.

Embora a valorização de alimentos percebidos como “sustentáveis” seja uma tendência consolidada, há também um amplo segmento da população, notadamente em países como o Brasil, que está começando a inserir-se no mercado e tende a consumir mais produtos alimentícios processados. Se, por um lado, há a busca pelo consumo verde, por outro, a maior parcela do mercado consumidor da classe C está abandonando as dietas consideradas saudáveis, baseadas em alimentos frescos. A relação inversa entre renda e consumo de alimentos processados contribui para o crescimento das indústrias de alimentos no Brasil, mas, paralelamente, tem aumentado os níveis de obesidade⁸⁷, sobretudo na população de baixa renda. A tendência do consumo de frutas e hortaliças, por exemplo, é maior entre o segmento de renda mais elevada, o que exige o estabelecimento de estratégias de distribuição e educação nutricional para atender a classe média baixa.

Do ponto de vista da pesquisa agropecuária, há muitas oportunidades derivadas da tendência de crescimento da classe C brasileira no horizonte até 2030. Os hábitos de consumo da classe C possuem peculiaridades que diferenciam esse segmento da classe

⁸⁷ Em âmbito mundial, a obesidade triplicou desde 1975 (World Health Organization, 2017; World Obesity, 2018).

média alta e, dada a correlação entre ocorrência de doenças derivadas da má nutrição e as classes sociais mais baixas, deve-se, por exemplo, empenhar esforços direcionados a ampliar a biofortificação e promover o alinhamento de pesquisas com a temática de nutrição e saúde (Global Panel, 2015, 2016; Bouis; Saltzman, 2017).

Outro nicho de mercado com tendência de expansão é o de alimentos isentos de antibióticos, principalmente carnes. Diversas cadeias de fast-food já adotaram a política de servir somente refeições produzidas a partir de matéria-prima sem antibióticos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) elaborou um plano mundial, exigindo que todos os países desenvolvam planos de ação nacionais para reduzir o uso excessivo de antibióticos na produção animal (Global Opportunity Report, 2016). Dessa forma, a crescente demanda dos consumidores de alimentos sem antibióticos, combinado com pressão política para essa redução no uso, representa um desafio e uma oportunidade única para toda a cadeia de valor da carne. O desenvolvimento de um novo conjunto de padrões globais para certificar produtos à base de carne produzidos “sem antibióticos” ou com “uso responsável de antibióticos” aumentará ainda mais essa oportunidade.

Preocupações com a qualidade, inocuidade e valor nutricional dos alimentos passaram a ter peso crescente na escala de valor dos bens consumidos pelo novo consumidor. Como resultado, organizações de pesquisa tem buscado desenvolver variedades mais nutritivas e também biofortificadas, direcionadas ao combate dos problemas de saúde pública associados a deficiências de micronutrientes em alimentos. Atualmente, vários cultivos como milho, batata-doce, feijão-caupi e mandioca contam com variedades bio-

fortificadas lançadas no mercado, enquanto outras culturas são objeto de pesquisa em andamento. A perspectiva é que o interesse por produtos com esses atributos continue aumentando nos próximos anos.

Esse ambiente em que o consumidor está crescentemente mais atento às características dos alimentos que consome e os impactos que causam em sua saúde e tem maior acesso a informações, torna-o também mais suscetível a ser influenciado por conteúdos que indiquem benefícios no consumo de determinado alimento. Nesse sentido, processos amplos de marketing⁸⁸ e pesquisas científicas que estimulem os cidadãos a manter ou aumentar seu consumo de determinados produtos (commodities alimentares) em função dos seus impactos para a saúde⁸⁹ têm sido realizados nos Estados Unidos desde o início da década de 1990. Esses movimentos se apresentam como potenciais tendências a se intensificarem nos mercados alimentares, especialmente nos países de economias emergentes como o Brasil. Um exemplo recente dessa questão no País é o caso das bebidas à base de coco (Rosa, 2017; Carvalho et al., 2018).

⁸⁸ Neste documento marketing é entendido como área de estudos que se dedica ao entendimento das necessidades e desejo dos consumidores e das ferramentas para o mais efetivo atendimento por parte das empresas dessas necessidades e desejos.

⁸⁹ A sociedade americana desenvolveu e tem ampliado os programas de desenvolvimento de mercado para produtos alimentares, os chamados *Commodity Checkoff Programs*, instituídos por meio da Lei de Promoção, Pesquisa e Informação de Mercadorias (*Commodity Promotion, Research, and Information Act*, no original em inglês) de 1996. Embora não sejam recentes e venham sendo alvo de questionamentos (inclusive sobre sua constitucionalidade na Suprema Corte americana), esses programas têm sido capazes de dar bons níveis de retorno para os produtores (ainda que isso não seja um consenso) e têm se mantido ao longo do tempo (esses programas passam por referendos a cada três anos, podendo ser descontinuados caso os produtores assim decidam) (U.S. Government Publishing Office, 1996; Sabet, 2010; Brandon, 2011; Huehnergarth, 2016; Manger, 2016; Estados Unidos, 2018a).

Finalmente, outro segmento de mercado com crescimento acelerado é o de animais domésticos (pets), que representa grande potencial de expansão no ambiente urbano. O Brasil é o segundo maior mercado nesse setor no mundo e o terceiro em faturamento e movimentação mais de R\$ 18,9 bilhões ao ano. Segundo o IBGE, os lares brasileiros hoje têm mais animais de estimação do que crianças (Pets International, 2016). Assim, são inúmeras as oportunidades desse mercado em expansão, em decorrência do aumento da demanda por rações, princípios ativos para medicamentos, entre outros fatores.

Não é de se surpreender que, nessa era de amplas e profundas transformações ocasionadas pelas TIC, uma das principais forças formadoras da visão de futuro da agricultura brasileira seja a influência exercida pelo novo consumidor, cada vez mais conectado. Munido de mais informação e com maior conhecimento acerca dos produtos oferecidos e seus preços, esse agente econômico torna-se cada vez mais um determinante dos atributos que deseja, potencializado pelas oportunidades e ferramentas digitais. Contudo, o crescente protagonismo dos indivíduos enquanto agentes decisórios (especialmente no aspecto econômico – consumidores) apenas ocorre quando os consumidores podem e decidem se beneficiar dessas oportunidades e ferramentas (Parfitt et al., 2010).

Desafios

- Monitorar continuamente o perfil e os desejos dos consumidores (intermediários e finais) e as tendências de consumo agroalimentares.
- Monitorar o comportamento e o consumo de alimentos nos diferentes extratos de renda (por exemplo, analisar a incidência de obesidade e outros problemas de saúde, associados aos hábitos de consumo em cada classe de renda).
- Desenvolver tecnologias alinhadas com a transformação digital, direcionadas às tendências de consumo de alimentos, fibras e energia.
- Gerar e difundir informações a respeito da origem, qualidade, métodos de produção, impactos ambientais e sociais, entre outros, da produção agrícola, tais como bem-estar animal e o adequado uso de insumos agrícolas.
- Utilizar a biodiversidade brasileira de maneira sustentável, enaltecendo fatores como autenticidade, especificidade e regionalidade.
- Ampliar análises e estudos de plantas alimentícias não convencionais (Pancs) para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.
- Criar novos produtos e processos para o setor alimentício, direcionados para nichos de mercado com demanda crescente, tais como produtos orgânicos, probióticos, vitamínicos, alergênicos, bioestimulantes, produtos gourmet e premium.
- Produzir alimentos com os atributos de qualidade e confiabilidade, de acordo com as mudanças de percepção do consumidor e das legislações.
- Desenvolver produtos com atributos adicionais de qualidade nutricional, segurança, durabilidade, praticidade, porcionamento, conveniência, bem como novas embalagens, entre outros.
- Desenvolver alimentos com base nos diferentes hábitos e culturas alimentares regionais.
- Ampliar e diversificar a produção de alimentos biofortificados com foco nos aspectos de saúde e nutrição dos alimentos, em especial para as classes de renda mais baixa.



CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E DE CONHECIMENTOS NA AGRICULTURA

O setor agrícola vivencia transformações relevantes em razão da migração da sociedade da informação e do conhecimento para a sociedade da era digital. Em torno de 90% dos produtores rurais já utilizam o celular em suas atividades diárias (pessoais e profissionais). Observa-se ainda a crescente utilização de meios digitais e redes sociais (Facebook, Instagram, Twitter) nos negócios rurais, atualmente em 18% das propriedades rurais (Sebrae, 2017). Convergências técnico-científicas são crescentes nas organizações as pesquisa, empresas e propriedades rurais.

Essas convergências podem ser entendidas como um processo de integração sinérgica de conhecimentos e tecnologias já disponíveis em várias áreas e setores, possibilitando a geração de novos conhecimentos e a produção de bens e serviços que não seriam possíveis em cada área ou setor isoladamente (CGEE, 2008).

Uma das convergências é derivada das geotecnologias, da agricultura de precisão e da internet das coisas (IoT). Associada à evolução exponencial da inteligência artificial e à visão computacional, essa convergência tem proporcionado novos cenários para as propriedades rurais de diferentes escalas, a chamada *smart farming*. Essa transformação digital da agricultura amplifica inovações do dia a dia e permite, por exemplo, a aquisição de dados e a supervisão de operações do plantio em tempo real. Máquinas inteligentes são acionadas remotamente ou de forma autônoma. Aplicativos para pequenos, médios e grandes produtores são desenvolvidos com foco em gestão das áreas agrícolas, manejo de rebanhos, cotação de insumos, previsão de clima, identificação de doenças, uso de defensivos, irrigação, adequação ao Código Florestal e comercialização.

Outra importante convergência, com impacto maior sobre o desenvolvimento científico, advém da utilização sinérgica da nanotec-

nologia, da biotecnologia, da tecnologia da informação e da ciência cognitiva (NBIC). Essa sinergia é considerada como a de maior potencial de avanço na inovação nos próximos 20 anos (Rocco; Bainbridge, 2002). Trata-se da integração crescente no mundo e no Brasil entre as tecnologias que operam no domínio da vida e intervêm na construção de dispositivos biológicos e que principalmente manipulam genes; as que operam no domínio da nanoescala e intervêm na construção dos blocos da matéria ou na miniaturização dos dispositivos a partir da manipulação atômica; as que operam no âmbito dos processos e sistemas informacionais e comunicacionais e manipulam bits; e as que operam com os processos cerebrais e com neurônios (Carvalho, 2017).

As abordagens sistêmicas via bioinformática, com o uso da matemática e da computação permitirão entender melhor o funcionamento de sistemas complexos do mundo natural, tais como a agricultura, a mente humana, as interações sociais e os órgãos do corpo humano. O papel da ciência computacional, juntamente com a teoria e a experimentação, será fundamental para o avanço da pesquisa científica na agricultura. Novos algoritmos para extração de conhecimento, busca de inferências, padrões, categorizações e otimização de predições a partir dos dados serão desenvolvidos com foco agrícola.

Nesse novo paradigma, os negócios convencionais irão se desenvolver sob a ótica de mercados digitais, nos quais devem ser observados alguns pilares, tais como a compreensão das necessidades dos novos clientes e consumidores, o relacionamento com os ecossistemas empresariais, o uso intensivo da automação e a convergência das tecnologias de informação. Tudo isso consolidado por meio de uma camada de inteligência cognitiva computacional que viabilizará a criação de novos produtos e serviços digitais na agricultura brasileira.

Outra condição crescente no contexto dessas convergências é o crescente investimento do setor privado mundial em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Em agricultura, observa-se, por exemplo, crescente participação de empresas privadas em ações da transformação digital via AgTech, na geração de novas cultivares, melhoramento genético, sanidade e nutrição animal. Essa tendência tem demandado novos arranjos institucionais que envolvem atores públicos e privados para o estabelecimento de ambientes de inovação diferenciados.

No Brasil, ressalta-se o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (Brasil, 2018), que estabeleceu novas medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, visando à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Essas medidas incluem o apoio à integração de empresas privadas no sistema público de pesquisa, a simplificação de processos administrativos nas organizações públicas de pesquisa e a descentralização do fomento a setores de CT&I. O objetivo é dar maior flexibilidade e criar novos ambientes de atuação que envolvem duas dimensões: a) ecossistemas de inovação⁹⁰ e mecanismos de geração de empreendimentos⁹¹.

⁹⁰ Espaços que agregam infraestrutura e arranjos institucionais e culturais, que atraem empreendedores e recursos financeiros, constituem lugares que potencializam o desenvolvimento da sociedade do conhecimento e compreendem, entre outros, parques científicos e tecnológicos, cidades inteligentes, distritos de inovação e polos tecnológicos.

⁹¹ Mecanismos promotores de empreendimentos inovadores e de apoio ao desenvolvimento de empresas nascentes de base tecnológica, que envolvem negócios inovadores, baseados em diferenciais tecnológicos, e buscam a solução de problemas ou desafios sociais e ambientais, oferecem suporte para transformar ideias em empreendimentos de sucesso, e compreendem, entre outros, incubadoras de empresas, aceleradoras de negócios, espaços abertos de trabalho cooperativo e laboratórios abertos de prototipagem de produtos e processos.

Desenvolvimento científico

As convergências e a complexidade na ciência e tecnologia assumiram velocidades nunca presenciadas e geram inúmeras inovações disruptivas para o setor agrícola. Os conhecimentos acumulados das ciências, especialmente as agrárias, biológicas, engenharias exatas e da terra, são a base para áreas como a transformação digital, a nanotecnologia, a biotecnologia, a tecnologia da informação e a ciência cognitiva. Essas convergências assumem papéis de alta relevância para melhorar o desempenho e aumentar o alcance de resultados, gerando maior competitividade de serviços, produtos ou processos para a sociedade.

Dessa forma, há fortes sinais de que o século 21 será uma era de inovações transformativas ou disruptivas (gerando produtos ou processos inteiramente novos), em contraponto com o século 20, no qual as inovações predominantes eram majoritariamente incrementais (melhoria de produtos e processos preexistentes). O mercado altamente competitivo com alvos múltiplos e móveis requer o surgimento mais frequente de inovações de caráter disruptivo para desenvolvimento contínuo da agricultura. Isso provavelmente só poderá ser alcançado com a contínua convergência da ciência e da tecnologia na fronteira do conhecimento, em especial na agricultura, com a capacidade de dialogar na caracterização e no desenvolvimento de novos produtos, serviços e alimentos. Essa megatendência de convergência tecnológica, em médio prazo, deverá gerar ativos e produtos de inovação capazes de proporcionar maior diversidade à agregação de valor aos produtos do agronegócio. Entre os diversos

exemplos de convergência tecnológica, destacam-se as aplicações da biologia sintética em sistemas genéticos complexos, as novas ferramentas disponibilizadas pela engenharia genética e o protagonismo da bioinformática no compartilhamento e na análise de dados técnico-científicos.

Transformação digital

A transformação digital é cada vez mais considerada uma mudança ou um processo disruptivo. Tal como ocorreu na industrialização, em que o vapor e a eletrônica tornaram as máquinas mais poderosas, nessa nova era a informação, a comunicação e a inteligência artificial, que possibilitam que as máquinas tomem decisão com a mínima intervenção humana, tornam o armazenamento e a recuperação de dados a chave do sucesso dessa convergência entre a informação e a tomada de decisão (Figura 31).

Novas formas de alavancar a competitividade devem ser utilizadas no campo, tais como: aplicações autônomas, IoT, sistemas de previsão

de safra e riscos agrícolas. O mundo alcançará o número de 30 bilhões de dispositivos conectados à internet em 2020, e a IoT, nos diversos setores econômicos (Smit et al., 2016), pode chegar a US\$ 11,1 trilhões em 2025, ou seja, 11% da economia global. Isso faz com que sistemas de supervisão, coleta e aquisição de dados do campo alterem sua plataforma, passando a operar exclusivamente em nuvem.

A inteligência artificial estará presente em quase todas as fases da produção agrícola. Os dados provenientes dessas tecnologias passam a ser coletados além dos meios convencionais, utilizando-se de plataformas colaborativas ou mídias sociais. Haverá a necessidade de maior compartilhamento de conhecimento entre os atores das cadeias produtivas e das plataformas de dados abertos, com conseqüente intensificação do uso de arquiteturas big data e de ferramentas de mineração de dados. Como resultado, serão gerados algoritmos cada vez mais inteligentes, que poderão ser utilizados por agentes públicos e privados para identificar tendências, novos nichos de mercado e demandas dos diversos elos da cadeia.



Figura 31. Convergência digital – tecnologia, convergências e resultados esperados.

Na agricultura e na silvicultura, redes neurais treinadas serão alimentadas por sensores autônomos que permitirão a automação de boa parte do processo de produção. Essa transformação digital pode envolver os seguintes aspectos: sistema de irrigação inteligente, agricultura de precisão com aplicação de inteligência embarcada, automação e rede de sensores locais para mapeamento de solos, monitoramento de doenças e de variáveis meteorológicas (Massruhá; Leite, 2016). Novos Vants, estações meteorológicas, GPS de precisão e câmeras especiais interconectadas poderão captar informações, indicar níveis de produtividade e necessidade de manejos específicos nos talhões.

A pecuária poderá se beneficiar do monitoramento contínuo e não invasivo dos animais por meio da visão computacional e da bioacústica, melhorando a questão do bem-estar animal. Aliadas a novos processos de produção, como os sistemas integrados (ILPF), essas tecnologias estarão presentes nas *smart farms* e irão identificar em campo, de forma autônoma, a presença de animais doentes ou feridos e aqueles que atingiram peso e cobertura de carcaça desejáveis. Poderá apoiar a identificação de áreas degradadas ou que necessitem da gestão de insumos e outras atividades da pecuária de precisão, essenciais para melhorar a produção e a qualidade, respeitando o bem-estar dos animais.

Com a contínua miniaturização de processadores e elevação da capacidade de processamento com os transistores 3D, associadas ao baixo consumo de energia, a indústria poderá desenvolver equipamentos mais baratos e com maiores aplicações agrícolas. De fato, de acordo com Status... (2016), os preços médios de venda de sistemas microeletromecânicos e sensores têm diminuído substancialmente desde a década 2000, com tendência de que-

da para os próximos anos. Essa tendência de queda nos custos beneficia a transformação digital na agricultura e deverá ampliar ainda mais o uso dessas tecnologias nos próximos anos para todas as classes de produtores rurais, em especial nos países em desenvolvimento.

As impressoras 3D estão revolucionando o sistema produtivo, pois, em ambiente doméstico, elas possibilitam a produção de objetos com qualidade a partir de vários materiais. Isso causa um impacto na demanda de produção ao mercado industrial de pequeno porte. A Nasa criou uma impressora 3D capaz de imprimir peças em metal para foguetes e mísseis (Nasa, 2013). Esse avanço gera potencial para o produtor rural criar suas próprias peças para equipamentos e para que fabricantes de equipamentos agrícolas e assistências técnicas regionais disponibilizem repositórios de modelos 3D de peças, facilitando o acesso e diminuindo o tempo de manutenção de máquinas e equipamentos no meio rural. Estima-se que, até 2027, 10% de tudo o que for produzido no mundo será impresso em 3D (Carpenter, 2017). Torna-se crescente também o desenvolvimento das impressoras 4D, onde já é possível criar objetos com potencial alteração de forma ao longo do tempo.

Esses novos equipamentos associados à computação móvel, à visão computacional e à bioacústica irão inaugurar uma nova era de serviços para a agricultura. Tais serviços poderão ser acessados por realidade aumentada – mostrando informações contextualizadas no ambiente real e orientando, de forma audiovisual, as medidas a serem tomadas – ou por meio de assistentes virtuais que interagem em linguagem natural com o usuário. Esses assistentes serão integrados aos serviços digitais na forma de aplicativos,

que, uma vez instalados, não precisarão mais ser explicitamente acessados. Dessa forma, a interação com esses novos serviços será ainda mais intuitiva, beneficiando da agricultura familiar até grandes produtores.

O acúmulo de dados representará um grande desafio para os sistemas de armazenamento e métodos de processamento, bem como de identificação digital, o que deverá garantir uma identidade universal. Estima-se que, até 2020, haverá mais de 16 zetabytes de dados circulando diariamente pelo mundo, um crescimento estimado de 236% por ano (CGEE, 2017). Considerando que dados são essenciais e que o uso de big data e analytics é o propulsor da inovação empresarial, espera-se cada vez mais uma demanda por processamento de dados, fomentado pelo esforço da aprendizagem de grandes redes neurais artificiais.

A tendência de maior oferta de energia elétrica em localidades remotas com uso crescente de painéis solares abre uma nova perspectiva para mitigar problemas de comunicação com a ampliação da rede 4G e sua atualização para o novo padrão, o 5G, que vem sendo projetado especificamente para atender, entre outras coisas, a IoT e sua alta densidade de dados provenientes de milhões de dispositivos conectados ao mesmo tempo. Painéis flexíveis e bioadaptáveis (Bergeron, 2011) poderão viabilizar o uso de sensores complexos em animais em criação extensiva ou em biomas de difícil manejo, como o Pantanal. Entre 2018 e 2020, os fabricantes começarão a desenvolver os chips compatíveis com o padrão 5G (Braga, 2017). Destaca-se ainda o lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1 (SGDC-1) com o objetivo de ampliar o Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) para todo o Brasil (Brasil, 2017).

Com a existência de diversos sistemas, o mundo converge para um sistema de identidade digital único, portanto não será mais necessário um usuário para rede social, outro para e-mail ou, ainda, para ligar uma máquina agrícola. Uma chave digital criptografada, associada a uma identificação biométrica, será o mecanismo seguro de autenticação. Nos próximos 20 anos, incidentes de segurança serão identificados e sanados por agentes inteligentes, softwares que farão a patrulha da rede de dados, tornando o ambiente digital mais seguro. Máquinas serão equipadas com vidros de matriz ativa de diodo orgânico emissor de luz (*Active Matrix Organic Light-Emitting Diode – Amoled*), flexíveis e dobráveis, que apresentarão a previsão do tempo, os indicadores da bolsa de valores, o progresso da atividade, e serão totalmente interativas ao toque e com possibilidade de permitir a realização de videoconferência com consultores remotos.

Nesse contexto, o interesse de multinacionais tradicionais na área de insumos, maquinários e equipamentos agrícolas, no investimento e na aquisição de start-ups com base em biotecnologia, robótica e inteligência artificial é crescente em todo o mundo. Só nos Estados Unidos, as startups baseadas em tecnologia aumentaram seu número em 47% na última década (Wu; Atkinson, 2017). No Brasil, em 2016 já foram identificados pelo menos 76 startups utilizando tecnologias de suporte a decisões, softwares para gestão, agricultura de precisão, equipamentos inteligentes e software (StartAgro, 2016). Essas empresas têm gerado novos empregos e contribuem de forma significativa para inovação, produtividade e competitividade.

A crescente convergência tecnológica mudará os rumos da pesquisa agrícola, pois, com a evolução dos sistemas de realidade virtual e

a inteligência artificial, será possível simular diversos fenômenos naturais. O avanço no fornecimento de tecnologia de comunicação sem fio nas propriedades rurais possibilitará ao produtor enviar imagens bi/tridimensionais de amostras, que poderão ser analisadas e conferidas pelo pesquisador de forma on-line em conjunto com o produtor. Com a diminuição de custos, a agricultura digital também deve viabilizar o surgimento de tecnologias substancialmente mais acessíveis para todas as classes de agricultores. Importantes ações já estão em curso no Brasil para proporcionar alternativas que minimizem os fatores que dificultam o acesso à informação por parte de agricultores familiares, como a baixa familiaridade com as tecnologias digitais e os escassos sistemas de informação específicos para esse público (Codaf, 2018).

Biologia sintética e tecnologias em sistemas genéticos complexos

Nessas últimas décadas, várias tecnologias com uma base científica sólida e inovadora alcançaram uma posição avançada, com fortes impactos econômicos, ambientais e sociais, tais como: a nanociência, a biotecnologia, a biomedicina, a engenharia genética, a ciência e a tecnologia da informação e das comunicações, incluindo a computação e as comunicações avançadas (CGEE, 2008).

Com a rapidez das mudanças e a complexidade crescente dos conhecimentos científicos e das tecnologias modernas, novos conhecimentos, instrumentos e áreas têm surgido e se integrado de forma cada vez mais complexa, possibilitando a exploração de novos horizontes na biologia agrícola. A nanotecnologia associada à biotecnologia

vem permitindo avanços ímpares no processo de conhecimento da natureza e na aplicação de seus princípios para a geração de novos produtos e serviços.

Há a necessidade de aprimorar e intensificar a capacidade de melhoramento genético de espécies de interesse agrícola por meio da engenharia genética de plantas e animais, não apenas para alimentação, mas como fonte de insumos renováveis para os demais setores produtivos. Diante desses desafios, as tecnologias existentes precisam ser complementadas com abordagens avançadas e direcionadas para transformar recursos genéticos valiosos, de forma mais eficiente e rápida, em produtos agrícolas utilizáveis.

Trinta anos após a produção da primeira geração de plantas geneticamente modificadas (GM), avançamos para uma nova era de tecnologia de culturas recombinantes por meio da aplicação da biologia sintética, que permite, além de adições incrementais de genes, o desenvolvimento direcionado de novas rotas metabólicas, o controle da regulação gênica, a modulação de características fisiológicas e estratégias de controle do desenvolvimento das plantas.

Na engenharia genética, geralmente apenas um gene é introduzido na planta, enquanto na biologia sintética um cassete com diferentes genes é transferido para a planta. Os genes nessas construções podem conter informações completamente novas, ausentes na espécie de interesse, não existentes na natureza ou sequências gênicas modificadas. Para a construção de genomas mínimos, os genes não essenciais são identificados e excluídos. Dessa forma, ocorre o redesenho do organismo visando à criação de “máquinas genéticas” que possuem novas propriedades e funcionamento maximizado.

A capacidade de sintetizar quimicamente e com alta eficiência sequências de DNA geram duas possibilidades de inovações disruptivas: 1) a construção de elementos genéticos individuais funcionais para montagem de sistemas genéticos complexos, tais como rotas e portas lógicas e 2) premissas para o desenvolvimento de cromossomos artificiais e células totalmente sintéticas, idênticas àquelas oriundas da natureza.

A biologia sintética deverá, portanto, intensificar o contínuo melhoramento de características de interesse demandadas pelo setor agropecuário, como a resistência a estresses bióticos e abióticos e o incremento na produtividade; a geração de plantas como matérias-primas de biomassa para biocombustíveis; a produção de alto valor agregado, como melhoria nutricional e alimentos funcionais; e as biofábricas para a produção de insumos para setor industrial e farmacêutico.

Novas tecnologias têm surgido com elevado potencial de acelerar o desenvolvimento científico da agricultura. A engenharia genética não tem se limitado somente a gerar plantas GM para o controle de pragas e doenças. A inserção de genes que conferem resistência/tolerância a esses estresses tem também proporcionado o desenvolvimento de estratégias inovadoras capazes de revolucionar o mercado de defensivos agrícolas. A molécula de RNA, por exemplo, ganhou destaque no cenário da genética com a descoberta, na década de 1990, de sua função na regulação da expressão gênica. Os RNAs de interferência (RNAi ou siRNA) e os microRNAs (miRNA) podem levar ao silenciamento gênico. Assim, hoje o uso de RNAi tem sido aplicado no silenciamento gênico pós-transcricional em plantas e animais, tanto para estudos funcionais, como já na geração de plantas GM. No Brasil, a Embrapa se destaca por já domi-

nar essa tecnologia, tendo, até mesmo, em 2011 conseguido que a CTNBio autorizasse o uso comercial no País de plantas de feijão GM resistente ao vírus do mosaico dourado pelo uso de RNAi (Diniz, 2011). Essa tecnologia inovadora poderá proporcionar aos produtores brasileiros uma economia de alguns milhões de dólares na redução do uso de agrotóxicos importados para o controle da mosca-branca, agente disseminador da virose, além de proporcionar maior sustentabilidade ambiental.

Novos usos de RNAi têm sido testados com sucesso em diversas fronteiras tecnológicas. A empresa Monsanto, por exemplo, tornou público que o uso de RNAi aplicado de forma tópica, como spray na superfície das folhas, pode melhorar a eficácia do glifosato no controle de algumas plantas daninhas resistentes ao herbicida. Essa tecnologia denominada BioDirect™ traz inovações disruptivas capazes de alterar o paradigma atual no potencial de controle de pragas e doenças em animais e plantas (Monsanto, 2018). Enfatiza-se que o uso tópico do RNAi é fundamentado no argumento de que são moléculas “achadas na natureza”, por isso já participam de nossa cadeia alimentar e poderiam dar suporte a uma agricultura mais sustentável. Este sem dúvida é um momento crítico da revolução na genética da atualidade. Informações da base genética que têm sido obtidas por equipamentos e metodologias de última geração estão trazendo o embasamento para o desenvolvimento de estratégias inovadoras de controle fitossanitário, sem o uso de defensivos agrícolas tradicionais.

No desenvolvimento de tecnologias GM, a engenharia genética depende em muitas situações da cultura de tecidos para viabilizar a introdução de transgenes e outras moléculas em células e tecidos vegetais. Entretanto,

novos métodos disruptivos se fazem necessários para superar as limitações impostas por essa técnica. É imperativo que sejam desenvolvidos métodos de larga escala mais eficientes (*high throughput*) e universais de transformação. Pouca dependência da cultura de tecidos ou mesmo o emprego amplo de métodos ainda incipientes de transformação de gametas, eliminado completamente a necessidade de cultura de tecidos, são cenários futuros bastante promissores.

Em outra vertente, a engenharia genética também tem sido aplicada em animais de produção, como biorreatores para produção de biofármacos. É o caso da empresa rEVO Biologics, que produz uma antitrombina recombinante em cabras geneticamente modificadas, e a Pharming Group, que produz a proteína recombinante inibidora da C1 esterase em coelhos geneticamente modificados. Ambos biofármacos são comercializados na Europa e nos Estados Unidos e visam a um mercado de saúde humana de milhões de dólares. Outros biofármacos já são produzidos por animais geneticamente modificados, mas ainda estão em estudos pré-clínicos.

A engenharia genética contribui ainda com inovações como o Sequenciamento Genômico de Nova Geração (*Next-Generation Sequencing* – NGS). Recentemente, emergiu o entendimento de que comunidades microbianas associadas a espécies vegetais provenientes de ambientes historicamente secos são mais propensas a promover tolerância à seca em plantas do que microrganismos originados de ambientes onde a água não é um recurso limitante. Nesse sentido, vários estudos têm demonstrado que genes oriundos do microbioma são transferíveis entre espécies e podem conferir tolerância aumentada a estresses em plantas.

Mais recentemente, surgiu ainda uma nova revolução no aprimoramento da variabilidade genética: a edição genômica. As primeiras plantas que tiveram seu genoma editado por técnicas de engenharia genética de precisão, como CRISPR, Zinc Fingers Nucleases (ZFN), Oligonucleotide Directed Mutagenesis (ODM) e Transcription Activator-Like Effectors (TALEs), começaram a ser colocadas no mercado. Como exemplo, híbridos de milho com a composição modificada de amido com 100% de amilopectina e 0% de amilose ou, ainda, cogumelos e maçãs cujos genomas foram editados para inativação de oxidases de polifenóis, enzimas que causam o escurecimento do tecido vegetal, proporcionam maior vida de prateleira para esses produtos. Por não conterem transgenes, nos EUA, no Canadá e na Argentina, esses produtos obtiveram autorização para comercialização. A edição genômica deve, portanto, impactar os processos regulatórios, acelerando a introdução no mercado de plantas genomicamente editadas que não contêm fragmentos de DNA de outras espécies.

A empresa americana Recombinetics Inc. tem trabalhado com edição genômica, aplicando os sistemas TALEs e CRISPR no melhoramento genético animal (Recombinetics, 2018). Essas tecnologias podem acelerar a geração de animais com características fenotípicas desejadas, que, apenas com o cruzamento tradicional, só seriam alcançadas depois de décadas. Algumas dessas características, tais como tolerância ao calor, aos carrapatos e

***A inteligência artificial
estará presente em quase
todas as fases da
produção animal e vegetal***

às doenças transmitidas por parasitas tropicais, se introduzidas em novas gerações de bovinos, poderão sensivelmente aumentar a competitividade do Brasil nesse setor.

A edição genômica oferece, ainda, a oportunidade de aumentar a população de animais que produzem leite de melhor qualidade nutricional e proteínas benéficas para a saúde humana ou, então, de inibir a secreção de proteínas alergênicas, como a beta-lacto globulina. Essa tecnologia pode também favorecer a introgressão de genes ou alelos. Recentemente, o alelo dominante mocho responsável pela ausência de chifres em Angus foi introduzido, via edição genômica, em células de bovino com chifres, da raça Holandesa. Após a produção de embriões, clones geram animais mochos homocigotos. A introgressão desse alelo evita, portanto, a descorna realizada em bezerros, contribuindo para o bem-estar dos animais e para o manejo da fazenda. Edições no genoma permitem também incorporar características múltiplas, como, por exemplo, gerar animais mochos que produzam leite com maiores teores de proteína e que sejam mais resistentes a carapatos proporcionando assim o avanço radical no desenvolvimento científico do setor.

Bioinformática na análise e no compartilhamento de dados

Nas últimas décadas, a biotecnologia foi fundamental para o avanço científico na agricultura, em especial pela sua convergência com a informática, permitindo a análise de grande volume de dados resultantes das tecnologias genômicas. Esse crescente volume de informações exige soluções em pelo menos três âmbitos: infraestrutura escalável, gerenciamento dos dados e seu uso inteligente.

A bioinformática surgiu a partir da necessidade de organizar, gerenciar, visualizar e trocar dados biológicos de sequências. Com a disponibilização dessa informação, a bioinformática evoluiu para a criação de ferramentas de análise, interpretação e modelagem de sequências, estruturas, genomas, redes metabólicas, criando uma rede cada vez mais complexa de informações. Hoje é possível realizar análises em diferentes níveis de complexidade, com conjuntos de dados denominados “omas”, que permite revelar os aspectos da organização complexa dos sistemas biológicos por meio de estudos em genômica, transcriptômica, proteômica, metabolômica, além da análise fenotípica em larga escala dos mais variados organismos. A descoberta de genes que controlam características complexas e suas funções e os estudos de interações gênicas deverão promover avanços que irão impactar, por exemplo, diversas áreas da produção animal, como manejo, nutrição, sanidade e melhoramento genético, resultando em produtos mais sustentáveis, com melhor qualidade nutricional e segurança.

Integrar grandes volumes de dados heterogêneos gerados pelas ciências ômicas é um grande desafio na área de genômica integrativa. Os dados por si só valem muito pouco. O seu valor potencial só é realizado quando é utilizado de maneira inteligente para a tomada de decisões. Ao lidar com dados armazenados em diferentes locais e formatos, combinando com a utilização de estratégias de aprendizagem de máquina, matemática, algoritmos computacionais e supercomputadores, será possível explorar de maneira inovadora os dados gerados pelas diferentes ciências ômicas. Essa inovação acontece na forma de predição de funções biológicas e pela compreensão de mecanismos biológicos, tais como aqueles responsáveis por doenças, pela definição de características de interesse agrônomo e de produtividade.

A China vem desenvolvendo grande esforço científico, tecnológico e financeiro na formação de bancos de caracteres genéticos. O Beijing Genome Institute (BGI), em seu projeto de sequenciamento de 1.000 espécies de referência, já completou o sequenciamento e a montagem do genoma de 95 espécies, e outras 505 estão em fase final. Reconhecida como talvez a maior plataforma de genômica e bioinformática do mundo, com capacidade de sequenciar até 30 mil genomas humanos por ano (Beijing Genomics Institute, 2018), cientistas do BGI quebraram vários paradigmas ao desenvolverem tecnologias que, hoje em uso, eram tidas como impossíveis de funcionar. Utilizar essas novas ferramentas para caracterizar os bancos de germoplasma de nosso país, visando criar bancos de caracteres que possam ser explorados por pesquisadores brasileiros, é uma prioridade e deve ser amplamente entendida e institucionalizada. Para espécies de valor econômico, isso já vem sendo feito pelas grandes empresas privadas em escala bilionária de investimentos. Por sua vez, focar somente em caracteres presentes em espécies comerciais limita a informação genética obtida. Buscar, na biodiversidade brasileira, a fonte de novos genes e estratégias de adaptação pode não somente ajudar a garantir nossa independência mas também ser um grande trunfo na busca de parcerias público-privadas para desenvolvimento de produtos agrícolas de alto valor agregado.

É inegável que a convergência em ciência e tecnologia para pesquisa e inovação na agricultura constitui uma megatendência mundial e brasileira. No entanto, novas ferramentas devem ser continuamente exploradas para que, cada vez mais, descobertas significativas sejam extraídas a partir desses dados, e isso requer gerenciamento dinâmico das informações biológicas compiladas e suas respectivas análises integradas. Muitos sistemas de integração requerem modelos matemáticos relacionais na sua base conceitual que possam descrever modelos mecanísticos das relações entre seus componentes. Contudo, é certo que os

estudos em biologia aplicada na agricultura do futuro requererão cada vez mais a fusão com métodos matemáticos, estatísticos, e computacionais, visando ao maior entendimento de processos biológicos complexos, nos seus mais diversos níveis, na busca contínua por inovações disruptivas para o desenvolvimento da agricultura brasileira.

Mercado digital

O mundo já presenciou algumas transformações como a Revolução Industrial e a era da informação e do conhecimento no pós-guerra. Essas eras provocaram muitas adaptações nos modelos de trabalho e, ao mesmo tempo, eliminaram negócios e criaram novas oportunidades de empreendimentos. A mudança no panorama industrial, cultural e, conseqüentemente, econômico foi mais bem internalizada por aqueles que perceberam essas oportunidades e se engajaram em novas práticas e formas de trabalho e relacionamento. A diferença agora é que a era digital impõe uma velocidade de mudança e reposicionamento por parte de empresas e das pessoas muito mais rápida. Se antes essas mudanças levaram 60 anos, agora acontecem anualmente.

Nesse novo modelo, novas oportunidades e caminhos são apresentados para que indivíduo e as empresas possam romper com os velhos paradigmas e pensar de maneira inovadora e disruptiva. A atuação com novos parceiros, em especial os pequenos, exigirá um comportamento ágil e não tão formal. Esse é um dos principais desafios para as empresas. A cadeia produtiva agrícola é composta pela soma das operações de produção e distribuição de suprimentos, das operações de produção nas unidades rurais, do armazenamento, processamento e comercialização dos produtos agrícolas e dos itens produzidos a partir deles. O tamanho estimado do

mercado de agricultura digital em 2021 é de US\$ 15 bilhões, e 80% das empresas do agrogêocio esperam obter vantagem competi-

va com a digitalização (Lofink, 2018). As plataformas digitais amplificam benefícios para vários setores agrícolas (Figura 32).

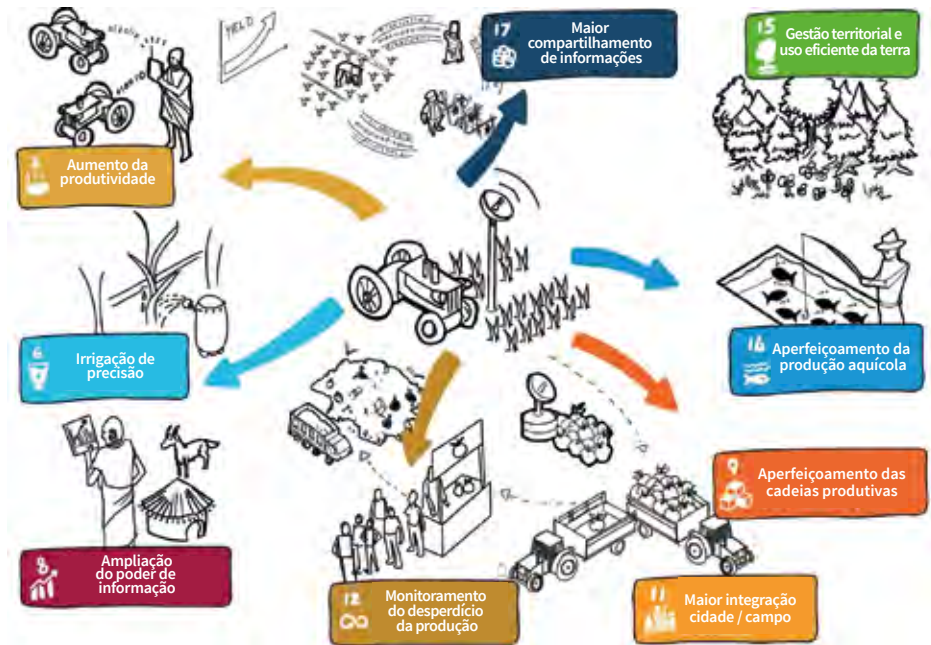


Figura 32. Benefícios da agricultura digital.
Fonte: Nações Unidas (2018).

Este novo mercado agrícola digital poderá capacitar clientes, fornecendo informações sobre histórico de alimentos e segurança no ponto de compra, auxiliando na melhor tomada de decisão. Do lado do setor produtivo, permitirá um gerenciamento mais preciso e ações automatizadas pelo uso de robôs e máquinas avançadas. Na sua maioria, o mercado digital irá integrar sistemas em toda a cadeia de suprimentos, a fim de permitir o melhor compartilhamento de informações entre fornecedores, distribuidores, varejistas, consumidores e indústrias de serviços de apoio.

No Brasil, novas empresas já estão oferecendo produtos e serviços com base em tecnologias de agricultura digital. O *1º Censo Agtech Startups Brasil* identificou 75 startups,

ou seja, novas empresas que atuam com agricultura digital. A maior parte delas (56%) atua com soluções de suporte à decisão, e as demais atuam em IoT, agricultura de precisão e software para gestão (StartAgro, 2018). No entanto, reconhece-se que o hardware sozinho já não é suficiente. A chave é integrar esse hardware em sistemas que capturam os dados mais precisos, usam algoritmos para torná-los utilizáveis e redirecionam o uso de hardware agrícola com melhor aproveitamento e eficiência. Embora existam muitas soluções individuais, nenhuma empresa parece ter todas as competências na agricultura digital, e as futuras empresas deverão fazer a convergência e aglutinação necessárias para a criação ou modelagem de novas abordagens disruptivas. Isso significa que as

empresas de sucesso serão aquelas capazes de identificar suas principais capacidades e trabalhar para construir relacionamentos nas áreas em que não possuem as habilidades que lhes seriam complementares.

Estudo indica que o setor de TIC representa 3,3% do PIB brasileiro e 2,7% do total de investimentos em tecnologia da informação (TI) no mundo (Abes Software, 2018). O mercado de TI no Brasil, incluindo hardware, software e serviços, aumentou 9,2% em 2016, enquanto a média global de crescimento foi de 5,6%. No ranking de investimento no setor de TI na América Latina, o País se manteve em primeiro lugar, com 45% dos investimentos, somando US\$ 59,9 bilhões, seguido por México (20%) e Colômbia (8%). Desse valor, US\$ 12,3 bilhões vieram do mercado de software e US\$ 14,3 bilhões do mercado de serviços. A soma desses dois segmentos superou 44% do mercado total de TI, indicando que o Brasil integra o grupo de economia que privilegia o desenvolvimento de soluções e sistemas. O mesmo estudo aponta que a agroindústria movimentou US\$ 280 milhões desse total, tendo tido um aumento de 25,3% em relação à pesquisa de 2014-2015. Projeções apontam para um mercado da agricultura digital no futuro com movimentações financeiras ainda mais expressivas. Só o mercado de drones na agricultura deverá movimentar cerca de US\$ 3,6 bilhões em 2022 (MarketWatch, 2016).

O World Economic Forum (Sunga, 2017) destaca que cinco tecnologias com propósitos bem segmentados irão globalmente mudar a vida dos pequenos produtores rurais:

- O maior acesso à eletricidade ocasionará aumento da eficiência e redução no desperdício de alimentos.
- O aumento da conectividade de internet permitirá maior acesso ao conhecimento para melhoria da produtividade nos empreendimentos rurais.

- Dispositivos móveis e plataformas irão conectar produtores familiares ou de pequeno porte aos diversos mercados.
- Identificadores digitais únicos melhorarão o acesso e a troca de dados entre os produtores.
- Análises geoespaciais ajudarão os pequenos produtores a tomar decisões.

Outro fator que revolucionará as relações contratuais e econômicas em escala global é o uso do *blockchain* e as criptomoedas. Apesar de o *bitcoin* ter sido a criptomoeda mais conhecida na mídia, o *blockchain* é a grande estrutura e a revolução tecnológica por trás dessas moedas digitais. Essa tecnologia se popularizará rapidamente para controle de ativos digitais, sejam eles criptomoedas ou qualquer ativo de valor que possa circular no meio digital, como, por exemplo, contratos, votos, músicas e, até mesmo, dados de pesquisa. Atualmente, existem projetos abertos e fechados para implementação das cadeias por meio de plataforma computacional distribuída.

Diante desse cenário, os sistemas produtivos da agricultura poderão se beneficiar de maneira segura, e com mercados próprios, apoiados por plataformas digitais. Se, no passado remoto, a troca de produtos agrícolas e serviços como forma de comércio entre os produtores rurais era uma realidade, agora redes digitais de contratos inteligentes e com criptomoedas podem se tornar uma fonte de fluxo econômico sem os intermediários financeiros convencionais (bancos e outras organizações de fomento), o que reduzirá taxas de administração e consequentemente aumentará a liquidez dos produtores.

Nos próximos 20 anos, a agricultura digital apoiada pela convergência dessas tecnologias afetará os modelos de negócios existentes no setor e criará novas oportunidades. Maior foco no usuário final, incentivado por algumas tec-

nologias com redução contínua no custo de disponibilização, permitirá que provedores locais de pequena escala sejam mais inovadores e explorem novas aplicações.

Desafios

- Estabelecer “laboratórios tecnológicos colaborativos e experimentais” para pesquisa avançada em agricultura digital.
- Promover a comunicação aberta de dados e informações em todas as esferas (rural-rural – rural-urbana).
- Ampliar e fortalecer a infraestrutura de processamento de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução espacial, temporal e espectral com foco na agricultura digital.
- Utilizar novos meios de comunicação seguros e estrutura cibernética para processamento de complexidade algorítmica e/ou grandes volumes de dados no apoio à tomada de decisão em tempo real e ao desenvolvimento científico.
- Promover a cobertura de grandes extensões de área de produção agrícola com dispositivos atuadores e sensores, para aplicações em agricultura de precisão.
- Promover a ciência cidadã (*citizen science*) para valorizar e incorporar o conhecimento local sobre processos e fenômenos e para validar resultados e produtos obtidos em organizações de pesquisa.
- Desenvolver e adaptar plataformas digitais para suporte à tomada de decisão na agricultura, baseadas em modelos matemáticos, estatísticos e computacionais com o uso de inteligência artificial, visão computacional e processamento de imagens.
- Desenvolver plataformas digitais para elevar a interação e conectividade entre produtores rurais e consumidores agroalimentares.
- Ampliar PD&I em telemetria, IoT, big data, analytics, Vants, impressoras 3D e 4D, entre outros, fomentando as chamadas *smart farming*.
- Desenvolver e adaptar soluções de tecnologia da informação em apoio à rastreabilidade e à certificação de produtos que envolvam integração de sistemas, processamento de imagens e marcadores moleculares, dentre outros.
- Desenvolver novos insumos biológicos (DNA, RNA, imunógenos, proteínas, carboidratos, etc.) para o controle zoofitossanitário.
- Desenvolver usos inovadores de RNAi, para aplicação, por exemplo, no controle de pragas e doenças em plantas e animais.
- Desenvolver e aprimorar métodos de transfecção voltados à engenharia genética de espécies animais de interesse econômico, social e ambiental.
- Desenvolver novos processos de engenharia genética em substituição aos processos químicos convencionais.
- Ampliar a utilização da engenharia genética para novas rotas metabólicas para a obtenção de biofertilizantes, bioenzimas, processos fermentativos e processos aplicados à produção de biocombustíveis em biorrefinarias, entre outros.
- Obter moléculas bioativas para incrementos na FBN, como compostos fenólicos e outros indutores dos genes da nodulação.
- Desenvolver novos modelos de negócios digitais, para compartilhar informações técnico-científicas públicas e privadas.

O FUTURO DA AGRICULTURA BRASILEIRA: MEGATENDÊNCIAS E O PAPEL DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO

As projeções mundiais de aumento do consumo de água (+50%), energia (+40%) e alimentos (+35%) até 2030 são reflexos principalmente das tendências de expansão populacional, maior longevidade e aumento do poder aquisitivo de grande parte da população mundial, particularmente na Ásia, África e América Latina. Esses aspectos, associados ao processo de intensa urbanização, alterações no comportamento dos consumidores, às mudanças nas cadeias produtivas globais e aos conflitos geopolíticos, pressionam o setor agrícola no mundo inteiro para que concilie o aumento da produção de alimentos, fibras e biocombustíveis com a necessária sustentabilidade.

Internacionalmente, agendas inclusivas e integradas têm demandado das organizações de CT&I novos comprometimentos diante do desenvolvimento sustentável. Destaque pode ser dado aos ODS, coordenados pelas Nações Unidas. São 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030, com ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima,

idades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outras. Agricultura e alimentação estão no centro dessa agenda mundial, e o Brasil deverá desempenhar papel de destaque no alcance das metas estabelecidas.

Nesse contexto, a agricultura brasileira passa por profundas transformações econômicas, culturais, sociais, tecnológicas, ambientais e mercadológicas, que ocorrem em alta velocidade e em direções distintas, impactando de forma substancial o mundo rural. O conjunto mais recente de sinais e tendências globais e nacionais sobre essas transformações, captado e analisado pela Embrapa e sua rede de parceiros, deram origem a um grupo de sete megatendências que, integradas, proporcionam uma visão sobre o futuro da agricultura brasileira, detalhada nos capítulos anteriores e sintetizada na Figura 33.

Processos como expansão e intensificação agrícolas serão ainda mais dinâmicos e continuarão a impulsionar a velocidade das **mudanças socioeconômicas e espaciais na agricultura** no Brasil. A conjunção desses processos tende a

concentrar ainda mais a produção de grãos em larga escala no Cerrado brasileiro e com potencial expansão em novas direções para o Norte do País. A especialização e a intensificação das produções animal e vegetal serão crescentes em todas as regiões. Haverá maior contribuição desses sistemas para elevar a produtividade de forma sustentável, aumentando a oferta de alimentos, fibras e bicomcombustíveis no mercado interno e a diversidade da pauta de exportações.

A disponibilidade de mão de obra no campo continua em queda, decorrente não somente da tendência de concentração da riqueza, que limita as oportunidades sociais, mantendo a pobreza rural como importante desafio em algumas regiões, mas também da busca por melhores oportunidades nas cidades, especialmente pela população mais jovem. A abertura de postos de trabalho com maior nível de qualificação continuará crescente, especialmente os atrelados à intensificação tecnológica.

Ações inovadoras de governança dos processos e resultados nas cadeias produtivas deverão experimentar melhorias estratégicas. Estudos multiescalares envolvendo análises de paisagens, biomas, tanto no Brasil quanto no mundo, deverão se intensificar. Monitoramentos geoespaciais e inteligência territorial estratégica serão desafiados a integrar uma diversidade ainda maior de dados agrícolas com aspectos sociais, econômicos, ambientais, mercadológicos, de infraestrutura, de logística e armazenamento, além de viabilizar a realização de análises sob diferentes recortes geográficos.

A compreensão desses processos se tornará cada vez mais relevante para o planejamento e a tomada de decisão, tanto na esfera pública quanto privada. Serão essenciais políticas públicas inovadoras e integradas (saúde, educação – com ênfase na formação profissional –, saneamento, crédito e assistência técnica), com foco na inclusão social, na redução das desi-

gualdades e na erradicação da pobreza rural; bem como investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento.

A sociedade terá preocupação crescente e demandará das instituições públicas e de suas políticas, bem como do setor produtivo, atenção no desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis. O Brasil poderá fortalecer seu reconhecimento e protagonismo mundial na elevação da produtividade e no aumento da oferta de produtos agrícolas com maior equilíbrio ambiental. Porém, será necessário elevar ainda mais os esforços visando à **intensificação e à sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas** diante da limitação de recursos naturais, especialmente água e solo, e da pressão mundial pela sustentabilidade em seus três aspectos (social, econômico e ambiental).

Sistemas de produção mais resilientes e sustentáveis serão incentivados e priorizados nas novas agendas de pesquisa de organizações públicas e privadas. No mundo rural, serão cada vez mais presentes os seguintes sistemas e processos: integração lavoura-pecuária-floresta; agrofloresta; agricultura orgânica; plantio direto; fixação biológica de nitrogênio; recuperação de pastagens degradadas; manejo de florestas nativas e florestas plantadas; otimização da irrigação, controle biológico de pragas e doenças; reciclagem de resíduos e produção protegida.

A intensificação, viabilizando de dois a três cultivos por ano em um mesmo local, será incrementada ainda mais pela inovação tecnológica, gerando maiores benefícios sociais, econômicos e ambientais. A demanda crescente por energia impulsionará ainda mais a produção de agroenergia – biocombustíveis e biogás – e das energias eólica e solar no ambiente rural. Em substituição às fontes fósseis, essas energias renováveis estarão vinculadas à intensificação agrícola e deverão amplificar as oportunidades regionais de emprego e renda.

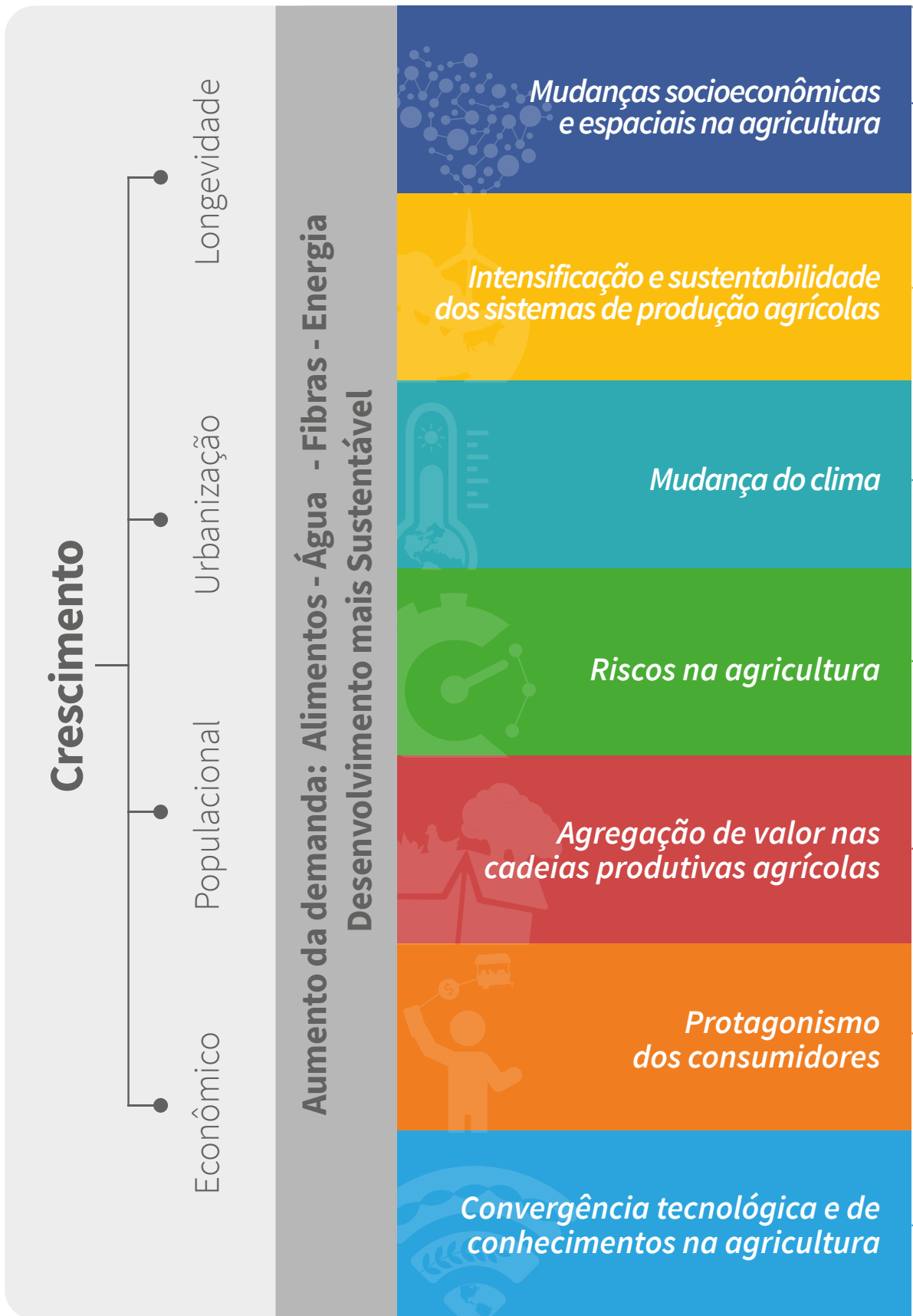


Figura 33. O futuro da agricultura brasileira: principais sinais e tendências em cada megatendência.
 Fonte: Agropensa (2018).

Dinamicidade espacial da população e produção | Produção e renda mais concentradas | Escassez de mão de obra no meio rural | Concentração do processamento e distribuição de alimentos | Avanços em análises espaciais de uso da terra nos biomas | Ampliação da gestão territorial estratégica | Expansão da multifuncionalidade do meio rural

Expansão sustentável e sistêmica da agricultura | Maior preservação dos recursos naturais | Crescimento da produção agrícola especializada | Avanços em adequação ambiental e em serviços agroambientais das propriedades rurais | Redução de perdas e desperdício de alimentos | Influência crescente de acordos internacionais e marcos regulatórios | Expansão dos incentivos à diversidade produtiva animal e vegetal

Elevação da temperatura média mundial | Crescentes vulnerabilidades | Incremento do fomento em ciência & tecnologia | Novas tecnologias de adaptação e mitigação | Sistemas agropecuários de baixa emissão de carbono | Aumento dos acordos e compromissos mundiais | Valoração da agricultura sustentável nas negociações internacionais

Incertezas geopolíticas globais | Aumento dos riscos econômicos, sociais e ambientais | Persistência de gargalos em logística e armazenagem | Maior pressão por sanidade agropecuária | Elevação dos riscos associados ao mercado e do ambiente de negócios | Gestão integrada de riscos em expansão | Novas ferramentas de gestão de risco

Uso mais intenso da biodiversidade | Crescente oportunidade para turismo, gastronomia e produtos regionais | Alimentos mais nutritivos e saudáveis | Rastreabilidade, rotulagens e certificação mais intensas | Inovações em nanotecnologia, biotecnologia e automação | Avanços em bioeconomia | Desenvolvimento de novos materiais e bioprodutos

Plataformas digitais nas relações de consumo | Empoderamento individual | Cocriação de produtos e serviços | Crescente preocupação com sustentabilidade e bem-estar animal | Maior demanda por praticidade e saudabilidade | Aumento do consumo de produtos orgânicos | Crescimento de mercados especializados e de nichos

Novos arranjos institucionais em ecossistemas de inovação | Transformação digital mais intensa no uso de TIC, automação e robotização | Acelerado desenvolvimento de inteligência cognitiva computacional e IoT | Inovações em biologia sintética e engenharia genética | Análises sistêmicas via bioinformática | Ampliação do compartilhamento de dados | Mercado digital em expansão

As sinergias e interdependências do nexo água-energia-alimento irão elevar a necessidade de planejamento, implementação, monitoramento e integração de políticas econômicas, sociais e ambientais. Serviços ambientais providos nas APPs e em áreas de RL das propriedades poderão constituir um diferencial na competitividade brasileira diante dos mercados internacionais de produtos agropecuários e florestais. A multifuncionalidade do espaço rural, com a integração de atividades econômicas não agrícolas, como turismo rural e gastronomia, tende a crescer em todo o País. O desenvolvimento de métodos, indicadores e protocolos de certificação desses sistemas sustentáveis precisará ser incrementado, favorecendo a superação de possíveis dicotomias entre a produção agrícola e a preservação do meio ambiente.

Apontada por inúmeros cenários, a **mudança do clima** indica riscos e possíveis impactos para a agricultura em todo o mundo nas próximas décadas. A contínua discussão e análise dessas mudanças produzirão novos compromissos nacionais e internacionais. Novas tecnologias de adaptação e mitigação dos efeitos da mudança do clima deverão ser desenvolvidas e implementadas para as diferentes realidades rurais do País. A redução das emissões de GEE, a diminuição das taxas de desmatamento, o aumento das áreas com sistemas agropecuários intensivos de baixa emissão de carbono e a recuperação de áreas degradadas serão fundamentais no processo de valoração da agricultura brasileira nas negociações mundiais.

As tecnologias avançadas serão um ingrediente essencial para a sustentabilidade, porém dependentes das decisões humanas em suas formas de uso. Estudos sobre métricas de resiliência, ciclo de vida e balanço de energia de sistemas de produção animal e vegetal deverão apoiar a governança da política nacional de mudança do clima. Será necessário amplificar

estudos, análises e zoneamento das potencialidades e vulnerabilidades ambientais e socioeconômicas nos diferentes biomas para o crescimento da agricultura no Brasil, com base na oferta de água e insumos.

Questões ambientais, energéticas, sanitárias (animais e vegetais), de insumos, investimentos, mercado e comercialização poderão elevar ainda mais os **riscos na agricultura** na próxima década. É imprescindível o enfrentamento dos riscos de forma mais articulada entre os setores público e privado, passando por sua gestão integrada. O Brasil deverá contar com novas políticas, programas e mecanismos que contribuam para minimizar riscos e diminuir o diferencial tecnológico entre as diferentes classes de produtores rurais.

Haverá uma progressiva necessidade de otimização e aperfeiçoamento do desempenho dos sistemas de produção, com melhor aproveitamento dos períodos de plantio, manejo e colheita; além da elevação da eficiência das operações no dia a dia da propriedade rural. Novas plataformas acessadas por múltiplas vias, incluindo dispositivos móveis, devem prover acesso a dados e informações estratégicas, projeções, cenários e comunicação diretamente para a sociedade, em escalas locais. Análises integradas e prospectivas deverão apoiar a tomada de decisão e incrementar a capacidade dos produtores de antecipação e de adaptação dos seus sistemas produtivos às diferentes fontes de riscos.

A **agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas** será crescente, inclusive com perspectiva de ampliação no uso da biodiversidade nativa. A diversificação e a especialização permitirão atender expectativas de uma sociedade mais exigente, sofisticada e com consumidores propensos a pagar preço-prêmio, em um ambiente em que os mercados serão ainda mais competitivos. A rastreabilidade dos produ-

tos que contenham informações de seu local de origem, insumos utilizados, colheita, abate, processamento, conservação, qualidade, armazenamento e transporte se tornará condição essencial para atendimento ao consumidor que exigirá transparência em relação a tais características.

O desenvolvimento de alimentos e bebidas baseados em nichos de mercado, como funcionais, fortificados, reduzidos ou isentos de açúcar, sódio e gorduras trans, será ampliado. Além da nutrição, o alimento ganhará novos espaços, como seu poder de socialização, prazer sensorial e experiência cultural. Produtos com novas funcionalidades, comercialização diferenciada, terroir ou regionalidade de bebidas, queijos, embutidos, polpas, frutas e doces tendem a gerar cada vez mais empregos e renda no meio rural.

O uso de recursos biológicos renováveis será amplificado na produção de alimentos, químicos, semioquímicos, fármacos, nutracêuticos, fibras, extratos e óleos essenciais, produtos industriais e energia. A domesticação e o aproveitamento da biodiversidade nativa deverão continuar crescentes, permitindo poupar recursos naturais e fortalecer os espaços rurais com inclusão social e econômica das populações locais. Aspectos relacionados à rotulagem e às certificações, como os selos de qualidade, denominação de origem, produto orgânico e socioambiental, tendem a expressivo crescimento nas próximas décadas.

O **protagonismo dos consumidores** acelera movimentos globais em direção à intensificação do uso de plataformas digitais nas relações de consumo, à cocriação de produtos e serviços e à redução do desperdício de alimentos. O crescente nível de escolaridade da população adulta brasileira nas próximas décadas deverá aumentar esse protagonismo, em razão do maior acesso às informações por meio de novas

mídias nos meios urbano e rural. Os avanços das mídias sociais e das plataformas de comércio eletrônico têm impulsionado grandes transformações no relacionamento, na interação e na comunicação entre produtores, comerciantes e consumidores.

A economia digital e colaborativa incrementará ainda mais as habilidades de negociação e interações do consumidor nos processos comerciais. No setor agroalimentar, isso é evidenciado pela emergência de novos modelos de negócio, como a venda direta do produtor, o desenvolvimento de alimentos a partir de excedentes e a valorização de produtos regionais, orgânicos, probióticos, vitamínicos, alergênicos, bioestimulantes, bem-estar animal, gourmet e premium. Cada pessoa pode tornar-se um produtor e/ou um criador e difundir seus próprios produtos e conteúdos por meio de suas redes de relacionamento através das plataformas digitais.

Cadeias produtivas serão mais valorizadas por causa da inclusão dos diferentes grupos sociais de produtores tradicionais e da incorporação de novas responsabilidades em seus negócios, tanto em termos de *compliance*, quanto pela capacidade de executar e comunicar práticas empresariais ambientalmente corretas e socialmente mais justas. As redes de *fair trade* tendem a maior protagonismo associado ao incremento das certificações de comércio justo, com o desenvolvimento de melhores condições de troca e a garantia dos direitos para produtores e trabalhadores.

Concomitantemente às mudanças sociais, culturais e econômicas nacionais e mundiais, a agricultura passará por novas transformações baseadas na **convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura**. A convergência das geotecnologias (GPS, Vants e sistemas de informação) com a agricultura de precisão (robótica, automação, inteligência artificial e

impressoras 3D) proporcionarão novos patamares de eficiência e sustentabilidade na produção animal e vegetal via agricultura digital.

A interoperabilidade por meio da IoT permitirá ampliar a supervisão e a análise das operações nas propriedades rurais. O número de aplicativos para pequenos, médios e grandes produtores terá elevado desenvolvimento, especialmente para a gestão das áreas agrícolas, manejo de rebanhos, cotação de insumos, previsão de clima, identificação de doenças, uso de defensivos, irrigação, código florestal e comercialização. O desenvolvimento científico será ampliado com a utilização convergente das áreas de nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva (NBIC).

Abordagens e análises sistêmicas via bioinformática proporcionarão melhor compreensão sobre o funcionamento de sistemas agrícolas mais complexos e suas interações com o meio. A engenharia genética, por meio da edição genômica, tende a evoluir exponencialmente na busca de genes que conferem maior resistência e tolerância a estresses climáticos, no controle de pragas e doenças agrícolas e no melhoramento genético animal, bem como na diminuição de custos de produção e maior sustentabilidade. Rotas metabólicas inovadoras serão desenvolvidas visando à obtenção de novos bioprodutos, como cosméticos, biofármacos, bioplásticos, biofertilizantes, bioenzimas e biocombustíveis. Espera-se ainda um crescente desenvolvimento da *citizen science* (ciência cidadã) para melhorar a tomada de decisão de produtores rurais e políticas públicas.

Nesse paradigma, os negócios convencionais se desenvolverão sob a ótica do mercado digital. O relacionamento com clientes e consumidores será fortalecido por meio dos ecossistemas empresariais, do uso intensivo da automação e da convergência das TIC. A inteligência cognitiva computacional viabilizará a criação de novos produtos e serviços digitais para a sociedade.

Para superar os desafios em CT&I decorrentes das megatendências e aproveitar as oportunidades em uma agricultura cada vez mais complexa e um mercado exigente em qualidade e sustentabilidade, alguns desafios serão comuns e transversais a todas as organizações dedicadas a CT&I agrícola, destacando a necessidade de:

- Fortalecer a articulação público-privada e público-pública, visando integrar investimentos e esforços estruturais diante das rupturas tecnológicas crescentes e ampliar o acesso à saúde, à educação e à segurança alimentar das comunidades rurais, a fim de minimizar as desigualdades regionais.
- Amplificar a análise integrada das incertezas e riscos econômicos, sociais e ambientais em escalas regionais e sua influência global no planejamento estratégico da organização das diferentes cadeias produtivas agrícolas.
- Definir estratégias de planejamento territorial visando ao uso e à ocupação do solo via nexo de produção alimentar e energias renováveis, conservação e preservação ambiental.
- Identificar e analisar novos padrões de consumo visando atender às crescentes exigências do consumidor em saudabilidade, praticidade, qualidade, confiabilidade, sensorialidade, prazer, sustentabilidade e ética da produção e consumo de alimentos e derivados.
- Contribuir para políticas públicas regionalizadas visando ao maior dinamismo organizacional científico-industrial-institucional, apoiando arranjos produtivos agroindustriais e sua integração aos mercados locais.

- Estabelecer novas conexões entre sistemas de conhecimento tradicionais e científicos envolvendo múltiplos atores e agentes públicos e privados para gerar inovações sociais e tecnológicas.
- Aprimorar articulações para construção de redes institucionais de múltiplos atores – do governo, da sociedade civil organizada e do setor privado – com articulações intersetoriais e intergovernamentais para desenvolver tecnologias e práticas voltadas também à agricultura urbana e periurbana.
- Melhorar a capacitação, tanto pública quanto privada, técnica e profissional, bem como o acesso a tecnologias, inovações e conhecimentos de gestão das propriedades agrícolas, a fim de atender às diferentes classes rurais e às necessidades específicas de gênero (avançando na equidade de gênero).
- Fortalecer alianças estratégicas nacionais e internacionais, conjugando atores e ações governamentais, do setor privado e da sociedade civil organizada para maior acesso a informações, tecnologias, financiamentos e mercados.
- Desenvolver estratégias de comunicação rural-urbana e Brasil-Mundo, fortalecendo a importância estratégica da produção de alimentos saudáveis e da agroenergia limpa, ambas ambientalmente sustentáveis.

Ciência, tecnologia e inovação foram pilares do desenvolvimento agrícola brasileiro nessas últimas décadas e será com essa mesma tríade, desenvolvida por fortes parcerias público-privadas orientadas por políticas públicas consistentes e efetivas, que o protagonismo da agricultura no desenvolvimento econômico, social e ambiental no País e no mundo será mantido. Para tanto,

o papel das organizações públicas e privadas de CT&I, como a Embrapa, será imprescindível.

As seguintes questões centrais se apresentam para o futuro das organizações: definir seu foco de atuação, reconhecendo a necessidade de realizar pesquisa e inovação responsáveis, e fomentar a adoção de novos padrões de consumo, a diversificação da produção e melhorias na governança e inovação institucional.

O Brasil alcançou seu recorde de produção de grãos na última safra, com cerca de 240 milhões de toneladas de grãos. Produz mais de 400 produtos de origem animal e vegetal, provenientes das diferentes escalas e tamanhos de unidades produtivas, os quais são consumidos internamente e exportados para mais de 150 países de todos os continentes. Os efeitos dessa condição proporcionaram preços mais acessíveis aos consumidores, elevaram a renda, geraram novos empregos e impulsionaram a participação da agricultura no PIB brasileiro. Em 2017, as exportações de produtos agropecuários alcançaram US\$ 96,1 bilhões e responderam por 44,1% do total das exportações brasileiras. O sucesso competitivo e sustentável da agricultura nacional passará por sua diversidade, pluralidade e heterogeneidade, resultantes das relações culturais, sociais, econômicas e ambientais em curso e futuras.

O conjunto das megatendências e os desafios apresentados neste estudo podem moldar a agricultura do futuro e seu efeito transformador para nossa história. A população e a renda continuam crescendo e a longevidade se expandindo em âmbito global, acarretando o desafio de atender à elevação do consumo de alimentos, fibras e energia de mais de 2 bilhões de pessoas adicionais no planeta até 2030. As vulnerabilidades e incertezas são crescentes e, nesse futuro próximo, não bastará produzir maiores volumes, será imperativo produzir com mais qualidade, reduzindo custos, minimizando riscos e conservando os recursos naturais.

REFERÊNCIAS

300 MAIORES empresas do varejo brasileiro 2017.

Ranking do Varejo SBVC, 2017. 150 p. Disponível em: <http://sbvc.com.br/wp-content/uploads/2017/08/Ranking_2017.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2018.

ABES SOFTWARE. Setor de software teve crescimento de 30,2% em 2015. Disponível em: <<http://www.abessoftware.com.br/noticias/industria-brasileira-de-ti-investe-us-60-bilhoes-e-se-mantem-como-7%C2%B0-maior-mercado-no-mundo>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

ADDING value to traditional products of regional origin: a guide to creating a quality consortium. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.caf2236b.pdf>. Acesso em: 04 de abr. 2017.

AGRITEMPO: sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/index.jsp>>. Acesso em: 10 maio 2017.

AGROPENSA: Sistema de Inteligência Estratégica. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/agropensa>>. Acesso em: 13 set. 2018.

AGROSTAT: estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 10 maio 2017.

AGUIAR, A. D.; SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A. Métodos de cálculo de taxa lotação em pastagens com suplementação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Produção animal em biomas tropicais**: anais. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Ed. da UFPB, 2006. 7 p. 1 CD-ROM.

AGUIAR, D. R. D.; FIGUEIREDO, A. M. Poder de mercado no varejo alimentar: uma análise usando os preços do estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 4, p. 967-990, out./dez. 2011. DOI: 10.1590/S0103-20032011000400007.

ALBERT, J. **Innovations in food labelling**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations: Woodhead Publishing Limited, 2010.

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050**: the 2012 revision. Rome: FAO, 2012. 147 p. (FAO. Working paper, 12-03).

ALMEIDA, D. M. de; COSTA, D. de M.; COSTA, D. V. Estratégias de marketing para o novo consumidor omnichannel: um estudo em dois grupos varejistas. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 9, n. 3, p. 20-36, maio/ago. 2017. DOI: 10.18361/2176-8366/rara.v9n3p20-36 20.

ALVES, E. Desafios da pesquisa. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 4, p. 165-168, out./nov./dez. 2016.

ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. e. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, n. 3, p. 7-21, jul./ago./set. 2015b.

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, DF: Ipea, 2010. p. 275-289.

ALVES, E.; SANTANA, C. A. M.; CONTINI, E. Extensão rural – seu problema não é a comunicação. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília, DF: Ipea, 2016a.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e. O semiárido segundo o censo agropecuário 2006 e os censos de população 1991, 2000 e 2010. **Revista de Política Agrícola**, ano 24, n. 1, p. 74-85, jan./fev./mar. 2015a.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S.; SANTANA, C. A. M. Pobreza e sustentabilidade. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 4, p. 63-81, out./nov./dez. 2016b.

ALVES, E.; SOUZA, G. S.; ROCHA, D. P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.

ANDRADE, R. G.; TEIXEIRA, A. H. de C.; LEIVAS, J. F.; SILVA, G. B. S. da; NOGUEIRA, S. F.; VICTORIA, D. de C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L. Indicativo de pastagens plantadas em processo de degradação no bioma Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 1585-1592.

ANSOFF, H. I. Managing strategic surprise by response to weak signals. **California Management Review**, v. 18, n. 2, p. 21-33, 1975.

ANUÁRIO estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Brasília, DF: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2016.

ARIAS, D.; MENDES, P.; ABEL, P. (Coord.). **Revisão rápida e integrada da gestão de riscos agropecuários no Brasil**. Brasília, DF: Banco Mundial, 2015. 76 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MARKETING RURAL E AGRONEGÓCIO. 7ª Pesquisa hábitos do produtor rural. **Agribusiness Intelligence**, 31 maio 2017. Disponível em: <http://www.abmra.org.br/2016/wp-content/uploads/2017/05/7_PESQUISA_HABITOS_DO_PRODUTOR_RURAL_RELATORIOFINAL_IMPrensa.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **História da suinocultura no Brasil**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura>>. Acesso em: 31 out. 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2016**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2017**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017c.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 12 maio 2017.

ATRADIUS. **Market monitor: focus on food performance and outlook**. 2017. Disponível em: <https://atradiuscollections.com/documents/mm_food_dec_2017_eng.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2018.

AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; FOOK, M. V. L.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007.

BACHA, C. J. C.; STEGE, A. L.; HARBS, R. Ciclo de preços de terras agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 4, p. 18-37, out./nov./dez. 2016.

BANCO MUNDIAL. **A richer array of international poverty lines**. 2017a. Disponível em: <<http://blogs.worldbank.org/developmenttalk/richer-array-international-poverty-lines>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BANCO MUNDIAL. **Country poverty brief: Latin American and the Caribbean: Brazil**. 2017b. Disponível em: <http://databank.worldbank.org/data/download/poverty/B2A3A7F5-706A-4522-AF99-5B1800FA3357/9FE8B43A-5EAE-4F36-8838-E9F58200CF49/60C691C8-EAD0-47BE-9C8A-B56D672A29F7/Global_POV_SP_CPB_BRA.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BANCO MUNDIAL. **Salvaguardas contra a reversão dos ganhos sociais durante a crise econômica no Brasil**. 2017c. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/02/NovosPobresBrasil_Portuguese.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BARROS, G. S. de C. **MACRO/CEPEA: agronegócio soma 19 milhões de pessoas ocupadas, metade "dentro da porteira"**. São Paulo: Cepea, 2017.

Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/macro-cepea-agronegocio-soma-19-milhoes-de-pessoas-ocupadas-metade-dentro-da-porteira.aspx>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two brazilian cerrado soils under no-till. **Soil & Tillage Research**, v. 86, n. 2, p. 237-245, Apr. 2006. DOI: 10.1016/j.still.2005.02.023.

BEIJING GENOMICS INSTITUTE. **BGI Announces the Latest Progress of “1000 Plant & Animal Reference Genomes Project”**. Disponível em: <www.genomics.cn/en/news/show_news?nid=98893>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BELUSSO, H. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso**, v. 2, n. 1, p. 25-51, 2010.

BERGER, L. R. R.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, N. P. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. **Revista Iberoamericana de Polimeros**, v. 12, n. 4, p. 195-215, 2011. Disponível em: <<http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO11/ramos.pdf>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

BERGERON, L. Stanford researcher's new stretchable solar cells will power artificial electronic 'super skin'. **Stanford News**, Feb 22, 2011. Disponível em: <<https://news.stanford.edu/news/2011/february/bao-stretchable-solar-022211.html>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, Á. V.de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BIG BUSINESS BEHAVING BADILY. **Forum of private business**. 2015. Disponível em: <<https://www.fpb.org/help-us-stop-big-businesses-behaving-badly/>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BLACK, J. **Dictionary of economics**. Oxford: Oxford University Press, 2003.

BOLETIM SNIF. Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro, ed. 1, 2017. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/3230-boletim-snif-2017-ed1-final/file>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BOLFE, É. L.; VICTORIA, D. de C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAUJO, L.; GOMES, D. Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, v. 12, n. 4, p. 38-62, out./nov./dez. 2016.

BORLAUG, N. Feeding a hungry world. **Science**, v. 318, n. 5849, p. 359, Oct. 2007. DOI: 10.1126/science.1151062.

BOUIS, H. E.; SALTZMAN, A. Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. **Global Food Security**, v. 12, 2017, p. 49-58, Mar. 2017. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.01.009.

BRAGA, L. **As especificações do 5G**: latência de 4 ms e velocidade de até 20 Gb/s. 2017. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/209530/5g-especificacoes-preliminares-imt-2020/>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BRANDON, H. **Crop checkoff programs provide valuable funding for state research**. 2011. Disponível em: <<http://www.deltafarmpress.com/cotton/crop-checkoff-programs-provide-valuable-funding-state-research>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

BRASIL 2035: cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Assecor: Ipea, 2017. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30156>. Acesso em: 22 fev. 2018.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: Fiesp: Itai, 2010. 173 p. Disponível em: <http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Projeto de lei n.º 4.059, de 2012**. Regulamenta o art. 190, da Constituição Federal, altera o art. 1º, da Lei nº 4.131, de 3 de setembro de 1962, o art. 1º da Lei nº 5.868, de

12 de dezembro de 1972 e o art. 6º Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996 e dá outras providências. 2012a. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/1006361.pdf>>. Acesso: 27 fev. 2018.

BRASIL. Congresso. Senado. **Projeto de Lei do Senado nº 487, de 2013**. 2013. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/115437>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

BRASIL. Decreto nº 6.476, de 5 de junho de 2008. Promulga o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura, aprovado em Roma, em 3 de novembro de 2001, e assinado pelo Brasil em 10 de junho de 2002. **Diário Oficial da União**, 6 jun. 2008.

BRASIL. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, o art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, e o art. 2º, caput, inciso I, alínea “g”, da Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e altera o Decreto nº 6.759, de 5 de fevereiro de 2009, para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. **Diário Oficial da União**, 8 fev. 2018.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5o, 6o, 7o, 8o, 9o, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 mar. 2005.

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 2012b.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1o e o § 4o do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3o e 4o do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 14 maio 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Câmaras setoriais e temáticas**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC)**. 2017b. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/15916-lancamento-do-satelite-geoestacionario-de-defesa-e-comunicacoes-sgdc>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. **Relatórios para Brasil e semiárido, regiões, estados, territórios e municípios**. 2015. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/pagina/acompanhe-a%C3%A7%C3%B5es-do-mda-e-incra>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Bolsa família**. 2017a. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. 2016a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Áreas protegidas: unidades de conservação: o que são. 2018a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **INDC (Contribuição Nacionalmente Determinada)**. 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10570-indc-contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mitigação da mudança do clima**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/229-mitiga%C3%A7%C3%A3o-da-mudan%C3%A7a-do-clima>>. 2018b. Acesso em: 5 mar. 2018.

BRUCH, K. L. Indicações geográficas para o Brasil: problemas e perspectivas. In: PIMENTEL, L. O.; BOFF, S. O.; DEL'OLMO, F. de S. (Org.). **Propriedade intelectual: gestão do conhecimento, inovação tecnológica no agronegócio e cidadania**. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2008.

BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In: EXPERT MEETING ON HOW TO FEED THE WORLD IN 2050, 2009, Rome. **The resource outlook to 2050**. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-ak971e.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E. R. de A.; SILVEIRA, J. M. da; NAVARRO, Z. Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano 22, n. 2, p. 105-121, abr./maio./jun. 2013.

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, DF: Embrapa, 2014.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. **A nova cara da pobreza rural: desenvolvimento e a questão regional**. Brasília, DF: IICA, 2013. Disponível em: <<http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/B3102p.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

CARDOSO, M. J. **Sistemas diferenciados de cultivo**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/fejiao-caupi/arvore/CONTAG01_17_510200683536.html>. Acesso em: 2 mar. 2018.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M. **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1. Agrotóxicos, segurança alimentar e nutricional e saúde**. Rio de Janeiro: Abrasco, 2012.

CARPENTER, M. **O futuro do mercado de impressão 3D**. 2017. Disponível em: <<https://www.impressao3dtek.com.br/single-post/2017/04/27/O-futuro-do-mercado-de-impress%C3%A3o-3D>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

CARVALHO, J. D. Convergência tecnológica e filosofia. **Logeion: filosofia da informação**, v. 3, n. 2, p. 87-99, mar./ago. 2017. DOI: 10.21728/logeion.2017v3n2.p87-99.

CARVALHO, M. P. de; GALAN, V. B.; SANTIN, J.; GIORGETTI, G. G. O leite e a ameaça das bebidas vegetais. **MilkPoint**, 19 jan. 2018. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/o-leite-e-a-ameaca-das-bebidas-vegetais-206503/>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

CAVALCANTE, L. B. **Poder de compra do varejo supermercadista: uma abordagem antitruste**. Brasília/DF: Secretaria de Acompanhamento Econômico Ministério da Fazenda, 2004. (SEAE/MF. Documento de trabalho, 30). Disponível em: <<http://www.oocities.org/wallstreet/exchange/Exchange/4642/fusoes/poder.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2018.

CERIBELLI, C. O varejo onipresente. **Mercado e Consumo**, n. 5, p. 10-18, fev./mar. 2014.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Convergência tecnológica**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/atividades/redirect/4838>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Estratégia brasileira para a transformação digital**: documento base para discussão pública. 2017. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/exercicio/delphi/doc/168/EDB_RELATORIO_FINAL-rev-12-07-2017.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CHADDAD, F. **Economia e organização da agricultura brasileira**. São Paulo: Elsevier, 2017.

CHADDAD, F. **The economics and organization of Brazilian agriculture**: recent evolution and productivity gains. San Diego: Elsevier, 2016.

CHRISTOFIDIS, D. Água e **agricultura**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2005. (Série irrigação e água).

CODAF. **Competências digitais para agricultura familiar**. 2018. Disponível em: <<http://codaf.tupa.unesp.br/institucional/sobre-o-codaf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

COMPETITION issues in the food chain industry: 2013. [S.l.]: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2014. (DAF/COMP(2014)16). Disponível em: <<https://www.oecd.org/daf/competition/CompetitionIssuesintheFoodChainIndustry.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2018.

CONAB. **Quadro de oferta e demanda**. 2017. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/oferta?view=default>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CONAB. **Safras**. 2018. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safras?view=default>>. Acesso em: 4 abr. 2018.

CONTINI, E.; TALAMINI, D. J. D.; VIEIRA JUNIOR, P. A. Cenário mundial de commodities: frango, soja e milho. In: CONFERÊNCIA FACTA, 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 2013. 1 CD-ROM.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY: meetings of the Conference of the Parties. 2018. Disponível em: <<https://www.cbd.int/cop/>> Acesso em: 7 mar. 2018.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY: the Nagoya Protocol on Access and Benefit-sharing. 2014. Disponível em: <<https://www.cbd.int/abs/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CORNELL LAW SCHOOL. **7 U.S. Code § 3103 - definitions**. Disponível em: <<https://www.law.cornell.edu/uscode/text/7/3103>>. Acesso em: 21 out. 2017.

COSTA FILHO, M. C. M. da; CARNEIRO, JORGE, T.; COSTA, C.; FARIA, F. Imagem Brasil na percepção do consumidor estrangeiro: uma abordagem prática. **Revista Alcance**, v. 23, n. 4, p. 437-454, out./dez. 2016. DOI: 10.14210/alcance.v23n4(Out-Dez).p437-454.

COSTA, L. de S.; GARCIA, L. A.; BRENE, P. R. A. Panorama do setor de frangão de corte no Brasil e a participação da indústria avícola paranaense no complexo dado o seu alto grau de competitividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Uninove, 2015. Disponível em: <<https://singep.org.br/4singep/resultado/209.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

COSTA, L. O.; FERNANDEZ, D. B. Análise da satisfação dos atores do canal de distribuição: relação fornecedor local / grande distribuição. **Revista de Gestão em Análise**, v. 3, n. 1/2, p. 78-92, jan./dez. 2014. DOI: 10.12662/2359-618xregea.v3i1/2.p78-92.2014.

CROWHURST, R. **Key trends in agri-tech**. Disponível em: <<https://natwest.contentlive.co.uk/content/3cb0dc36-908f-b579-9361-91efa04b6203>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: Avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 45, p. 137-187, 2017.

DALL'AGNOL, A. **SEALBA, uma nova fronteira para a soja?** 2017. Disponível em: <<http://pinheiro.cnpso.embrapa.br:8080/documents/10179/16724/SEALBA%2C%20uma+nova+fronteira+para+a+soja/10242f2c-7c84-44d2-9868-194bbc26d4f5;jsessionid=FBE C5E2C2BB6F22557DB8197E4F70D9A>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

DATA SCIENCE ACADEMY. **O que é visão computacional.** 2017. Disponível em: <<http://datascienceacademy.com.br/blog/o-que-e-visao-computacional/>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

DAUKAS, J. Markets for environmental services. In: TRANSITION to a bioeconomy: environmental and rural development impacts. In: FARM FOUNDATION/USDA CONFERENCE, 2008, St. Louis. **Proceedings...** Oak Brook: Farm Foundation, 2008. Disponível em: <<https://www.farmfoundation.org/news/articlefiles/401-Jimmy%20Daukas.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** [Brasília, DF]: Embrapa; [Campinas]: Ed. da Unicamp, 2008. 82 p. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/clima_e_agricultura_brasil_300908_final.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIECONÔMICOS. **Pesquisa nacional de cesta básica:** São Paulo [1959-2017]. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/cesta/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

DEVELOPMENT and climate change. Washington, DC: The World Bank, 2010. (World development report). Disponível em: <<https://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

DINIZ, F. CTNBio aprova feijão transgênico desenvolvido pela Embrapa. **Notícias**, 15 set. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18152409/ctnbio-aprova-feijao-transgenico-desenvolvido-pela-embrapa>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

DINO. Mercado brasileiro de alimentos e bebidas saudáveis movimentou R\$93,6 bilhões em 2016. **Exame**, 23 mar. 2017. Comunicação corporativa. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/negocios/dino/mercado-brasileiro-de-alimentos-e-bebidas-saudaveis-movimentou-r36-bilhoes-em-2016-shtml/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. de; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE, M. R. de; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, set. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900001.

DUFF & PHELPS. **Industry insights:** food retail industry insights – 2016. 2016. Disponível em: <<https://www.duffandphelps.com/assets/pdfs/publications/mergers-and-acquisitions/industry-insights/consumer/food-retail-industry-insights-2016.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2018.

DULLEY, R. D.; TOLEDO, A. A.; GAYOSO, F. de. Rastreabilidade dos produtos agrícolas. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 3, mar. 2003.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. In: UEHARA, T. H. K.; GANDARA, F. B. (Org.). **Monitoramento de áreas em recuperação:** subsídios à seleção de indicadores para avaliar o sucesso da restauração ecológica. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. (Cadernos da mata ciliar, 4). Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar/>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

EBAY. **Empowering consumers by promoting access to the 21st century market – a call for action**. Bruxelas: eBay/EU Liaison Office, [ca. 2009]. Disponível em: <http://ec.europa.eu/competition/sectors/media/ebay_call_for_action.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

EDENHOFER, O.; PICHS-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; MINX, J. C.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; STECHOW, C. VON; ZWICKEL, T. (Ed.). **Climate change 2014**: mitigation of climate change: summary for policymakers: technical summary panel. Part of the Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [S.l.]: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 141 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

EL ESTADO mundial de la pesca y la acuicultura: contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma: FAO, 2016. 226 p.

ELOY, L.; COUDEL, E.; TONI, F. Dossiê pagamentos por serviços ambientais no Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 1, p. 17-20, 2013.

EMBRAPA. **Ações e campanhas**: código florestal: sobre a Lei 12.651/2012: glossário. 2018a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/glossario?p_auth=8o9jbGhz&p_p_auth=U511UP9u&p_p_id=49&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_count=2&_49_struts_action=%2Fmy_sites%2Fview&_49_groupId=10180&_49_privateLayout=false#collapse_hwwd_83>. Acesso em: 2 mar. 2018.

EMBRAPA. **Ações e campanhas**: código florestal: sobre a Lei 12.651/2012: área de reserva legal. 2018b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

EMBRAPA. **Controle biológico**: sobre o tema. 2018c. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-control-e-biologico>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

EMBRAPA. **Mecanização e agricultura de precisão**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-mecanizacao-e-agricultura-de-precisao/nota-tecnica>>. Acesso em: 13 set. 2017.

EMBRAPA. **Simplificação do plantio direto reduz eficiência da lavoura**. 2014a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/1909275/simplificacao-do-plantio-direto-reduz-eficiencia-da-lavoura>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

EMBRAPA. **Soluções tecnológicas**: sistemas agrofloreais (SAFs). 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/112/sistemas-agrofloreais-safs>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

EMBRAPA. **Soluções tecnológicas**: sistemas de produção integrados – ILPF. 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1049/sistemas-de-producao-integrados---ilpf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2014b. 194 p.

ERISMAN, J. W.; SUTTON, M. A.; GALLOWAY, J.; KLIMONT, Z.; WINIWARTER, W. How a century of ammonia synthesis changed the world. **Nature Geoscience**, v. 1, p. 636-639, Sept. 2008. DOI: 10.1038/ngeo325.

ESPÍNDOLA, C. J. **As agroindústrias no Brasil**: o caso Sadia. Chapecó: Grifos, 1999.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. **United sorghum checkoff program**. 2018a. Disponível em: <<https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/research-promotion/sorghum>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Economic Research Service. **International agricultural productivity**. Washington, DC, 2017a. Disponível em: <<https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Local food directories**: national farmers market directory. 2018b. Disponível em: <<https://www.ams.usda.gov/local-food-directories/farmersmarkets>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **USDA agricultural projections to 2026**. Washington, DC, 2017b. (Long-term projections report OCE-2017-1). Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/commodity/projections/USDA_Agricultural_Projections_to_2026.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2017.

EUROPEAN COMMISSION. **The collaborative economy factsheet**. 2016. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/16955/attachments/1/translations>>. Acesso em: 4 jan. 2018.

EUROPEAN UNION. **Innovating for sustainable growth**: a bioeconomy for Europe. European Union, Directorate-General for Research and Innovation, 2012. Disponível em: <<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f0d8515-8dc0-4435-ba53-9570e47dbd51>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57-64, Nov. 2015. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.05.015.

FALEIRO, A. C. **Ciências “Ômicas”**: o que é isso? 2017. Disponível em: <<http://docente.unemat.br/acfaleiro/omicas/>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMENEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. **Trends in**

Food Science & Technology, v. 22, n. 6, p. 292-303, June 2011. DOI: 10.1016/j.tifs.2011.02.004.

FAO. **Adapting agriculture to climate change**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i6398e.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

FAO. **FAOSTAT**: land use. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

FAO. **Report of the World Food Summit**. Roma, 1997. Disponível em: <<http://www.fao.org/wfs>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

FAO. **Water-energy-food-nexus**. Disponível em: <<http://www.fao.org/energy/water-food-energy-nexus/en/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M.; FERREIRA, J. N.; AQUINO, F. G.; MONTEIRO, J. M. G. **Estratégias de P&D na Embrapa como subsídio à agricultura familiar**: contribuições do arranjo Serviços Ambientais na Paisagem Rural. [Brasília, DF: Embrapa], 2017.

FONSECA, L. **Os sons do pastejo**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FOOD RESEARCH CENTER. **Qual a diferença entre prebiótico, probiótico e simbiótico e quais os benefícios que podem conferir à saúde?** Disponível em: <<http://www.usp.br/forc/o-cientista-responde.php?t=Qual-a-diferenca-entre-prebiotico,-probiotico-e-simbiotico-e-quais-os-beneficios-que-podem-conferir-a-saude?&cr=95#sthash.U6gnsdDB.LQknL4GL.dpuf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

FOOD systems and diets: facing the challenges of the 21st century. London, UK: Global Panel on Agriculture and Food Systems for Nutrition, 2016. 132 p.

FREITAS, P. L. de; GANEM, S. M. Utilização de efluentes na agricultura irrigada: reuso, produtor de águas e

pagamentos por serviços ambientais e reúso. **ITEM: irrigação e tecnologia moderna**, n. 101/102, p. 58-59, 2014.

FREITAS, P. L. de; MARTIN-NETO, L.; MANZATTO, C. V. Solos: além de tudo, seqüestro de carbono. **Agroanalysis**, v. 27, n. 4, p. E15-E16, 2007. Edição especial. Disponível em: <www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/30637/1/Proci07.001111.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

FROELICH, J. M.; RAUBER, C. DA. C.; CARPES, R. H.; TOEBE, M. Êxodo seletivo, masculinização e envelhecimento da população rural na região central do RS. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1674-1680, set. 2011. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000124.

GASPARRO, A.; NASSAUER, S.; HADDON, H. Big food faces pressure from retailers demanding discounts. **Fox Business**, 31 ago. 2017. Disponível em: <<http://foxbusiness.com/features/2017/08/31/big-food-faces-pressure-from-retailers-demanding-discounts.html>>. Acesso em: 8 jan. 2017.

GASQUES, J. G. Sources of growth in Brazilian agriculture: total fator productivity. **EuroChoices**, v. 16, n. 1, p. 24-25, 2017. DOI: 10.1111/1746-692X.12146.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. R. P.; BASTOS, E. T. **Impactos do crédito rural sobre variáveis do agronegócio**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. Apresentação no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA em Brasília, 20 de março de 2017.

GASQUES, J. G.; BOTELHO, F.; BASTOS, E. T. **Preço de terras e sua valorização**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015. Nota técnica.

GAZZOLA, P.; COLOMBO, G.; PEZZETTI, R.; NICOLESCU, L. Consumer empowerment in the digital economy: availing sustainable purchasing decisions. **Sustainability**, v. 9, n. 5, 2017. DOI: 10.3390/su9050693.

GIBERTONI, J. A. M.; PANDOLFI, M. A. C. A problematização da crise hídrica para os pequenos produtores. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA FATEC TAQUARITINGA, 3., 2015, Taquaritinga. **Inovação e sustentabilidade: uma proposta para o futuro: [anais científicos]**. Taquaritinga: Fatec Taquaritinga, 2015. v. 3, n. 1, 6 p. Disponível em: <www.fatectq.edu.br/SIMTEC>. Acesso em: 17 mar. 2018.

GILLIS, J. Can the yield gap be closed – sustainably? Green – energy, the environment and the bottom line. **The New York Times**, 7 Jun. 2011. Disponível em: <<https://mobile.nytimes.com/blogs/green/2011/06/07/can-the-yield-gap-be-closed-sustainably/>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

GLOBAL nutrition report from promise to impact: ending malnutrition by 2030. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2016. 180 p.

GLOBAL OPPORTUNITY REPORT: your guide to a world of opportunities. 2016. Disponível em: <<http://globalopportunitynetwork.org/the-2016-global-opportunity-report.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

GLOBAL PANEL. **Biofortification: a new way to address malnutrition**. 2016. Disponível em: <<https://glopan.org/news/biofortification-new-way-address-malnutrition>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GLOBAL PANEL. **Biofortification: an agricultural investment for nutrition**. 2015. (Policy brief, n. 1). Disponível em: <https://www.glopan.org/sites/default/files/document-files/Biofortification_Policy_Brief_FINAL.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GOMES, J. Mercado de alimentação saudável deve crescer 4,41% ao ano até 2021. **Diário Catarinense**, 19 abr. 2017. Gestão de valor.

GRAND VIEW RESEARCH. **Organic food & beverage market size worth \$320.5 billion by 2025**. 2017. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/>>

press-release/global-organic-food-beverages-market>. Acesso em: 20 set. 2017.

GREEN, J. **World's largest indoor farm produces 100 times more than a conventional farm.** 2015. Disponível em: <<https://thefuturescentre.org/signals-of-change/3100/world-s-largest-indoor-farm-produces-100-times-more-conventional-farm>> . Acesso em: 19 set. 2017.

HEFFER, P.; PRUD'HOMME, M. Fertilizer outlook 2015-2019. In: IFA ANNUAL CONFERENCE ISTANBUL, 83rd, 2015, Istanbul. [Proceedings. . .] Paris: International Fertilizer Industry Association, 2015. p. 1-8. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2015_ifa_istanbul_summary.pdf>. Acesso em: 19 set. 2017.

HEFFERNAN, M. Supermarket suppliers remain 'under pressure' as Woolies, Coles cull product range. **The Sydney Morning Herald**, 23 set. 2016. Disponível em: <<http://www.smh.com.au/business/retail/supermarket-suppliers-remain-under-pressure-as-woolies-coles-cull-product-range-20160923-grmqgc.html>>. Acesso em: 9 jan. 2018.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCOPIO, S. de O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, C. de **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. il. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

HOFFMAN, R. **Estatística para economistas.** 4. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2007.

HUEHNERGARTH, N. F. Senators introduce bill to halt anticompetitive activities of USDA checkoff programs. **Forbes**: food & agriculture, 14 jul. 2016. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/nancyhuehnergarth/2016/07/14/senators-booker-and-lee-introduce-bill-to-halt-anticompetitive-activities-of-usda-checkoff-programs/2/#5dc3d9f34219>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

IBGE. **Cobertura e uso da Terra.** 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/default.shtm>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

IBGE. **Produção agrícola municipal.** 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

IBGE. **Produção da aquicultura brasileira em 2015 por espécie, em percentual do total produzido.** 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/cnt/brasil>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

IBGE. **Tabela 291**: quantidade produzida e valor da produção na silvicultura, por tipo de produto de silvicultura. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291#resultado>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

IBM. **Winning over the empowered consumer: why trust matters.** Executive Summary. Somers: IBM Corporation: IBM Global Services, 2011. Disponível em: <<https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/ibv-empowered-consumer.html>>. Acesso em: 3 nov. 2017.

ILPF em números. [Sinop, MT: Embrapa, 2016]. 12 p. 1 folder. ILPF em números.

INADA, S. **A new way to grow vegetables.** Disponível em: <<http://spread.co.jp/en/company/>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

INFORMA ECONOMICS FNP: relatório de análise do mercado de terras. São Paulo: IEG/FNP, 2014.

INGRAM, W. **Vegetable factory**: the first robotic, farmerless farm. 2016. Disponível em: <<https://thefuturescentre.org/signals-of-change/5611/vegetable-factory-first-robotic-farmerless-farm>>. Acesso em: 19 set. 2017.

INOVAÇÃO, COMPETITIVIDADE E DESIGN. **O que é inovação aberta (open innovation)?** Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/icd/o-que-e-inovacao-aberta-open-innovation/>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

JANK, M. Os drones chegam ao campo. **Folha de São Paulo**, 5 ago. 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/marcos-jank/2017/08/1907216-os-drones-chegam-ao-campo.shtm>>. Acesso em: 20 set. 2017.

KESSLER, A. de M. O significado da conversão alimentar para suínos em crescimento: sua relevância para modelagem e características de carcaça. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia.

Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. p. 360-369. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 74). Disponível em: <http://www.cnpas.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_kessler_pt.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2018.

KHARAS, H. **The unprecedented expansion of the global middle class an update.** Washington, DC: Global Economy & Development, 2017. (Global Economy & Development. Working paper, 100). Disponível em: <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/02/global_20170228_global-middle-class.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2017.

KOWITT, B. Special report: the war on big food. **Fortune**, 21 maio 2015. Disponível em: <<http://fortune.com/2015/05/21/the-war-on-big-food/>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

KRATOCHWILL, L. **An indoor agriculture startup is bringing 'local farming' to every corner of the US.** 2015. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/business/2015/dec/30/vertical-farming-indoor-agriculture-us-food-industry-solar-power>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

KRUSEMAN, G.; ROETT, K. Yield gap analysis key to meeting future crop demand. **Opinion**, 23 out. 2015. Disponível em: <<http://www.cimmyt.org/yield-gap-analysis-key-to-meeting-future-crop-demand/>> . Acesso em: 16 jan. 2018.

LEBOWITZ, S. Scientists say your personality can be deconstructed into 5 basic traits. **Business Insider**, 27 dez. 2016. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/big-five-personality-traits-2016-12>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

LEE, Y.-S.; SHIN, W.-J. Marketing tradition-bound products through storytelling: a case study of a

Japanese sake brewery. **Service Business**, v. 9, n. 2, p. 281-295, June 2015. DOI: 10.1007/s11628-013-0227-5.

LES 10 tendances alimentaires US de l'année selon whole foods market. Disponível em: <<https://www.lsa-conso.fr/>>. Acesso em 05 maio 2017.

LESCA, H.; FREITAS, H.; JANISSEK-MUNIZ, R. **Inteligência estratégica antecipativa:** uma ação empresarial coletiva e pró-ativa. 2003. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/gianti/files/artigos/2003/2003_124_.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2018.

LEVANTAMENTO da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil – 2014: relatório síntese. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas: Embrapa, 2016. 33 p.

LIPINSKI, B.; HANSON, C.; LOMAX, J.; KITINOJA, L.; WAITE, R.; SEARCHINGER, T. **Reducing food loss and waste.** Washington: World Resources Institute, 2013. 40 p. (WRI. Working paper).

LOFINK, O. **Digitising agriculture.** Disponível em: <<https://www.paconsulting.com/insights/2015/digitising-agriculture/>>

LOPES, M. A. Apresentação. 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, DF: Embrapa, 2013a.

LOPES, M. A. As supersafras e a ponte verde. **O Estado de São Paulo**, 17 ago. 2013b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1497954/artigo-as-supersafras-e-a-ponte-verde>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

LOPES, M. A. Escolhas estratégicas para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, n. 1, p. 151-154, jan./fev./mar. 2017.

LOPES, P. S. **Melhoramento genético de suínos.** 2005. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/183/arquivos/MELHORAMENTO%20DE%20SUINOS.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2012.

LOVRETA, S.; KONČAR, J.; STANKOVIĆ, L. Đ. Effects of increasing the power of retail chains on competitive position of producers. **Acta Polytechnica Hungarica**, v. 13, n. 4, p. 121-140, 2016.

MAIA, A. G.; SAKAMOTO, C. S. A nova configuração do mercado de trabalho agrícola brasileiro. In: BUIANAIN, 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, DF: Embrapa, 2014. p. 591-620.

MAJUMDAR, J.; NARASEEYAPPA, S.; ANKALAKI, S. Analysis of agriculture data using data mining techniques: application of big data. **Journal of Big Data**, v. 4, n. 20, 2017. DOI: 10.1186/s40537-017-0077-4.

MANAGING risk in agriculture: a holistic approach. Paris: OECD Publishing, 2009. 167 p. Disponível em: <<http://www.oecd.org/agriculture/agricultural-policies/45558582.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

MANDL, C.; ADACHI, V. **Estrangeiros acham saída para investir em terras**. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/5231479/estrangeiros-acham-saida-para-investir-em-terras>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

MANGER, A. **Commodity checkoff programs: what are they and how they promote ag products?** Thompson Coburn LLP, 2016. Disponível em: <<https://www.thompsoncoburn.com/insights/blogs/food-fight/post/2016-01-14/commodity-checkoff-programs-what-are-they-and-how-do-they-promote-ag-products>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

MAPA Mental da Eutrofização de Açudes. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma15.htm>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

MARCIAL, E. C. **Análise estratégica: estudos de futuro no contexto da inteligência competitiva**. Brasília, DF: Thesaurus, 2011. (Coleção inteligência competitiva).

MARCIAL, E. C.; CURADO, M. P. F.; OLIVEIRA, M. G. de; CRUZ JÚNIOR, S. C. da; COUTO, L. F. (Ed.). **Brasil 2035:**

cenários para o desenvolvimento. Brasília, DF: Ipea: Assecor, 2017. 320 p.

MARCOVITCH, J. **Os compromissos de Paris e os ODS 2030: energia, florestas e redução de GEE**. São Paulo: FEA/USP, 2016. Disponível em: <<https://usp.br/mudarfuturo/cms/wp-content/uploads/EAD5953-2016-textos-finais-vers%C3%A3o-site-04.12-181216-291216-F..pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F. S.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. S. Intensificação sustentável da agricultura brasileira Cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 3, p. 108-124, jul./ago/set. 2016.

MARKET WATCH. **Agricultural Drones Market Worth \$3.69 Billion by 2022**. 2016. Disponível em: <<http://www.marketwatch.com/story/agricultural-drones-market-worth-369-billion-by-2022-2016-04-06-2203128>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, July 2012. DOI: 10.1016/j.agsy.2012.03.001.

MARTHA JUNIOR, G. B.; PENA JÚNIOR, M. A. G.; MARCIAL, E. C.; CASTANHEIRA NETO, F.; TORRES, L. A.; NOGUEIRA, V. G. de C.; CHERVENSKI, V. M. B.; SILVA, G. T. S. da; WOSGRAU, A. C. **Cenários exploratórios para o desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156492/1/AGROPENSA-cenarios-exploratorios.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agricultura digital. **RECoDAF: revista eletrônica competências digitais para agricultura familiar**, v. 2, n. 1, p. 72-88, jan./jun. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO,

E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35.

MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN, D. J.; WHITE, K. S. (Ed.). **Climate Change 2001: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARfrontmatter.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

MCCRAE, R. R.; COSTA JR, P. T. Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 52, n. 1, p. 81-90, 1987.

MEIO AMBIENTE: entenda como funciona o mecanismo de desenvolvimento limpo. **Portal Brasil**, 30 maio 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/05/entenda-como-funciona-o-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo-mdl>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

MEIRELLES, F. de S. **28ª pesquisa anual de administração e uso de tecnologia da informação nas empresas**. 2017. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/19112>>. Acesso em: 3 jan. 2018.

MELO, I. S. de. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: descrição e potencial de uso na agricultura. IN: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. p. 87-116.

MENEZES, G. R. de O.; ROSA, A. do N. F.; SILVA, L. O. C. da; TORRES JUNIOR, R. A. de A.; FEIJO, G. L. D.; EGITO, A. A. do; SIQUEIRA, F. **Demandas tecnológicas dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil: melhoramento genético animal**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 22 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 217).

MIELE, M.; MIRANDA, C. O desenvolvimento da agroindústria brasileira de carnes e as opções estratégicas dos pequenos produtores de suínos do Oeste Catarinense no início do século 21. In: NAVARRO, Z.; CAMPOS, S.K. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível?** Brasília: CGEE, 2013. p. 201-232.

MILOVIC, B.; RADOJEVIC, V. Application of data mining in agriculture. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 21, n. 1, p. 26-34, 2015.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. **Mecanismos de desenvolvimento limpo**. Disponível em: <http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/mecanismos-de-desenvolvimento-limpo-mdl#_IX2cjWff>. Acesso em: 22 jan. 2018.

MIRANDA, C. L.; ALVARENGA, S. M.; MELO, J. O.; SANTANA, F. A. **Genômica no melhoramento**. Disponível em: <<http://arquivo.ufv.br/dbg/resumos/cristiana.htm>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

MIRANDA, E. de; MAGALHÃES, L.; CARVALHO, C. **Um sistema de inteligência territorial estratégica para o MATOPIBA**. Campinas: Embrapa, 2014.

MIRANDA, E. E. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 38-44, 2017.

MONSANTO. **Agricultural biologicals**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com/products/pages/biodirect-ag-biologicals.aspx>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

MONTE, D. de C.; LOPES, D. B.; CONTINI, E. **China, a nova potência também no agronegócio**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2018. Disponível em: <<http://www.fupez.ufpr.br/artigo-china-a-nova-potencia-tambem-no-agronegocio/>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

MORAES, L. C. (Ed.). **Brasil food trends 2020**. São Paulo: Gráfica Ideal, 2010.

MOREIRA, J. F. L. **Nutrigenômica e nutrição molecular**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências Farmacêuticas) – Instituto Egas Moniz, Almada.

MOREIRA, J. M. A. P. M.; SIMONINI, F. J.; OLIVEIRA, E. B. Importância e desempenho das florestas plantadas no contexto do agronegócio brasileiro. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 85-94, jan./mar 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/47687>> . Acesso em: 22 jan. 2018.

MOTTA, R. S. da; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. (Ed.). **Mudança do clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília, DF: Ipea, 2011. 440 p. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

MUDANÇA do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo, 2016. Disponível em: <http://www.ipc-undp.org/pub/port/Mudanca_no_clima_e_os_impactos_na_agricultura_familiar.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

MUELLER, N. D.; BINDER, S. Closing yield gaps: consequences for the global food supply, environmental quality & food security. **Dædalus**, v. 144, n. 4, p. 45-56, 2015.

MYERS, D. (Ed.). These 10 companies make almost everything you eat and drink. **HuffPost News**, 5 dez. 2017. Disponível em: <https://www.huffingtonpost.com/entry/these-10-companies-make-almost-everything-you-eat-and-us_59163571e4b00ccaae9ea2d6>. Acesso em: 4 jan. 2018.

NAÇÕES UNIDAS. Comitê sobre direitos sociais, econômicos e culturais. [S.l.], 2001.

NAÇÕES UNIDAS. **Digital agriculture**. Project Breakthrough: disruptive technology executive briefs. Disponível em: <http://breakthrough.unglobalcompact.org/site/assets/files/1332/hhw-16-0025-d_n_digital_agriculture.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2018.

NAÇÕES UNIDAS. **Eradicação da pobreza**: acabar com a pobreza em todas suas formas, em todos os lugares. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Documento-Tem%C3%A1tico-ODS-1-Eradica%C3%A7%C3%A3o-da-Pobreza_11junho2017.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2018.

NAISBITT, J.; ABURDENE, P. **Megatrends 2000**: ten new directions for the 1990's. New York: William Morrow and Company, 1990. 384 p.

NASA. **NASA Tests Limits of 3-D Printing with Powerful Rocket Engine Check**. 2013. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/3d-printed-rocket-injector.html>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

NATIONAL COMMUNICATION OF BRAZIL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, 3., 2016, Brasília, DF. **Climate change**. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. v. 3, 333 p.

NAVARRO, Z. O mundo rural no novo século (um ensaio de interpretação). In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; CARVALHO, A. X. Y. de. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília, DF: Ipea, 2016. p. 25-63.

NAVARRO, Z.; BUAINAIN, A. M. The global driving of Brazilian agrarian development in the new century. In: BUAINAIN, A. M.; SOUSA, M. R. de; NAVARRO, Z. (Ed.). **Globalization and agriculture**. Londres: Lexington Books, 2017.

NAVARRO, Z.; CAMPOS, S. K. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro**: ganhar tempo é possível? Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. 264 p.

NEVES, M. F. **The future of food business**: the facts, the impacts and the acts. Singapore: World Scientific Publishing, 2014. 143 p.

NICHOLSON, C.; YOUNG, B. **The relationship between supermarkets and suppliers**: what are the implications for consumers? 2012. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5507eabbd685cce4658b4575&assetKey=A%3A273735821529096%401442275113772>>. Acesso em: 8 jan. 2018.

NORTH, D. C. **Economic performance through time.** 1993. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1993/north-lecture.html>. Acesso em: 8 jan. 2018.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OECD. **Glossary of statistical terms:** Purchasing Power Parities (PPPs) – OECD definition. 2001. Disponível em: <<http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2205>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

OECD-FAO agricultural outlook 2016-2025: special focus: Sub-Saharan Africa. Paris: OECD Publishing, 2016. DOI: 10.1787/agr_outlook-2016-en.

OECD-FAO agricultural outlook 2017-2026. Paris: OECD Publishing, 2017. DOI: 10.1787/agr_outlook-2017-en.

ORGANICSNET. 2017. Disponível em: <<http://www.organicsnet.com.br/>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

PARANÁ (Estado). Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Valor bruto da produção agropecuária.** Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=156>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

PARENTE, J.; BARKI, E.; KATO, H. Consumidor de baixa renda: desvendando as motivações no varejo de alimentos. In: ENANPAD, 29., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Anpad, 2005. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2005-mktb-0754.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.365, p. 3065-3081, Aug. 2010. DOI: 10.1098/rstb.2010.0126.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 14, n. 4, p. 233-238, dez. 2012. DOI: 10.1590/S1516-635X2012000400001.

PATTON, D. U. S. Indoor farming startup Plenty eyes rollout in China, Japan: CEO. **Reuters**, Jan. 17, 2018. Business news. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-china-indoor-farming-plenty/u-s-indoor-farming-startup-plenty-eyes-rollout-in-china-japan-ceo-idUSKBN1F60GA>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

PÉRDIDAS y desperdicios de alimentos en América Latina y Caribe. Santiago: FAO, 2015. 31 p. (Boletín 2).

PÉRDIDAS y desperdicios de alimentos en América Latina y Caribe. Santiago: FAO, 2014. 9 p. (Boletín 1).

PEREIRA NETO, O. C.; GUIMARÃES, M. de F.; RALISCH, R.; FONSECA, I. C. B. Análise do tempo de consolidação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 11, p. 489-496, 2007. DOI: 10.1590/S1415-43662007000500007.

PERÍMETROS irrigados do Dnocs empregam 121 mil trabalhadores. **Portal Brasil**, 22 set. 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/09/perimetros-irrigados-do-dnocs-empregam-121-mil-trabalhadores>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

PETS INTERNATIONAL. **Brazilian pet market analysis.** 2016. Disponível em: <<https://globalpets.community/file/5266/download?token=wfkPkHsB>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia.** 5. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2002.

PLANO NACIONAL DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA: volume 1: estratégia geral: versão pós consulta pública. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/PNA-Volume1.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

PLANO setorial mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF: MAPA/ACS, 2012. 173 p. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

POLIDORO, J. C.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JUNIOR, W. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIA, J. R.; MARTINS, E. de S.; SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. de M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TOSTO, S. G.; VENTURIERI, A.; SA, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. **Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. 53 p. (Embrapa Solos. Documentos, 183).

PORPINO, G. Como aproximar o produtor do consumidor. **Revista Agro DBO**, 8 jul. 2015. Marketing da Terra. Disponível em: <<http://www.portaldbo.com.br/Agro-DBO/Chamadas/Como-aproximar-o-produtor-do-consumidor/13094>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

PORPINO, G. Household food waste behavior: avenues for future research. **Journal of the Association for Consumer Research**, v. 1, n. 1, p. 41-51, 2016.

PORPINO, G.; PARENTE, J.; WANSINK, B. Food waste paradox: antecedents of food disposal in low-income households. **International Journal of Consumer Studies**, v. 39 n. 6, p. 619-629, 2015. DOI: 10.1111/ijcs.12207.

PORTER, M. Competitive advantage of nations. **Competitive Intelligence Review**, v. 1, n. 1, p. 14, jun. 1990. DOI: 10.1002/cir.3880010112.

PRADHAN, P.; FISCHER, G.; VAN VELTHUIZEN, H.; REUSSER, D. E.; KROPP, J. P. Closing Yield gaps: how sustainable can we be? **Plos One**, v. 10, n. 6, June 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0129487.

PRADO, M. **Monitoramento da sustentabilidade agroambiental do território**: um modelo baseado no valor geográfico dos serviços agroambientais. 2013. 87 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

PRADO, R. B. Serviços ecossistêmicos e ambientais na agropecuária. In: PALHARES, J.C.P.; GEBLER, L. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 414-456.

PRADO, R. B.; FORMIGA, R. M.; MARQUES, G. Uso e gestão da água: desafios para a sustentabilidade no meio rural. In: TURETTA, A. P. D. (Ed.). **As funções do solo, suas fragilidades e seu papel na provisão dos serviços ecossistêmicos**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 27-32. (Boletim informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo).

PROCÓPIO, S. de O.; CARVALHO, H. W. L. de; SANTIAGO, A. D. Produção de soja na região do SEALBA (Sergipe, Alagoas e Bahia) – oportunidades e desafios. **Notícias**, 21 dez. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/19066040/artigo--producao-de-soja-na-regiao-do-sealba-sergipe-alagoas-e-bahia---oportunidades-e-desafios>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

PROJEÇÕES do agronegócio: Brasil 2016/17 a 2026/27: projeções de longo prazo. Brasília, DF: MAPA/SPA, 2017. 103 p.

RALISCH, R.; ALMEIDA, E. de; SILVA, A. P. da; PEREIRA NETO, O. C.; GUIMARÃES, M. de F. Morphostructural characterization of soil conventionally tilled with mechanized and animal traction with and without cover crop. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n. 6, p. 1795-1802, nov./dez. 2010. DOI: 10.1590/S0100-06832010000600003.

RAMOS, M. Y.; GARAGORRY, F. L. **Análise da folga de produtividade na produção de grãos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, 2017. Nota técnica.

- RANJAN, S.; DASGUPTA, N.; LICHTFOUSE, E. (Ed.). **Nanoscience in Food and Agriculture 1**. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. (Sustainable agriculture reviews, v. 21). DOI: 10.1007/978-3-319-39303-2.
- RECOMBINETICS. Disponível em: <<http://www.recombinetics.com/>>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- REDES NEURAIS ARTIFICIAIS. Disponível em: <<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- REIS, J. C. dos; RODRIGUES, R. de A. R.; CONCEIÇÃO, M. C. G. da; MARTINS, C. M. S. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 1, p. 58-73, jan./abr. 2016. DOI: 10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061.
- RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC AGRICULTURE. **The world of organic agriculture 2017**. Frick, 2017. Disponível em: <<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/en/news/2017/mr-world-organic-agriculture-2017-english.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.
- REUTERS, S. **European move to ban palm oil from biofuels is 'crop apartheid' – Malaysia**. 2018. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/malaysia-palmoil-eu/european-move-to-ban-palm-oil-from-biofuels-is-crop-apartheid-malaysia-idUSL3N1PD1NJ>>. Acesso em: 18 fev. 2018.
- ROCCO, M. C.; BAINBRIDGE, W. S. **Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2002. 482 p. (NSF/DOC-sponsored report). Disponível em: <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.
- ROCHA, S. Pobreza no Brasil: a evolução de longo prazo (1970-2011). In: FÓRUM NACIONAL – O BRASIL DE AMANHÃ, 25., 2013, Rio de Janeiro. **Transformar crise em oportunidade**. Rio de Janeiro, 2013. (Estudos e pesquisas, 492). Disponível em: <<http://files.dohms.com.br/idpsite/arquivos/material-de-apoio/texto-04--prof.-marcelo-proni--pobreza-no-brasil-a-evolucao-C3%A3o-de-longo-prazo.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2018.
- ROCHA, T. P. M. Compra de alimentos por consumidores de baixa renda: comportamentos no ponto de venda. In: SEMEAD: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 20., 2017, São Paulo. [Anais...] São Paulo: Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://login.semead.com.br/20semead/arquivos/2255.pdf>>. Acesso em 3 jan. 2018.
- RODRIGUES, P. Cooperação prevê avanços tecnológicos no cultivo protegido de hortaliças. **Hortaliças em Revista**, Ano 4, n. 17, p. 12-13, jul./set. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355126/2250572/EDI%C3%87%C3%83O+17.pdf/b63bcb2c-e478-4ded-9c26-bedba360da4e>>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- RODRIGUES, R.; SANTANA, C. A. M.; BARBOSA, M. M. T. L.; PENA JÚNIOR, M. A. G. “Drivers” de mudanças no sistema agroalimentar brasileiro. **Parcerias Estratégicas**, v. 17 n. 34, p. 7-44, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/670/614>. Acesso em 3 jan. 2018.
- RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NÃÃS, I. de A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1666-1684, 2014.
- RONDÔNIA (Estado). **Fundo Proleite**. Disponível em: <<http://www.rondonia.ro.gov.br/seagri/institucional/programaproleite/fundo-proleite/>>. Acesso em: 14 jan. 2018.
- ROSA, B. Ambev lança em janeiro leite feito a partir do coco. **O Globo**, 26 dez. 2017. Economia. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/amb-ev-lanca-em-janeiro-leite-feito-partir-do-coco-22227815#ixzz550h5bYeustest>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada.

Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, abr. 2011. DOI: 10.7154/RDG.2005.0016.0009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

ROSEGRANT, M. W.; KOO, J.; CENACCHI, N.; RINGLER, C.; ROBERTSON, R.; FISHER, M.; COX, C.; GARRETT, K.; PEREZ, N. D.; SABBAGH, P. **Food security in a world of natural resource scarcity**: the role of agricultural technologies. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2014. DOI: 10.2499/9780896298477.

RUDDICK, G. The inside story of how suppliers are feeling the squeeze. **Telegraph Media Group**, 24 jan. 2015. Disponível em: <<http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/retailandconsumer/11367506/Supply-chain-feels-the-squeeze.html>>. Acesso em: 8 jan. 2018.

RUNDE, D. **Urbanization will change the (developing) world**. 2015. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/danielrunde/2015/02/24/urbanization-development-opportunity/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

RURAL poverty 2011: new realities, new challenges – new opportunities for tomorrow’s generation. Rome: International Fund for Agricultural Development, 2010. 317 p. Disponível em: <<https://www.ifad.org/documents/10180/c47f2607-3fb9-4736-8e6a-a7ccf3dc7c5b>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SABET, M. **Understanding the federal commodity checkoff program**. Carlisle, PA: Pennsylvania State University Dickinson School of Law, 2010. Agricultural Law Course at the Pennsylvania State University Dickinson School of Law.

SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, L.; T. SYKES, M.; WALKER, B. H.; WALKER, M.;

WALL, D. Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, n. 5459, p. 1770-1774, 2000. DOI: 10.1126/science.287.5459.1770.

SALGADO, P. R.; ORTIZ, C. M.; MUSSO, Y. S.; DI GIORGIO, L.; MAURI, A. N. Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food Science**, v. 5, p. 86-92, 2015.

SALOMÃO, R. Case apresenta trator autônomo e sem cabine no Brasil. **Globo Rural**, 27 abr. 2017. Empresas e Negócios. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Empresas-e-Negocios/noticia/2017/04/case-apresenta-trator-autonomo-e-sem-cabine-no-brasil.html>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. 248 p. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

SAMPER, L. F. Origin product branding: delivering content that increases value. In: WORLDWIDE SYMPOSIUM ON GEOGRAPHICAL INDICATIONS, 2017, Yangzhou. **Presentation...** [S.l.]: World Intellectual Property Organization, 2017. Disponível em: <http://www.wipo.int/edocs/mdocs/sct/en/wipo_geo_yty_17/wipo_geo_yty_17_13.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SANDRONI, P. **Dicionário de economia do século XXI**. 4. ed. Rio de Janeiro: Record, 2008. 909 p.

SANTANA, C. A. M. (Ed.). **Regional case study: R5 Productive capacity of Brazilian agriculture: a long-term perspective**. 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47903/1/R5-Productive-capacity-of-Brazilian.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SANTOS, A. R. dos. **Inteligência territorial estratégica é ferramenta para transferência de tecnologia**. 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/13911147/inteligencia-territorial-estrategica-e-ferramenta-para-transferencia-de-tecnologia>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

- SANTOS, D. G.; DOMINGUES, A. F.; GISLER, C. V. T. Gestão de recursos hídricos na agricultura: o programa produtor de água. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 353-376.
- SARAIWA, A.; SALES, R. PIB do Brasil cai 7,2% em dois anos, pior recessão desde 1948. **Valor Econômico**, 7 mar. 2017. Brasil. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/BRASIL/4890366/PIB-DO-BRASIL-CAI-72-EM-DOIS-ANOS-PIOR-RECESSAO-DESDE-1948>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- SAVADORE, B. **China's hunger for soya more animal than vegetable**. 2013. Disponível em: <<https://phys.org/news/2013-09-china-hunger-soya-animal-vegetable.html>>. Acesso em: 9 mar. 2018.
- SCHINAIDER, A. D.; FAGUNDES, P. M.; TALAMINI, E. O perfil do futuro empreendedor rural e fatores de influência na busca de qualificação. **Revista Livre de sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, p. 42-65, 2017.
- SCHWAB, K. (Ed.). **The global competitiveness report 2015-2016**. Geneva: World Economic Forum, 2015.
- SEBRAE. **Tecnologia da informação no agronegócio**. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Pesquisa%20SEBRAE%20-%20TIC%20no%20Agro.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2018.
- SELIG, P. M. **Gerência e avaliação do valor agregado empresarial**. 1993. 223 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/75886/91738.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- SICSÚ, A. B.; LIMA, J. P. R. Fronteiras agrícolas no Brasil: a lógica de sua ocupação recente. **Nova Economia**, v. 10, n. 1, p. 109-138, jul. 2000.
- SILVA, A. F.; CAMPOS, S. K. Onde irão parar os preços das commodities? **Revista AGRO em Foco**, v. 3, p. 48, 2012.
- SILVA, J. M. da; PAULA, N. M. de. **Alterações no padrão de consumo de alimentos no Brasil após o plano real**. Disponível em: <http://www.pet-economia.ufpr.br/banco_de_arquivos/00015_artigo_evinvi_Joselis.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.
- SILVA, K. I. M. da. **Preparação de nanocompósitos de PLA/PEAD/TIO2 degradáveis**. 2011. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32759/000786954.pdf;sequence=1>>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- SILVA, M. S. L. da; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B. dos; FERREIRA, G. B.; SANTOS, J. C. P. dos; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 10 p. il. color. (Embrapa Solos. Circular técnica, 36).
- SILVEIRA, R. L. F. da; MACIEL, L. S.; BALLINI, R. **Derivativos sobre commodities influenciam a volatilidade dos preços à vista? Uma análise nos mercados de boi gordo e café arábica**. 2011. Disponível em: <<http://anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-a0f0858dad69bfb267d659627595452b.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2012.
- SINHA, K.; MALIK, Z.; REZGUI, A.; FOX, D. L.; MCGUINNESS, D.; SEBER, D.; ZIMMERMAN, H. Geoinformatics: transforming data to knowledge for geosciences. **GSA Today**, v. 20, n. 12, p. 4-10, Dec. 2010. Disponível em: <<http://www.geosociety.org/gsatoday/archive/20/12/pdf/i1052-5173-20-12-4.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.
- SKORUPA, L.; MANZATTO, C. **Avaliação da adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no Brasil**. [S.l.: s.n.], 2016. 14 p. Nota técnica.

SKOUFIAS, E.; NAKAMURA, S.; GUKOVAS, R. M.

Safeguarding against a reversal in social gains during the economic crisis in Brazil. The World Bank, 2017. 18 p. (Working paper). Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/567101487328295113/pdf/112896-WP-P157875-PUBLIC-ABSTRACT-SENT-SafeguardingBrazilEnglish.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SKY.ONE. **Escalabilidade:** o maior benefício da computação na nuvem. 2016. Disponível em: <<http://skyone.solutions/pb/escalabilidade-o-maior-beneficio-da-computacao-na-nuvem/>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

SMIT, J.; KREUTZER, S.; MOELLER, C.; CARLBERG, M. **Industry 4.0:** policy department A: economic and scientific policy: directorate-general for internal policies. [S.l.]: European Union, 2016. Disponível em: <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SOLOVIVO: rede de pesquisa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1021888/solovivo-rede-de-pesquisa>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

STARTAGRO. **1º Censo AgTech Startups Brasil:** confira resultados e análises de mapeamento inédito setor. 2016. Disponível em: <<http://www.startagro.agr.br/1o-censo-agtech-startups-brasil-confira-resultados-e-analises/>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

STARTAGRO. **Confira o infográfico completo do 1º Censo AgTech Startups Brasil.** 2016. Disponível em: <<http://www.startagro.agr.br/confira-o-infografico-completo-do-1o-censo-agtech-startups-brasil-em-primeira-mao/>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

STATUS of the MEMS industry 2016 report by Yole Developpement. 2016. Disponível em: <https://www.slideshare.net/Yole_Developpement/status-of-the-mems-industry-2016-report-by-yole-developpement>. Acesso em: 23 jan. 2018.

STROM, S. Big companies pay later, squeezing their suppliers. **The New York Times**, 6 abr. 2015. Business day. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2015/04/07/business/big-companies-pay-later-squeezing-their-suppliers.html>>. Acesso em: 3 jan. 2018.

SUMÁRIO executivo: documento-base para subsidiar os diálogos estruturados sobre a elaboração de uma estratégia de implementação e financiamento da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao acordo de Paris. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/ndc/sumario_executivo_2017.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SUNGA, I. **These 5 innovations will transform the lives of smallholder farmers.** 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2017/01/these-5-innovations-will-transform-the-lives-of-smallholder-farmers>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

SUPERMERCADOS: é viável ser fornecedor desde supercliente? **Hortifruti Brasil**, ano 9, n. 94, set. 2010. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/supermercados-e-viavel-ser-fornecedor-deste-supercliente.aspx>>. Acesso em: 9 jan. 2018.

TÁVORA, F. L. **História e economia dos biocombustíveis no Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal, 2011. (Textos para discussão, 89). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-89-historia-e-economia-dos-biocombustiveis-no-brasil>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

TAYLOR, K. These 10 companies control everything you buy. **Business Insider**, Apr. 4 2017. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/10-companies-control-food-industry-2017-3/#kelloggs-1>>. Acesso em: 3 jan. 2018.

TECHOPEDIA. **What does Computer Vision mean? Techopedia explains Computer Vision.** Disponível

em: <<https://www.techopedia.com/definition/32309/computer-vision>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

THE ECONOMIST. **Building bridges**: Latin America's new trade agenda. 2017. Disponível em: <https://www.eiu.com/public/topical_report.aspx?campaignid=buildingbridges2017>. Acesso em: 3 jan. 2018.

THE IMPACT of natural hazards and disasters on agriculture and food security and nutrition: a call for action to build resilient livelihoods. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4434e.pdf>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

THE STATE of food insecurity in the world 2015: meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2015. 62 p.

THE STATE of food and agriculture: food systems for better nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2013. 114 p.

THE STATE of the world's land and water resources for food and agriculture: managing systems at risk. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. (Summary report).

THOMAS, R. J.; QUILLÉROU, E.; STEWART, N. **Economics of land degradation initiative**: a global strategy for sustainable land management: the rewards of investing in sustainable land management. Bonn: ELD Initiative, 2013. 122 p. (Scientific interim report). Disponível em: <http://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD-Interim_Report_web.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2018.

TIWARI, A.; SYVÄJÄRVI, M. **Advanced materials for agriculture, food, and environmental safety**. Beverly: Scrivener Publishing, 2014.

TORRES, D. A. P.; CAMPOS, S. K.; PONCHIO, A. P. S.; BARROS, G. S. de C.; FIGUEIREDO, E. V. C.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Viabilidade econômica da produção agropecuária no Brasil: aspectos gerais, metodologia

e principais resultados. In: SUSTENTABILIDADE e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014. v. 2, p. 11-48.

TORRES, F. M.; MEDEIROS, F. F. de; OLIVEIRA, O. B. de; MACHADO, A. S.; NOGUEIRA, P. M.; VIEIRA, E. D. Desenvolvimento de processo de produção de poli (ácido láctico). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS EM JOINVILLE, 20., 2012. **Anais...** São Paulo: Metallum Eventos Técnicos e Científicos, 2012. Disponível em: <www.metallum.com.br/20cbecimat/resumos/trabalhos_completos/401-049.doc>. Acesso em: 2 mar. 2018.

U.S. GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE. **Commodity promotion, research, and information act of 1996**. 1996. (7 U.S.C. 7411-7425). Disponível em: <http://www.nodpa.com/checkoff_Generic%20regulations%20on%20check-off.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2018.

UNITED NATIONS. **21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**. 2015a. Disponível em: <http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/session/9057/php/view/documents.php>. Acesso em: 03 fev. 2018.

UNITED NATIONS. **Conferência das Nações Unidas sobre Urbanização e Desenvolvimento Urbano Sustentável, Habitat III**. 2016. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2016/10/1566241-mais-de-90-da-populacao-brasileira-vivera-em-cidades-em-2030>>. Acesso em: 2 fev. 2018.

UNITED NATIONS. **Kyoto Protocol**. 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 2 fev. 2018.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 agenda for sustainable development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September

2015. 2015b. United Nations, General Assembly, Seventieth session Agenda items 15 and 116. 2015. Disponível em: <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>. Acesso em: 22 ago. 2017.

UNIVATES. Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior. **Dinâmica populacional e sucessão na agricultura familiar no Vale do Taquari:** pesquisa de opinião pública. Lajeado, 2005.

UN-WATER. **Water, food and energy.** Disponível em: <<http://www.unwater.org/water-facts/water-food-and-energy//>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

UN-WATER. **World Water Development Report 2017.** 2017. Disponível em: <<http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2017/>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

VAN ITTERSUM, M. K.; CASSMAN, K. G. Yield gap analysis – rationale, methods and applications – introduction to the Special Issue. **Field Crops Research**, v. 143, p. 1-3, Mar. 2013. DOI: 10.1016/j.fcr.2012.12.012.

VAN ITTERSUM, M. K.; CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P.; WOLF, J.; TITTONELL, P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance: a review. **Field Crops Research**, v. 143, p. 4-17, Mar. 2013. DOI: 10.1016/j.fcr.2012.09.009.

VAN WART, J.; KERSEBAUM, K. C.; PENG, S.; MILNER, M.; CASSMAN, K. G. Estimating crop yield potential at regional to national scales. **Field Crops Research**, v. 143, p. 34-43, Mar. 2013. DOI: 10.1016/j.fcr.2012.11.018.

VICTOR, R. **Avaliação ecossistêmica do milênio:** ecossistemas e bem-estar humano. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/Rodrigo%20Victor.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2018.

VISION CRITICAL. **Customer empowerment:** a manifesto. 2017. Disponível em: <<http://>

yfwp2260wmb3b8wdx12drkyo.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/themes/avalaunch_media/assets/img/CustomerEmpowermentManifesto.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

VISSES, F. de A. **Estimativa da produtividade e da perda do potencial produtivo (“yield-gap”) da cultura da mandioca (Manihot esculenta Crantz) nas principais regiões produtoras do Brasil.** 2016. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Biociências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

VON BROEMSEN, M. Suppliers at a huge disadvantage when dealing with supermarkets. **BusinessDay**, 23 jun. 2017. Disponível em: <<https://www.businesslive.co.za/bd/opinion/2017-06-23-suppliers-at-a-huge-disadvantage-when-dealing-with-supermarkets/>>. Acesso em: 9 jan. 2018.

WARMOLL, C. Supermarket pressure on food producers leads to insolvency levels tripling in five years. **AccountancyAge**, 12 abr. 2016. Disponível em: <<https://www.accountancyage.com/2016/04/12/supermarket-pressure-on-food-producers-leads-to-insolvency-levels-tripling-in-five-years/>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

WATER and energy. France: Unesco, 2014. v. 1, 204 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2018.

WEST, P. C.; GERBER, J. S.; ENGSTROM, P. M.; MUELLER, N. D.; BRAUMAN, K. A.; CARLSON, K. M.; CASSIDY, E. S.; JOHNSTON, M.; MACDONALD, G. K.; RAY, D. K.; SIEBERT, S. Leverage points for improving global food security and the environment. **Science**, v. 345, n. 6194, p. 325-327, 2014. DOI: 10.1126/science.1246067.

WILDE, S. de. **The future of technology in agriculture.** The Hague: STT Netherlands Study Centre for Technology Trends, 2016. 118 p. Disponível em: <<https://stt.nl/stt/wp-content/uploads/2016/05/ENG-Toekomstverkenning-agri-food-Web.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

WILLER, H.; LERNOUD, J. (Ed.). **The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2017.**

Bonn: Research Institute of Organic Agriculture; IFOAM - Organics International, 2017. 332 p. Disponível em: <<https://shop.fibl.org/CHen/mwdownloads/download/link/id/785/?ref=1>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

WORLD BANK. DataBank: population estimates and projections. 2017. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=population-estimates-and-projections>>. Acesso em: 31 out. 2017.

WORLD economic situation and prospects 2017. New York: United Nations, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Biofortification of staple crops:** e-Library of Evidence for Nutrition Actions (eLENA). Disponível em: <<http://www.who.int/elena/titles/biofortification/en/>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity and overweight.** 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

WORLD OBESITY. **Data.** Disponível em: <<https://www.worldobesity.org/data/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

WORLD population prospects: the 2015 revision: key findings and advance tables. New York: United Nations, 2015. (ESA/P/WP.241). Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2017.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Press release:** trade Statistics and Outlook. 2017. Disponível em: <https://www.wto.org/english/news_e/pres17_e/pr791_e.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

WU, J. J.; ATKINSON, R. **How technology-based start-ups support U.S. economic growth.**

[S.l.]: Information Technology & Innovation Foundation, 2017. 150 p. Disponível em: <[http://www2.itif.org/2017-technology-based-start-ups.pdf?_ga=2.137473586.382148453.1512415322-](http://www2.itif.org/2017-technology-based-start-ups.pdf?_ga=2.137473586.382148453.1512415322-241377916.1512415322)

241377916.1512415322>. Acesso em: 22 fev. 2018.

XAVIER, G. R.; RUMJANEK, N. G.; GUEDES, R. E. **Inoculante.** 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_2_2882007171552.html>. Acesso em: 2 mar. 2018.

ZEITHAML, V. A. Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. **Journal of Marketing**, v. 52, n. 3, p. 2-22, jul. 1988.

ZOCOLO, G. J. **Portfólio tecnologias agroindustriais para agregação de valor a produtos.** 2017. Versão 1. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/29113275/GUILHERME.pdf/48d9eefd-6650-b85e-77ac-a1c69374a42d?version=1.0>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

ZONEAMENTO agrícola. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

ANEXOS

Anexo 1. Notas técnicas que serviram de base para o documento *Visão 2030 : O Futuro da Agricultura Brasileira*.

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
A bioinformática como transdutor do big data para a biotecnologia e agricultura	Observatório de Informática Agropecuária	Paula Regina K. Falcão Felipe R. da Silva Poliana Fernanda Giachetto Isabel Rodrigues Gerhardt Ricardo Augusto Dante (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>)
A dimensão econômica no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda): uma reflexão inicial	Labex USA Brief	Geraldo B. Martha Jr. (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/USA</i>)
A era da transformação digital e seus impactos para o agronegócio brasileiro e oportunidades para a Embrapa	Observatório de Inovação e Negócios Digitais	Camilo Carromeu (<i>Embrapa Gado de Corte</i>) Fabiano Mariath (<i>Departamento de Tecnologia da Informação</i>) Renato Cristiano Torres (<i>Embrapa Agrossilvipastoril</i>)
A sustentabilidade como oportunidade para o setor sucroenergético brasileiro	Portfólio Sucroalcooleiro Energético	Nilza Patrícia Ramos André May (<i>Embrapa Meio Ambiente</i>) Maria Lúcia Simeone (<i>Embrapa Milho e Sorgo</i>) Sérgio dos Anjos (<i>Embrapa Clima Temperado</i>)
A sustentabilidade da pecuária brasileira	Labex USA Brief	Geraldo B. Martha Jr. (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/USA</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Ações de PD&I em sistemas de produção de base ecológica	Portfólio de Sistemas de Produção de Base Ecológica	Amaury da Silva dos Santos (<i>Embrapa Tabuleiros Costeiros</i>) Carlos Alberto Barbosa Medeiros (<i>Embrapa Clima Temperado</i>) José Antonio Azevedo Espindola (<i>Embrapa Agrobiologia</i>) Marcos Flávio Silva Borba (<i>Embrapa Pecuária Sul</i>) Mariane Carvalho Vidal (<i>Embrapa Hortaliças</i>) Tatiana Deane de Abreu Sá (<i>Embrapa Amazônia Oriental</i>) Ynaiá Masse Bueno (<i>Departamento de Transferência de Tecnologia</i>)
Admirável mundo novo	Observatório de Agroindústria Alimentos	Regina C. A. Lago (<i>Embrapa Agroindústria de Alimentos</i>)
Agricultura digital: perspectivas futuras em geotecnologias e modelagem agroambiental para a produção agrícola	Portfólio Geotecnologias	Alexandre Camargo Coutinho Daniel de Castro Victoria Eduardo Delgado Assad Júlio César D. Mora Esquerdo Luis Gustavo Barioni (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>) Édson Luis Bolfe (<i>Secretaria de Inteligência e Macroestratégia</i>) Elaine Cristina Cardoso Fidalgo (<i>Embrapa Solos</i>) Haron Abraham Magalhães Xaud (<i>Embrapa Roraima</i>) Iêdo Bezerra Sá (<i>Embrapa Semiárido</i>) Márcia Helena Galina Dompieri (<i>Embrapa Tabuleiros Costeiros</i>)
Agricultura familiar e agroindústria rural – valor, recursos e dinâmicas como desafios para PD&I	Observatório da Agricultura Familiar	Marcelo Nascimento de Oliveira (<i>Departamento de Transferência de Tecnologia</i>)
Aqüicultura e sanidade: desafios para o crescimento	Ad hoc	Alitieni Moura Lemos Pereira (<i>Embrapa Meio - Norte</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Aspectos científicos e tecnológicos da agroecologia e dos sistemas orgânicos de produção	Observatório da Agro-biologia	José Antonio Azevedo Espindola Eliane Maria Ribeiro da Silva Marco Antonio de Almeida Leal Marta dos S. F. Ricci de Azevedo Renato Linhares de Assis <i>(Embrapa Agrobiologia)</i>
Biodiesel e bioquerosene: o papel da Embrapa Agroenergia	Observatório de Agroenergia	Daniela Tatiane de Souza Richardson Silva Lima Manoel Teixeira Souza Junior Guy de Capdeville Marcia Mitiko Onoyama Gilmar Souza Santos João Ricardo M. de Almeida Rossano Gambetta Bruno Galveas Laviola <i>(Embrapa Agroenergia)</i>
Bioeconomia: oportunidades para o setor agropecuário	Observatório do Agropensa	Marcos Antonio G. Pena Jr. Danielle Alencar P. Torres Roberta Dalla P. Gründling <i>(Secretaria de Inteligência e Macroestratégia)</i>
Brazil's national characteristics	Labex USA Brief	Geraldo B. Martha Jr. <i>(Secretaria de Relações Internacionais - Labex/USA)</i> Eliseu Alves <i>(Diretoria – Executiva/ Presidência)</i>
Compartilhamento e abertura de dados no contexto científico, tecnológico e de inovação: oportunidades e desafios	Observatório de Informática Agropecuária	Isaque Vacari Debora Pignatari Drucker Ivo Pierozzi Junior Marcos Cezar Visoli Patrícia Rocha Bello Bertin <i>(Embrapa Informática Agropecuária)</i>

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Conhecimento e tecnologia para aumento da competitividade da aquicultura nacional	Portfólio de Aquicultura	Eric Arthur Bastos Routledge Luciana Nakaghi G. Kirschnik (<i>Embrapa Pesca e Aquicultura</i>) Julio Ferraz de Queiroz (<i>Embrapa Meio Ambiente</i>) Alitieni Moura Lemos Pereira (<i>Embrapa Meio - Norte</i>) Carlos Alberto da Silva (<i>Embrapa Tabuleiros Costeiros</i>) Fernanda L. de Almeida O'Sullivan (<i>Embrapa Amazônia Ocidental</i>) Jorge Antonio Ferreira de Lara (<i>Embrapa Pantanal</i>) Ricardo Borghuesi (<i>Embrapa Agropecuária Oeste</i>)
Crescimento do consumo do óleo de palma e das demandas de soluções tecnológicas para a cadeia produtiva da palma de óleo	Portfólio de Palma de Óleo	Maria do Rosário L. Rodrigues Ricardo Lopes (<i>Embrapa Amazônia Ocidental</i>) Rui Alberto Gomes Junior (<i>Embrapa Amazônia Oriental</i>)
Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos	Observatório Suínos e Aves	Nádia Solange Schmidt Bassi (<i>Embrapa Suínos e Aves</i>)
Desafios da computação científica face à transformação digital na agricultura	Observatório de Informática Agropecuária	Ednaldo José Ferreira (<i>Embrapa Instrumentação</i>) Fernando Rodrigues Teixeira Dias (<i>Embrapa Pantanal</i>) Helano Póvoas de Lima Kleber Xavier S. de Souza Luis Gustavo Barioni Maria do Carmo R. Fasiabem Maria Fernanda Moura Roberto Hiroshi Higa Sônia Ternes Stanley Robson de Medeiros Oliveira (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>) José Mauro M. Ávila Paz Moreira (<i>Embrapa Florestas</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Desafios e tendências tecnológicas para uma pecuária competitiva e sustentável nos campos sul-brasileiros	Observatório de Pecuária Sul	Vinícius do Nascimento Lampert Fernando Flores Cardoso Alexandre Costa Varela Estefanía Damboriarena (<i>Embrapa Pecuária Sul</i>)
Desafios para o país com maior consumo de agrotóxicos: equilíbrio entre produção agrícola, sociedade urbana e preservação ambiental	Portfólio de Manejo Racional de Agrotóxicos	Robson Barizon (<i>Embrapa Meio Ambiente</i>) Rômulo Penna Scorza Junior (<i>Embrapa Agropecuária Oeste</i>)
Desenvolvimento e adaptações de tecnologias para a produção agrícola sustentável em ambiente protegido	Observatório de Hortaliças	Marcos Brandão Braga Juscimar da Silva Ítalo Moraes Rocha Guedes Carlos Eduardo Pacheco Lima (<i>Embrapa Hortaliças</i>)
Documento “vision, stratégie et ambitions du Cirad pour 2018-2028” revisão e importância para a Embrapa	Labex EU Brief	Pedro L. O. de A. Machado (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/EU</i>)
Edição de genomas CRISPR-CAS9: desafios e oportunidades do uso da ferramenta	Observatório de Recursos Genéticos e Biotecnologia	Marcio Elias Ferreira Eduardo Romano de Campos Pinto Angela Mehta dos Reis Giovanni Rodrigues Vianna Júlio Carlyle M. Rodrigues Jorge Madeira N. Junior Milene da Silva Castellen (<i>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia</i>)
Edição genômica e uso tópico de RNAi: perspectivas e oportunidades para o agronegócio	Portfólio EnGenAgro	Alexandre Lima Nepomuceno (<i>Embrapa Soja</i>) Ana Cristina Miranda Brasileiro Elíbio Leopoldo Rech Filho (<i>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia</i>) Hugo Bruno Correa Molinari (<i>Embrapa Agroenergia</i>) Isabel Rodrigues Gerhardt Ricardo Augusto Dante (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>) Luiz Sergio de A. Camargo (<i>Embrapa Gado de Leite</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Estratégias para produção de alimentos que atendam a dietas de alta qualidade nutricional e funcional	Portfólio de Alimento, Nutrição e Saúde	Virgínia Martins da Matta (<i>Embrapa Agroindústria de Alimentos</i>) Rafaella de Andrade Mattietto (<i>Embrapa Amazônia Oriental</i>) Priscila Zaczuk Bassinello (<i>Embrapa Arroz e Feijão</i>) Marcia Vizzotto (<i>Embrapa Clima Temperado</i>) Ana Paula Dionisio Edna Maria Morais Oliveira (<i>Embrapa Agroindústria Tropical</i>)
Fixação biológica de nitrogênio: sustentabilidade agrícola e responsabilidade ambiental	Portfólio de Fixação Biológica de Nitrogênio	Ieda de Carvalho Mendes (<i>Embrapa Cerrados</i>) Mariangela Hungria (<i>Embrapa Soja</i>) Segundo S. Urquiaga Caballero Jerri Edson Zili (<i>Embrapa Agrobiologia</i>) Krisle Silva (<i>Embrapa Floresta</i>)
Fruticultura tropical no Brasil: sinais e tendências	Observatório de Mandioca e Fruticultura	Áurea Fabiana A. de Albuquerque Gilmar Souza Santos Jose da Silva Souza Marcelo do Amaral Santana Carlos Estevão Leite Cardoso (<i>Embrapa Mandioca e Fruticultura</i>)
Impactos das mudanças demográficas e econômicas globais, com crescimento da participação dos países emergentes na economia global para o posicionamento estratégico do sistema de inovação agropecuário do Brasil até 2050	Ad hoc	Judson Ferreira Valentim (<i>Embrapa Acre</i>)
Impactos sociais e econômicos e tendências de mercado para as cultivares de maracujá BRS	Observatório de Produtos e Mercados	Lívia Pereira Junqueira Keize Pereira Junqueira (<i>Embrapa Produtos e Mercados</i>) Nilton Tadeu Vilela Junqueira Fábio Gelape Faleiro (<i>Embrapa Cerrados</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Institutional innovations in Brazilian agricultural organizations	Labex USA Brief	Maurício A. Lopes (<i>Diretoria – Executiva/ Presidência</i>) Geraldo B. Martha Jr. (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/ USA</i>)
Insumos biológicos: imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável da agricultura brasileira	Observatório da Agrobiologia	Segundo Urquiaga Ivo Baldani Bruno J. R. Alves Jerri Zilli Veronica Reis Norma Rumjanek Jean L. Simões Araujo Ederson Jesus Maria E. F. Correia Gustavo R. Xavier (<i>Embrapa Agrobiologia</i>)
Intensificação tecnológica da aquicultura brasileira	Observatório de Pesca e Aquicultura	Manoel Xavier Pedroza Filho Eric Arthur Bastos Routledge (<i>Embrapa Pesca e Aquicultura</i>)
Internet das coisas e suas implicações na agricultura digital	Observatório de Informática Agropecuária	Silvia Maria Fonseca S. Massruhá Ariovaldo Luchiari Junior Eduardo Delgado Assad Júnia Rodrigues de Alencar Kleber Xavier S. de Souza Maria Angélica de Andrade Leite Paula Regina Kuser Falcão Silvio Roberto Medeiros Evangelista (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>)
Manejo integrado da paisagem florestal e agrícola na propriedade rural e unidades de conservação, UC) de uso indireto	Ad hoc	Milton Kanashiro (<i>Embrapa Amazônia Oriental</i>)
Mercado agropecuário - processo dinâmico e sensível	Ad hoc	Rafael Vivian Jurema Iara Campos (<i>Embrapa Produtos e Mercado</i>) Ana Lucia Atrasas (<i>Secretaria de Negócios</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
O desafio de restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 para múltiplos usos	Observatório de Florestas	José Mauro M. Ávila Paz Moreira Rosana Clara Victoria Higa Erich Gomes Schaitza Edilson Batista de Oliveira Susete do Rocio Chiarello Penteado (<i>Embrapa Florestas</i>)
O futuro da alimentação no Brasil: o paradoxo da abundância e do desperdício	Observatório Agropensa	Gilmar Paulo Henz (<i>Secretaria de Inteligência e Macroestratégia</i>) Gustavo Porpino de Araujo (<i>Secretaria de Comunicação</i>)
O futuro na visão da Austrália e seus impactos para a agricultura tropical	Ad hoc	Ivar Wendling (<i>Embrapa Florestas</i>)
O papel do solo como recurso essencial para a consolidação da agricultura tropical conservacionista, sustentável e de baixo carbono	Observatório de Solos	Rosângela Straliozzo Claudia Regina de Laia Machado Kelita Andrade Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues André Luis da Silva Lopes Lígia Souza Brandão Maria Ortiz A. Baptista Portes Maria Regina Capdeville Laforet Renata Avilla Paldes (<i>Embrapa Solos</i>)
Observatório vitivinícola brasileiro: estratégia para articulação, desenvolvimento e validação de uma ferramenta de prospecção de sinais e tendências como subsídio para a pesquisa e inovação	Observatório Uva e Vinho	José Fernando da Silva Protas Alexandre Hoffmann Joelsio José Lazzarotto Mauro Celso Zanus João Henrique Figueredo (<i>Embrapa Uva e Vinho</i>)
Oportunidades e desafios em PD&I na cadeia produtiva de frangos de corte	Observatório Suínos e Aves	Nádia Solange Schmidt Bassi (<i>Embrapa Suínos e Aves</i>) Christian Luiz da Silva (<i>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ufpr</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Pastagens: mercado de inovação e oportunidades científicas e tecnológicas	Portfólio de Pastagens	Frederico de Pina Matta Patrícia Menezes Santos (<i>Embrapa Pecuária Sudeste</i>) Juarez Campolina Machado (<i>Embrapa Gado de Leite</i>) Valeria Pacheco Batista Euclides (<i>Embrapa Gado de Corte</i>)
Perspectivas e tendências da cafeicultura brasileira no contexto do mercado mundial de café	Observatório do Café	Jamilsen de Freitas Santos Lucas Tadeu Ferreira (<i>Embrapa Café</i>)
Pesquisa exploratória sobre pragas quarentenárias ausentes e exóticas não regulamentadas de potencial importância econômica para as principais commodities brasileiras, visando análise de tendências de comportamento, estabelecimento e controle	Observatório do Meio Ambiente	Maria Conceição Peres Young Pessoa Jeanne Scardini Marinho Prado Luiz Alexandre Nogueira de Sá Simone de Souza Prado (<i>Embrapa Meio Ambiente</i>)
Policies for food and nutritional security in Brazil: a very brief introduction	Labex USA Brief	Geraldo B. Martha Jr. (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/USA</i>) Cleber Soares (<i>Embrapa Gado de Corte</i>)
Principais tendências em PD&I na interface entre mudanças climáticas e agricultura	Portfólio de Mudanças Climáticas	Giampaolo Q. Pellegrino Poliana F. Giachetto (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>) Bruno J. R. Alves (<i>Embrapa Agrobiologia</i>) Marília I. S. Folegatti Matsuura Marcelo A. B. Morandi (<i>Embrapa Meio Ambiente</i>) Rosana C. V. Higa (<i>Embrapa Florestas</i>) Patrícia P. Anção de Oliveira (<i>Embrapa Pecuária Sudeste</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Produção de mandioca no Brasil: o desafio do incremento de produtividade com preservação de solos	Observatório de Mandioca e Fruticultura	Clovis Oliveira de Almeida Carlos Estevão Leite Cardoso Marcio Carvalho Marques Porto Laércio Duarte Souza <i>(Embrapa Mandioca e Fruticultura)</i>
Produtores rurais, organização e oportunidades de mercado: questões fundamentais para o desenvolvimento rural e produtivo para a ovinocultura e caprinocultura	Observatório de Caprinos e Ovinos	Juan Diego Ferelli de Souza Klinger Aragão Magalhães Vinicius Pereira Guimarães <i>(Embrapa Caprinos e Ovinos)</i>
Redução do uso de antimicrobianos em sistemas de produção animal: oportunidades para o futuro	Portfólio de Sanidade Animal	Jalusa Deon Kich José Rodrigo Pandolfi <i>(Embrapa Suínos e Aves)</i>
Reposicionamento de cultivares de soja	Observatório da Soja	Carlos Alberto Arrabal Arias Marcelo Hiroshi Hirakuri Irineu Lorini <i>(Embrapa Soja)</i>
Sinais e tendências de demandas para o desenvolvimento sustentável do setor agropecuário em relação aos recursos hídricos: ciência, tecnologia, inovação e negócios	Ad hoc	Jorge Enoch F. Werneck Lima <i>(Embrapa Cerrados)</i>
Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos: tendências e desafios	Observatório Agropensa	Silvia Kanadani Campos Danielle Alencar Parente Torres <i>(Secretaria de Inteligência e Macroestratégia)</i>

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Technology and innovation in Brazilian agriculture	Labex USA Brief	Geraldo B. Martha Jr. (<i>Secretaria de Relações Internacionais - Labex/USA</i>) Elíbio Rech (<i>Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia</i>) Maurício A. Lopes (<i>Diretoria – Executiva/ Presidência</i>)
Técnicas e estratégias para a construção de uma paisagem sustentável: restauração e adequação ambiental de propriedades rurais	Observatório da Agro-biologia	Luiz Fernando Duarte de Moraes Mariella Carmadelli Uzêda Alexandre da Silva Resende Eduardo Francia C. Campello (<i>Embrapa Agrobiologia</i>)
Tecnologia da biomassa e química verde: da biodiversidade a bioeconomia, agregação de valor à agroindústria brasileira	Portfólio de Agregação de valor	Guilherme Julião Zocolo (<i>Embrapa Agroindústria Tropical</i>) Élen Silveira Nalerio (<i>Embrapa Pecuária Sul</i>) Regina Isabel Nogueira (<i>Embrapa Agroindústria de Alimentos</i>) Ronielli Cardoso Reis (<i>Embrapa Mandioca e Fruticultura</i>) Humberto de Mello Brandão (<i>Embrapa Gado de Leite</i>)
Temas de futuro em química e tecnologia da biomassa	Portfólio de Química e Tecnologia da Biomassa	Leonardo Valadares Washington Esteves (<i>Embrapa Agroenergia</i>) Henriette M. C. de Azeredo (<i>Embrapa Agroindústria Tropical</i>) Humberto Bizzo (<i>Embrapa Agroindústria de Alimentos</i>)
Tendências futuras para as áreas de automação, agricultura de precisão e internet das coisas	Observatório de Informática Agropecuária	Jayme Garcia Arnal Barbedo Leonardo Ribeiro Queiros Thiago Teixeira Santos Ariovaldo Luchiarini Junior (<i>Embrapa Informática Agropecuária</i>)
Utilização de microrganismos para aumentar a eficiência de processos produtivos que envolvem a produção de milho e do sorgo	Observatório de Milho e Sorgo	João Carlos Garcia Ivanildo Evódio Marriel Christiane Abreu de Oliveira Paiva (<i>Embrapa Milho e Sorgo</i>)

Título	Fonte	Autores/Colaboradores
Você conhece o preço ambiental de seu consumo de alimentos?	Ad hoc	Maria de Lourdes M. Santos Brefin (<i>Embrapa Cocais</i>)

Anexo 2. Estudos prospectivos de base para elaboração do documento *Visão 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira*.

Título	Referência
Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison	ROSENZWEIG, C.; ELLIOTT, J.; DERYNG, D.; RUANE, A. C.; MÜLLER, C.; ARNETH, A.; BOOTE, K. J.; FOLBERTH, C.; GLOTTER, G.; KHABAROV, N.; NEUMANN, K.; PIONTEK, F.; PUGH, T. A. M.; SCHMID, E.; HONG, Y. E.; JONES, J. W. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. PNAS , v. 111, n. 9, p. 3268-3273, Mar. 2014. Disponível em: < http://www.pnas.org/content/111/9/3268 >. Acesso em: 14 jun. 2017.
Australia 2030 - navigating our uncertain future	CSIRO. Australia 2030: navigating our uncertain future . 2016. Disponível em: < https://www.csiro.au/en/Do-business/Futures/Reports/Australia-2030 >. Acesso em: 17 Aug. 2017.
Australia's agricultural future	DALY, J.; ANDERSON, K.; ANKENY, R.; HARCH, B.; HASTINGS, A.; ROLFE, J.; WATERHOUSE, R. Australia's agricultural future . 2015. Report for the Australian Council of Learned Academies. Disponível em: < www.acola.org.au >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
Better growth with forests - partnerships for sustainable rural development at the forest frontier	WORLD ECONOMIC FORUM. Better growth with forests: partnerships for sustainable rural development at the forest frontier . Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Better_Growth_with_Forests.pdf >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
Building partnerships for sustainable agriculture and food security	WORLD ECONOMIC FORUM. Building partnerships for sustainable agriculture and food security . Jan. 2016. Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/NVA/NVAGuidetoCountryLevelAction.pdf >. Acesso em: 17 Aug. 2017.
Canada 2030 - an agenda for sustainable development	CANADA 2030: an agenda for sustainable development . Disponível em: < http://www.post2015datatest.com/wp-content/uploads/2015/02/Canada-2030-Final-Feb-2014.pdf >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
Cenários mundo-Brasil 2030 – insumos para o planejamento estratégico do BNDES	CASTRO, L. B. de; SOUZA, F. E. P. de. Cenários mundo-Brasil 2030: insumos para o planejamento estratégico do BNDES . Disponível em: < https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7104/1/RB%2044%20Cen%C3%A1rios%20mundo_Brasil%202030_P.pdf >. Acesso em: 14 jun. 2017.

Climate change impacts on droughts

CARRÃO, H.; NAUMANN, G.; BARBOSA, P. Climate change impacts on droughts. **JRC Technical Reports**, n. 8, 2016. Disponível em: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104402/euroclima_jrc_2016_deliverable_08_online.pdf>. Acesso em: 17 Aug. 2016.

Digital transformation initiative

WORLD ECONOMIC FORUM. **Digital transformation initiative in collaboration with accenture unlocking \$100 trillion for business and society from digital transformation**. Disponível em: <https://www.accenture.com/t20170116T084450__w__/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/WEF/PDF/Accenture-DTI-executive-summary.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

Drivers of the european bioeconomy in transition (Bioeconomy 2030) - an exploratory, model-based assessment

PHILIPPIDIS, G.; M'BAREK, R.; FERRARI, E. **Drivers of the european bioeconomy in transition (BioEconomy2030): an exploratory, model-based assessmen**. 2016. Disponível em: <<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/95bcb80b-013b-11e6-b713-01aa75ed71a1/language-en>>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

Environmental impacts of food consumption in Europe

NOTARNICOLA, B.; TASSIELLI, G.; RENZULLI, P. A.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Environmental impacts of food consumption in Europe. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, Part 2, 2017. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616307570>>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

Escolhas estratégicas para o agronegócio brasileiro

LOPES, M. A. Escolhas estratégicas para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano 26, n. 1, p. 151-154, jan./fev./mar. 2017.

Estratégia brasileira para a transformação digital

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Estratégia brasileira para a transformação digital: documento base para discussão pública**. 2017. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/exercicio/delphi/doc/168/EDB_RELATORIO_FINAL-rev-12-07-2017.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2018.

Future threats to agricultural food production posed by environmental degradation, climate change, and animal and plant diseases a risk analysis in three economic and climate settings.

SUNDSTRÖM, J. F.; ALBIHN, A.; BOQVIST, S.; LJUNGVALL, K.; MARSTORP, H.; MARTIIN, C.; NYBERG, K.; VÅGSHOLM, I; YUEN, J.; MAGNUSSON, U. Future threats to agricultural food production posed by environmental degradation, climate change, and animal and plant diseases: a risk analysis in three economic and climate settings. **Food Security**, v. 6, n. 2, p. 201-215, Apr. 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12571-014-0331-y>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Game changers in the energy system emerging themes reshaping the energy landscape

WORLD ECONOMIC FORUM. **Game changers in the energy system emerging themes reshaping the energy landscape**. 2017. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Game_Changers_in_the_Energy_System.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

Global trends - paradox of progress

GLOBAL trends: paradox of progress. 2017. Disponível em: <<https://www.dni.gov/files/documents/nic/GT-Full-Report.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

Intensificação sustentável da agricultura brasileira - cenários para 2050

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F. S.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. S. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 3, p. 108-124, jul./ago./set. 2016.

Land allocation and suitability analysis for the production of food, feed and energy crops in the period 2010-2050

BARANZELLI, C.; PERPIÑA, C. C.; BARBOSA, A. L.; SILVA, F. B.; JACOBS-CRISIONE, C.; LAVALLE, C. **Land allocation and suitability analysis for the production of food, feed and energy crops in the period 2010-2050**. 2015. Disponível em: <<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC98567/lb-1a-27018-en-n%20.pdf>>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

Metascan: emerging technologies

METASCAN: emerging technologies. March, 2014. Disponível em: <<http://www.horizons.gc.ca/en/content/metascan-3-emerging-technologies-0>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

New Lens Scenarios : a shift in perspective for a World in transition

NEW Lens Scenarios: a shift in perspective for a World in transition. Disponível em: <https://www.shell.com.br/promos/sell-scenarios-document/_jcr_content>.

O mundo rural no Brasil do século 21

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, DF: Embrapa, 2014.

Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)	TRANSFORMANDO nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: < https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
OECD-FAO agricultural outlook 2016-2025	OECD-FAO agricultural outlook 2016-2025: special focus: Paris: OECD Publishing, 2016. DOI: 10.1787/agr_outlook-2016-en.
Perspectives on global development 2017	ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. Perspectives on global development 2017 : international migration in a shifting world. 2016. Disponível em: < http://www.oecd.org/dev/perspectives-on-global-development-22224475.htm >. Acesso em: 18 Jan. 2017.
Projeções do agronegócio	PROJEÇÕES do agronegócio: Brasil 2015/2016 a 2025/2026: projeções de longo prazo. Brasília, DF: Mapa/SPA, 2016. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/proj_agronegocio2016.pdf/view >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
Shaping the future of global food systems - a scenarios analysis	WORLD ECONOMIC FORUM. Shaping the future of global food systems : a scenarios analysis. 2017. Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/IP/2016/NVA/WEF_FSA_FutureofGlobalFoodSystems.pdf >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
The future of agriculture	THE FUTURE of agriculture. Disponível em: < https://www.economist.com/technology-quarterly/2016-06-09/factory-fresh >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
The future of Asia - forces of change and potential surprises	THE FUTURE of Asia: forces of change and potential surprises. Disponível em: < http://www.horizons.gc.ca/en/file/6598/download?token=jgMStW3p >. Acesso em: 14 jun. 2017.
The growth game-changer - how the industrial internet of things can drive progress and prosperity	PURDY, M.; DEVARZANI, L. The growth game-changer : how the industrial internet of things can drive progress and prosperity. 2015. Disponível em: < https://www.accenture.com/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_18/Accenture-Industrial-Internet-Things-Growth-Game-Changer.pdf >. Acesso em: 20 Jan. 2017.
USDA agricultural projections to 2025	ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA agricultural projections to 2025 . Washington, DC, 2016. Disponível em: < https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/37809/56729_oce-2016-1.pdf?v=42508 >. Acesso em: 14 jun. 2017.

When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil

STRASSBURG, B. N.; LATAWIEC, A. E.; BARIONI, L.; G.; NOBRE, C. A.; SILVA, V. P. da; VALENTIM, J. F.; VIANNA, M.; ASSAD, E. D. When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84-97, Sept. 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014001046>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Why artificial intelligence is the future of growth

PURDY, M.; DAUGHERTY, P. **Why artificial intelligence is the future of growth**. 2016. Disponível em: <https://www.accenture.com/lv-en/_acnmedia/PDF-33/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth.pdf>. Acesso em: 20 Jan. 2017.

WORLD population prospects: the 2015 revision - key findings and advance tables

WORLD population prospects: the 2015 revision: key findings and advance tables. New York: United Nations, 2015. (ESA/P/WP.241). Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2017.

Anexo 3. Artigos de opinião consultados na plataforma *Olhares para 2030: Desenvolvimento Sustentável*.

Título	Autor	Organização
A segurança alimentar, a produção agrícola e o desenvolvimento sustentável	Alan Bojanic	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO Brasil)
Alimentos seguros: desafio tecnológico em resposta à sociedade	Alexandre Hoffmann	John Deere Brasil
A engenharia genética na agricultura e o desenvolvimento sustentável	Alexandre Nepomuceno	Embrapa
Caminhos sustentáveis para o futuro da amazônia brasileira	Alfredo Kingo Oyama Homma	Embrapa
A agricultura brasileira diante de novos desafios	Alvaro Salles	Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt)
Mercados agrícolas e a inovação. Ponto de partida: regulação de padrões, certificações e rastreabilidade	Alysson Paolinelli	Associação Brasileira dos Produtores de Milho (Abramilho)
Sustentabilidade na cadeia de valor do agronegócio e sua importância para o futuro da atividade	Amanda Cosenza	Archer Daniels Midland (ADM Brasil)
Desafios da segurança alimentar	Ana Amélia	Senado Federal
Observatório ABC como processo de melhoria ao desenvolvimento sustentável	Angelo Costa Gurgel	Fundação Getúlio Vargas (FGV)

Título	Autor	Organização
Tendências para os biocombustíveis avançados no Brasil – a integração dos sistemas produtivos	Antonio Bonomi	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)
A política e a economia da agricultura e da segurança alimentar	Antonio Delfim Netto	Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP)
Revolução na qualidade e na produtividade na pecuária de corte – o papel da embrapa	Antonio Maciel Neto	FSL Angus ITU Biotick Quero Ser CEO
A transformação do campo por meio da mecanização	Antonio Megale	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea)
Cotonicultura pensada para durar	Arlindo de Azevedo Moura	Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa)
Agricultura e desenvolvimento sustentável	Arnaldo Borges	Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ)
Agricultura e o desenvolvimento sustentável no horizonte de 2030	Blairo Maggi	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)
Uma reflexão sobre mudanças climáticas, riscos para a agricultura brasileira e o papel da embrapa	Carlos Nobre	Academia Brasileira de Ciências (ABC)
A mulher como promotora de sustentabilidade da atividade agropecuária	Carmem Perez	Núcleo Feminino do Agronegócio (NFA)
A pesquisa pública como fonte geradora de valor para a agricultura brasileira	Celso Moretti	Embrapa
A organização de bancos genéticos como base para a segurança alimentar e melhoramento genético	Clara Oliveira Goedert	Embrapa
A inovação social, desafios e perspectivas	Cristhiane Oliveira da Graça Amâncio	Embrapa
A educação profissional e a assistência técnica e gerencial: rentabilidade e sustentabilidade nas propriedades rurais brasileiras	Daniel Klüppel Carrara	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar)

Título	Autor	Organização
A biotecnologia e a genômica de espécies florestais no desenvolvimento sustentável das florestas no futuro	Dario Grattapaglia	Embrapa
Transformação digital e o futuro sustentável da agricultura	Édson Luis Bolfe	Embrapa
Agricultura e mudanças climáticas: o que esperar no futuro?	Eduardo Delgado Assad	Embrapa
Proteção das lavouras para uma agricultura sustentável	Eduardo Leduc	Basf América Latina
Brasil 2030 e os reflexos na área agrícola	Elaine C. Marcial	Faculdade Presbiteriana Mackenzie Brasília
Biodiversidade como fonte para domesticação sintética de características específicas, como fator de equalização para intensificar o desenvolvimento	Elibio Rech	Embrapa
Precisamos de comida de verdade no campo e na cidade	Elisabetta Recine	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea)
Desenvolvimento da agricultura	Eliseu Alves	Embrapa
Aquicultura brasileira e o desafio da intensificação sustentável	Eric Routledge	Embrapa
Rede nacional de pesquisa e inovação para a agropecuária (RNPA) - uma proposta	Evaldo Ferreira Vilela e Geraldo M. Callegaro	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig)
Inteligência territorial estratégica na dinâmica do desenvolvimento	Evaristo de Miranda	Embrapa
Sanidade animal: um olhar para o futuro	Flávio Ribeiro de Araújo	Embrapa
Sanidade vegetal: desafios e contribuição para o desenvolvimento sustentável	Francisco Ferraz Laranjeira	Embrapa
A trajetória da agrishow como vitrine de tendência e inovações tecnológicas para a agricultura brasileira	Francisco Matturro	Associação Brasileira de Agrone- gócios (Abag)
Mais proteínas e mais segurança alimentar	Francisco Turra	Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)

Título	Autor	Organização
Produtividade e exportação: as alavancas do crescimento do agronegócio brasileiro	Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea-Esalq/USP)
Agricultura e o desenvolvimento sustentável, no horizonte de 2030	Giampaolo Queiroz Pellegrino	Embrapa
O Sebrae e o agronegócio	Guilherme Afif Domingos	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae)
A Química verde e a Química biotecnológica: perspectivas para a pesquisa brasileira	Guy de Capdeville	Embrapa
O empreendedorismo de pequenos negócios para um futuro sustentável	Heloisa Guimarães de Menezes	Sebrae
O futuro da informação e da comunicação para o mundo agro brasileiro	Humberto Pereira	Globo Rural
Fixação biológica de nitrogênio: um grande aliado para a fome zero e a agricultura sustentável	Iêda de Carvalho Mendes	Embrapa
O Brasil está pronto para liderar o desenvolvimento sustentável mundial	Jacyr Costa Filho	Sindicato de Fabricação de Alcool do Estado de São Paulo (Sifaesp)
A cooperação técnica internacional em agricultura e o desenvolvimento sustentável no horizonte de 2030	João Almino	Agência Brasileira de Cooperação do Ministério das Relações Exteriores
Do plantio direto aos sistemas de integração entre lavoura e pecuária: trajetórias da produtividade agropecuária	João Kluthcouski Luiz Adriano Maia Cordeiro	Embrapa
Inovação na agricultura: perspectivas para avanços da indústria no setor	Jorge Guimarães	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii)
Gestão de energia para o desenvolvimento sustentável	José Goldemberg	Universidade de São Paulo (USP)
Liderança, empreendedorismo e cooperativismo no agronegócio do futuro	José Luiz Tejon Megido	TCA International/ Biomarketing
A seca e as mudanças no semiárido brasileiro	José Nilton Moreira	Embrapa
A nova economia baseada em biomassa	José Vitor Bomtempo	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Título	Autor	Organização
Química e tecnologia de biomassa para o desenvolvimento sustentável	Leonardo Fonseca Valadares	Embrapa
Perspectivas para a gestão de água na agricultura	Lineu Neiva Rodrigues	Embrapa
Integração lavoura-pecuária-floresta: intensificação sustentável e segurança alimentar	Lourival Vilela	Embrapa
Agricultura irrigada	Luís Henrique Bassoi	Embrapa
Oportunidades para o agronegócio	Luiz Carlos Corrêa Carvalho	Abag
Uso da terra: o nexu entre clima, florestas e agricultura	Marcelo Furtado	Coalizão Brasil, Clima, Florestas e Agricultura
Evolução da liderança da agricultura brasileira	Marcelo Vieira	Sociedade Rural Brasileira (SRB)
O futuro para o cooperativismo agrícola no Brasil	Marcio Lopes de Freitas	Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB)
A produção agroindustrial diante dos desafios da inovação	Mario Sergio Cutait	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp)
A agricultura brasileira na agenda global de desenvolvimento sustentável	Maurício Antônio Lopes	Embrapa
A informação transparente é o caminho para vencer barreiras	Mauro Zafalon	Folha de São Paulo
Árvores, produção agroflorestal e florestas: recursos florestais nativos na perspectiva dos ODS	Milton Kanashiro	Embrapa
Inovação e sustentabilidade do agronegócio	Mônika Bergamaschi	Instituto Brasileiro para Inovação e Sustentabilidade do Agronegócio (IBISA) ABAG
Biomassa – contribuição brasileira para energia limpa e acessível	Nilza Patrícia Ramos	Embrapa
Secretaria de relações internacionais do agronegócio SRI/Mapa: apoiando a inserção internacional e a transformação contínua da maior agricultura tropical do planeta	Odilson Luiz Ribeiro e Silva	Mapa

Título	Autor	Organização
Novos modelos e alianças para a pesquisa agropecuária brasileira	Orlando Melo de Castro	Conselho Nacional dos Sistemas Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Consepa)
A formação de líderes para o desenvolvimento sustentável	Oscar Motomura	Grupo Amana-Key
A responsabilidade socioambiental como fator nos investimentos do BNDES	Paulo Rabello de Castro	Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES)
Tecnologia – fator-chave para atração e retenção de jovens no campo e ganhos de produtividade e eficiência operacional	Paulo Renato Herrmann	John Deere Brasil
Os avanços e desafios para garantir a segurança dos alimentos no setor de bares e restaurantes	Paulo Solmucci	Associação Brasileira de Bares e Restaurantes (Abrasel)
Automação pode tornar o processo de produção no campo mais eficiente	Ricardo Inamasu	Embrapa
Uma agenda colaborativa pela segurança alimentar mundial	Roberto Hun	DuPont Brasil
Segurança alimentar global	Roberto Rodrigues	Fundação Getúlio Vargas (FGV)
Brasília – futuro polo de conhecimento e inovação para o mundo tropical	Rodrigo Rollemberg	Governo do Distrito Federal
Controle biológico	Rose Monnerat	Embrapa
Agropolo campinas-brasil: uma ferramenta de inovação em benefício da agricultura tropical do futuro	Sérgio Augusto M. Carbonell	Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)
	Luis Augusto Barbosa Cortez	Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
	Lilian Cristina Anefalos	IAC
	Luis Fernando Ceribelli Madi	Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital)
	Ricardo Baldassin Junior	Unicamp
O agronegócio como valor econômico para o desenvolvimento sustentável	Tarcísio Hübner	Banco do Brasil S.A
A liderança feminina na construção do futuro do agronegócio brasileiro	Teresa Vendamini	SRB
Produção, conservação de alimentos e nutrição: interações e contradições	Virgínia Martins da Matta	Embrapa

GLOSSÁRIO

Adaptação (efeitos da mudança do clima):

Desenvolvimento de mecanismos e implementação de ações de antecipação aos impactos da mudança do clima.

Agricultura: Palavra advinda do latim *agricultūra* – composta por *ager* (campo, território) e *cultūra* (cultivo) –, que apresenta inicialmente o sentido restrito de cultivo do solo, ou seja, a arte e a ciência de cultivar a terra. Ampliando um pouco seu sentido, pode-se entender por agricultura o conjunto de atividades realizadas para utilizar o ambiente e os recursos naturais para produção vegetal e animal, com fins de alimentação e sustento humanos, o que inclui fibras e produtos florestais. No presente documento, é também entendida de forma mais ampla, incluindo, além do cultivo de plantas, a pecuária, a pesca e a aquicultura, a silvicultura e a agroindustrialização. Quando citado no documento, a expressão “cadeias produtivas agrícolas” (ou agroalimentares ou do agro-negócio) abrange, além do entendimento de agricultura acima citado, os elos de produção e fornecimento de insumos (químicos, máquinas, matérias-primas, mão de obra, entre outros), de armazenamento e transporte, financeiros, de serviços e de distribuição.

Agricultura de precisão: Sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva, que visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito no ambiente (Bernardi et al., 2014).

Agricultura digital: Representa a utilização de métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação de

máquina para máquina (M2M), conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, métodos e soluções analíticas para processar grandes volumes de dados e construir sistemas de suporte à tomada de decisões de manejo, englobando agricultura e pecuária de precisão, automação e robótica agrícola, técnicas de big data e internet das coisas (Massruhá; Leite, 2017).

Agricultura inteligente: Traduz a utilização da eletrônica, de sensores e da informática aplicados à agricultura, fortemente baseada na comunicação de máquina para máquina (M2M), com vistas ao desenvolvimento de uma agricultura mais avançada e eficiente.

Agricultura orgânica: Produção agrícola em que se empregam métodos culturais, biológicos e mecânicos, em substituição à utilização de materiais sintéticos, organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em todas as fases do processo de produção e com especial atenção à proteção do meio ambiente.

Agroindústria: Atividade econômica de industrialização dos produtos agrícolas, que engloba o beneficiamento, a transformação dos produtos e o processamento de matérias-primas provenientes do setor agrícola.

Agropecuária: Termo que representa o conjunto de atividades de produção primária que envolve o cultivo de plantas e a criação de animais com fins de alimentação e sustento humanos.

Agrossilvipastoril: Sistema de produção que procura integrar, numa mesma área, cultivos agrícolas, criação de animais e preservação de florestas, tendo como um de seus objetivos aumentar a quantidade de alimentos produzidos na terra, por meio de práticas que não agridam a natureza.

Alimentos seguros: Termo que designa o alimento produzido com a observância de um conjunto de condições, práticas, manuseio e armazenamento adequados, para que se preserve sua qualidade e se previna sua contaminação, bem como se assegure que os alimentos mantenham nutrientes suficientes para uma dieta saudável.

Aplicações autônomas: Ações práticas de sistemas mecânico-digitais com habilidade de tomar suas próprias “decisões” (por exemplo: veículos autônomos).

Área de Preservação Permanente: Área coberta ou não por vegetação nativa, pública ou privada, urbana ou rural, que esteja em condições de fragilidade e vulnerabilidade ambientais. Trata-se de espaço territorial legalmente protegido, o qual foi instituído pelo Código Florestal (Brasil, 2012b).

Ator: Organizações e estruturas que congregam agentes que atuam em determinado foco, nível e ambiente nos quais os indivíduos interagem.

Bactérias diazotróficas: Bactérias que têm a capacidade de utilizar e fixar o nitrogênio.

Big data: Representa um conjunto incensurável de dados, advindos de fontes tradicionais e digitais, que não podem ser processados por apenas uma máquina. É necessária a utilização de ferramentas e métodos especiais para armazenamento, tratamento e análise desse conjunto de dados.

Bioacústica: Combinação de duas áreas de estudo: acústica e biologia. Ela normalmente se refere à produção, dispersão e recepção de som dos animais. As métricas utilizadas na bioacústica para classificar e quantificar processos sonoros (...) são a frequência, amplitude e envelope (Fonseca, 2014).

Bioativos: Componentes extranutricionais presentes em alimentos ou em suplementos dietéticos, normalmente presentes em pequenas quantidades nos alimentos. São responsáveis por alterações no estado de saúde dos indivíduos.

Biocontroladores: Agentes naturais que diminuem a população de plantas invasivas. São principalmente insetos, parasitas e patógenos utilizados no manejo dessas plantas.

Bioeconomia: Setores da economia em que a produção é realizada com recursos renováveis e em que a transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, fármacos, fibras, produtos industriais e energia. Não sendo fenômeno recente, convém destacar que o termo foi cunhado no final dos anos 1990 por pesquisadores de Harvard (*bioeconomy*) e contempla a visão de que a sociedade é crescentemente menos dependente de fontes fósseis e produz energia, serviços e bens por meio da utilização de recursos renováveis de maneira sustentável.

Biofábricas: Processo produtivo em que a biomassa é utilizada para sua conversão em enzimas, proteínas terapêuticas ou outras substâncias, a fim de gerar agentes biológicos em escala industrial viável, apontando para a possibilidade de que essas substâncias substituam, com custos menores e em grande escala, os atuais processos industriais.

Biofortificação: Processo pelo qual a qualidade nutricional das culturas alimentares é melhorada por meio de práticas agrônômicas, criação de plantas convencionais ou biotecnologia moderna. A biofortificação difere da fortificação convencional, na medida em que visa aumentar os níveis de nutrientes nas culturas durante o crescimento da planta, e não através de meios manuais durante o processamento das culturas. (World Health Organization, 2018).

Bioinformática: Área da ciência que se dedica ao estudo da aplicação de técnicas computacionais e matemáticas para elaborar modelos de moléculas dos seres vivos, gerando e gerenciando informações de interesse para a Biologia e a Biotecnologia.

Bioinsumos: São todos os produtos biológicos produzidos por microrganismos, artrópodes ou extratos de plantas, os quais se destinam a ser aplicados como insumo na produção agroindustrial.

Biomassa: Qualquer matéria orgânica derivada de plantas e animais, como madeira, plantas diversas, algas e resíduos de animais, que pode ser utilizada como fonte renovável de energia e outros produtos.

Bionanocompósitos: Materiais de constituição híbrida entre matéria orgânica e inorgânica, compostos de, ao menos, duas fases em que no mínimo uma delas é uma matriz de biopolímero de partículas nanométricas provenientes de recursos renováveis e biodegradáveis.

Biopolímeros: Polímeros ou copolímeros produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis.

Biorrefinarias: Planta industrial na qual se operam processos sustentáveis de conversão de biomassa em produtos – como materiais químicos e rações – e/ou energia – como eletricidade, combustíveis e calor.

Biossensores: Pequenos dispositivos analíticos que incorporam componentes biológicos para detecção das reações geradas sobre o componente-alvo da amostra (analito) em um experimento. Esses dispositivos utilizam-se da apurada sensibilidade e especificidade da biologia, em conjunto com transdutores físico-químicos, para fornecer medidas bioanalíticas complexas em formato simples e de fácil manuseio.

Biotecnologia: Conjunto de conhecimentos, técnicas e processos, ou seja, área de pesquisa tecnológica da biologia, que visa à utilização de agentes biológicos (organismos, células, organelas, moléculas), a fim de gerar resultados para diversas outras áreas, em especial para a criação de diferentes e úteis produtos (como para avanços na produção agrícola e na indústria alimentícia).

Blockchain: Tipo de livro-razão imutável que armazena registros e históricos de transações com criptomoedas (moedas digitais criptografadas) em inúmeros computadores espalhados pelo mundo. Embora essas informações sejam públicas e estejam disponíveis para o escrutínio de qualquer pessoa que tenha interesse, seus registros são protegidos por potentes criptografias.

Cadastro Ambiental Rural (CAR): Instrumento fundamental para auxiliar no processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais. Consiste no levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação das Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL), remanescentes de vegetação nativa, área rural consolidada, áreas de interesse social e de utilidade pública, com o objetivo de traçar um mapa digital a partir do qual são calculados os valores das áreas para diagnóstico ambiental.

Cadeia de valor: Modelo desenvolvido por Michael Porter para descrever o conjunto de atividades realizadas por uma organização, com o objetivo de descrever o processo pelo qual ela recebe materiais brutos e os transforma adicionando valor a eles. A “cadeia de valor” de um negócio, portanto, é um mapa detalhado do seu processo de produção, com especial foco nas atividades que adicionam valor aos produtos.

Carne Carbono Neutro: Carne bovina que apresenta seus volumes de emissão de GEEs neutralizados durante o processo de produção, pela presença de árvores em sistemas de integração do tipo silvipastoril (pecuária-floresta – IPF) ou agrossilvipastoril (lavoura-pecuária-floresta – ILPF), por meio de processos produtivos parametrizados e auditados. A Embrapa desenvolveu o selo Carne Carbono Neutro como marca-conceito que atesta que a carne atentou para os requisitos mencionados.

Cenários: No presente documento, entende-se por “cenários” o conjunto de técnicas e métodos de estudo acerca das possibilidades de futuro de determinado objeto, que consubstanciam o conteúdo gerado em um documento (também denominado de “cenários”), com a finalidade de descrever diferentes eventos e estratégias de atores, que poderão levar a diferentes possibilidades futuras.

Ciência cidadã (*citizen science*): Colaboração dos cidadãos, com atuação pública direta nas pesquisas científicas para aumentar o volume e a qualidade do conhecimento científico, bem como sua apropriação pelos cidadãos. Significa, portanto, a participação das pessoas no compartilhamento e na contribuição para programas de monitoramento e coleta de dados; bem como a realização direta de pesquisas científicas pelos cidadãos por meio de colaboração coletiva (*crowdsourcing*), por exemplo.

Cocriação: Atividade de criação coletiva, presencial ou a distância (em negócios entre empresa e cliente), em que todos os envolvidos atuam de maneira integrada com o objetivo de criar algo propositalmente (não por acaso) – solução para problemas, avanços em desempenho, um novo produto ou serviço –, a partir de sua interação, do qual todos se beneficiarão.

Comércio justo/Fairtrade: Condição de comércio baseada em diálogo, transparência e respeito, que busca maior equidade de condições entre os agentes envolvidos.

Commodity (plural: commodities): Produto de ampla disponibilidade, que não apresenta diferenças significativas entre unidades, não havendo impactos, portanto, na substituição de um item por outro. Além disso, é um produto, no geral, primário, em estado bruto e de importância comercial nas transações internacionais. São exemplos de commodities: cobre, estanho, zinco, chumbo, petróleo, gás natural, gado vivo, açúcar, café, soja, milho e algodão.

Compra local: Refere-se à tendência de aquisição de produtos no local em que são produzidos. Os principais argumentos para a compra local são os seguintes: 1) redução de impactos ambientais; 2) desenvolvimento de pequenos negócios e comunidades locais; 3) maior intensidade econômica e circulação de renda no local; 4) aumento na criação de postos de trabalho; 5) aumento na arrecadação de impostos na própria localidade.

Controle biológico: A premissa básica do controle biológico é controlar as pragas agrícolas e os insetos transmissores de doenças, a partir do uso de seus inimigos naturais, que podem ser outros insetos benéficos, predadores, parasitoides e microrganismos, como fungos, vírus e bactérias. Trata-se de um método de controle racional, que tem como objetivo utilizar esses inimigos naturais que não deixam resíduos nos alimentos e são inofensivos ao meio ambiente e à saúde da população (Embrapa, 2018c).

Conversão alimentar (CA): Necessidade alimentar por unidade de ganho de peso animal (Kessler, 2001). Pode ser aferida pela divisão da quantidade de ração (kg) consu-

mida por um lote de animais pelo peso (kg) dos animais no mesmo período considerado.

Demanda: Quantidade de um bem ou serviço que um consumidor deseja e está disposto a adquirir por um determinado preço em um determinado momento. A demanda depende de fatores como: preferência do consumidor; poder de compra do consumidor, sem o qual a demanda não existe em termos econômicos; preços de outros bens (tanto dos bens substitutos quanto dos complementares); preço do bem ou serviço em questão; qualidade e expectativas do consumidor quanto à sua renda pessoal e aos preços praticados (Sandroni, 2008).

Desafios: Ações necessárias para que um indivíduo, grupo de indivíduos e/ou organizações direcionem esforços para a redução ou mesmo eliminação dos impactos de uma ameaça ou de aproveitamento de potenciais ganhos de uma oportunidade.

Elasticidade-renda: Medida da variação na quantidade demandada de um bem quando a renda do consumidor é alterada, mantendo-se constantes todos os outros fatores que influenciam a demanda (Sandroni, 2008).

Eutrofização: Fenômeno indesejável que ocorre principalmente em lagos, represas e açudes, causado pelo acúmulo de nutrientes como nitrogênio e fósforo, encontrados em abundância nas fezes de homens e animais. A água enriquecida faz com que proliferem bactérias, plâncton e algas, muitas delas tóxicas, que, ao morrerem, causam gosto e odores desagradáveis, além de consumirem oxigênio dissolvido e matarem peixes (Mapa..., 2018).

Extrema pobreza: Em 2015, o Banco Mundial definiu como linha de pobreza internacional o valor de US\$ 1,90 por pessoa por

dia, usando o Poder de Paridade de Compra (PPC) de 2011. Especificamente neste documento, considerou-se para as análises mundiais de extrema pobreza o estudo das Nações Unidas (World..., 2018) que considera o limiar internacional; e, para as análises nacionais, o estudo do Banco Mundial (Banco Mundial, 2017a) que considera renda per capita mensal inferior a R\$ 70,00, em valores de 2011.

Fator de produção: Elemento utilizado no processo produtivo de bens materiais. Tradicionalmente são considerados fatores de produção: a terra (terras cultiváveis, florestas, minas), o trabalho (mão de obra humana) e o capital (máquinas, equipamentos, instalações, matérias-primas). Atualmente, costuma-se incluir mais dois fatores: organização empresarial e o conjunto ciência/técnica (pesquisa). De forma geral, os fatores de produção são escassos, por isso eles se combinam de forma diferente conforme o local e a situação histórica, a fim de se obter um determinado bem (Sandroni, 2008).

Fronteira agrícola: Áreas pouco povoadas ou não povoadas que, por apresentarem relativa potencialidade agrícola, passam a ser ocupadas para exploração produtiva. No Brasil, essas áreas têm representado historicamente o desbravamento e a incorporação de novas terras ao setor agrícola, embora muitas das áreas ainda chamadas de fronteiras já tenham sido incorporadas aos processos de produção, não mais apresentando características típicas dessas regiões de fronteira (Sicsú; Lima, 2000).

Fungos arbusculares micorrízicos: Fungos que formam simbiose com as plantas, auxiliam na absorção de água e nutrientes minerais pelas raízes e recebem fotoassimilados da planta.

Gadgets: Produto tecnológico de ponta, geralmente de pequeno porte, que visa facilitar o acesso a funcionalidades disponibilizadas por aplicações mais abrangentes.

Genômica: Ciência que estuda o genoma dos organismos a partir do seu sequenciamento completo, com o objetivo de entender sua estrutura, organização e função. O sequenciamento do genoma de espécies animais, incluindo o genoma humano, e vegetais tem fornecido evidências para estudos de sintonia das funções gênicas. Essa ciência divide-se em estrutural, funcional e comparativa (Miranda et al., 2018).

Geotecnologias: Conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. Entre as geotecnologias, podem-se destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e topografia georreferenciada (Rosa, 2011).

Germoplasma: Recursos genéticos vivos, como sementes ou tecidos, que são mantidos com o objetivo de promover o melhoramento de plantas e animais e a preservação, além de outros usos na pesquisa.

Imperfeições de mercado: São situações nas quais os recursos não são alocados eficientemente no mercado (Pindyck; Rubinfeld, 2002). Especificamente neste documento, é caracterizada pela diferença de preços obtidos entre pequenos e grandes produtores que, em geral, alcançam valores mais altos na venda do produto. Muitas das imperfeições de mercado se ligam ao volume de compra de insumos e de venda de produtos que favorecem a grande compra ou venda. Podem ser ainda influenciadas por variáveis como o nível de escolaridade, a moradia em regiões de acesso dispendioso às políticas

públicas, as peculiaridades do cadastro bancário, entre outras.

Infraestrutura escalável: Infraestrutura definida por software e hardware, com capacidade de atender a uma demanda crescente de uso (Sky.One, 2016).

Inoculante: Produto que contém microrganismo com ação benéfica para o desenvolvimento das plantas (Xavier et al., 2018).

Inovação aberta: Processo de inovação no qual indústrias e organizações promovem ideias, pensamentos, processos e pesquisas abertas, a fim de melhorar o desenvolvimento de seus produtos, prover melhores serviços para seus clientes, bem como aumentar a eficiência. É a combinação de ideias internas e externas, assim como caminhos internos e externos para o mercado, de modo a avançar no desenvolvimento de novas tecnologias em produtos e processos (Inovação, Competitividade e Design, 2018).

Instituições: Restrições estabelecidas pelo homem que podem ser formais (como regras, leis, constituições) ou informais (como convenções, códigos de conduta autoimpostos) (North, 1993). Importante atentar para a diferença entre esse conceito e o de organizações (pág. 207).

Insumos: Constituem os serviços dos fatores de produção, tais como o uso de combustíveis, materiais e produtos intermediários necessários ao processo produtivo (Black, 2003).

Integração lavoura-pecuária-floresta: Consiste em um sistema de produção integrado. Os sistemas de integração envolvem a produção de grãos, fibras, madeira, energia, leite ou carne na mesma área, em plantios em rotação, consorciação e/ou sucessão. O sistema funciona basicamente com o plan-

tio, durante o verão, de culturas agrícolas anuais (arroz, feijão, milho, soja ou sorgo) e de árvores, associado a espécies forrageiras (braquiária ou *Panicum*). Há várias possibilidades de combinação entre os componentes agrícola, pecuário e florestal, considerando espaço e tempo disponíveis, resultando em diferentes sistemas integrados, como lavoura-pecuária-floresta (ILPF), lavoura-pecuária (ILP), silvipastoril (SSP) ou agroflorestais (SAF) (Embrapa, 2007).

Inteligência artificial: Ramo da ciência da computação, também conhecido por “computação” cognitiva, que se propõe a elaborar dispositivos que simulem a capacidade humana de raciocinar, perceber, aprender, tomar decisões e resolver problemas. As aplicações incluem veículos autônomos, reconhecimento automático de voz e geração e detecção de novos conceitos e abstrações (úteis para detectar potenciais novos riscos e ajudar os seres humanos a entender rapidamente grandes corpos de informações sempre em mudança).

Inteligência estratégica antecipativa: Processo informacional coletivo e contínuo pelo qual um grupo de indivíduos busca e utiliza informações antecipativas relacionadas às mudanças suscetíveis de ser produzidas no ambiente exterior da empresa, com o objetivo de criar oportunidades de negócios e de reduzir riscos e incertezas em geral (Lesca et al., 2003).

Inteligência territorial estratégica: Conjunto de ferramentas e métodos aplicados para a compreensão de um território em sua totalidade, através da integração de informações provenientes de diferentes bancos de dados. Essas informações integradas servirão para apoiar a tomada de decisão para o desenvolvimento territorial (Santos, 2016).

Internet das coisas (IoT): Conexão de “objetos inteligentes”, como máquinas, equipamentos, veículos e construções, os quais são providos de dispositivos digitais, como sensores e interface de programação de aplicativos (*Application Programming Interface - APIs*), capazes de coletar e transmitir dados e informações por meio da estrutura de rede da Internet. Essa conexão forma uma rede tanto entre objetos, quanto entre objetos e indivíduos.

Introgressão: Movimento de um gene de uma espécie para o acervo genético de outra, por meio de repetidos retrocruzamentos entre um híbrido e sua geração progenitora original.

Megatendências: Grandes conjuntos de sinais e tendências que conformarão as cadeias produtivas agrícolas. Esses conjuntos não incorporam diretamente os aspectos incertos que poderão acarretar diferentes contornos aos potenciais caminhos futuros aqui apresentados. Apesar disso, os próprios sinais e tendências contêm, em certa medida, os diferentes comportamentos do ambiente à frente. De forma mais detalhada, as megatendências são entendidas como agrupamentos de aspectos científicos, tecnológicos, socioeconômicos, ambientais e mercadológicos emergentes, denotando forças que se formam de maneira lenta, mas geram consequências que perduram por longo prazo.

Metabolômica: Ciência que estuda alterações na expressão de pequenas moléculas orgânicas denominadas metabólitos (Faleiro, 2017).

Metagenômica: Técnica de análise genômica das comunidades de microrganismos de um determinado ambiente por técnicas independentes de cultivo.

Mineração de dados: Processo analítico projetado para explorar grandes quantidades de dados, visando descobrir padrões consistentes e/ou relacionamentos sistemáticos entre variáveis e, assim, validá-los, aplicando os padrões detectados a novos subconjuntos de dados.

Mitigação (da mudança do clima): Refere-se à implementação de medidas (de intervenção humana) que têm a finalidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Brasil, 2018b).

Modelos mecanísticos: Modelos que descrevem de forma quantitativa os mecanismos e processos que causam as respostas da planta de acordo com o ambiente. São chamados em inglês de *process based crop models*.

Multifuncionalidade do espaço rural (ou dos agroecossistemas): Diz respeito à integração do espaço rural a atividades econômicas não agrícolas, como turismo rural e gastronomia.

Nanoencapsulados: Refere-se a um sistema composto no qual materiais ou agentes químicos ativos, de dimensões nanométricas, são revestidos, isolados ou aprisionados por uma membrana delgada, formando vesículas ou cápsulas que têm como objetivo o transporte, a proteção e a posterior liberação do composto retido.

Nanopartículas: Quaisquer objetos sólidos, em formato diverso (esferas, cubos, fibras, etc.), nos quais pelo menos uma das dimensões esteja dentro do intervalo de 1 nm a 100 nm.

Nanotecnologia: Ciência dedicada à manipulação e caracterização da matéria em escala atômica ou molecular, ou seja, em dimensões menores que 10^{-9} m. Na escala

nanométrica, a matéria apresenta propriedades físicas e químicas distintas, podendo assim ser desenvolvidos novos dispositivos e produtos com funcionalidades diferentes dos similares em escala macrométrica.

Observatórios: Mecanismo de gestão estratégica, com foco no acompanhamento do ambiente externo, que tem como objetivo monitorar, coletar, analisar e difundir sinais e tendências tecnológicos, socioeconômicos e de mercado.

Omnichannel: Representa o novo consumidor que, por meio da tecnologia, tornou-se onipresente, acessando informações e interagindo com as empresas nas mais diversas plataformas, muitas vezes ao mesmo tempo em canais on-line e presencial. Seus hábitos de busca por informações, de escolha por produtos e serviços e, conseqüentemente, de interação acabam por exigir das organizações novos processos que, estruturalmente, possuem maior interatividade e conectividade (Ceribelli, 2014; Almeida et al., 2017).

Organizações: Grupos de indivíduos vinculados por algum propósito comum para atingir objetivos. As organizações incluem órgãos políticos (partidos políticos, agências reguladoras), econômicos (empresas, sindicatos), sociais (igrejas, clubes) e educacionais (escolas, universidades) e podem ser entendidas como agentes de mudanças institucionais. Em outras palavras, o termo “instituição” refere-se às regras do jogo, enquanto “organização” refere-se aos jogadores do jogo (North, 1990).

Paridade de poder de compra: São as taxas de câmbio de diferentes moedas que permitem harmonizar o poder de compra relativo a diferentes moedas por meio da eliminação das diferenças nos níveis de preços em diferentes países. Na sua forma mais simples, as

paridades de poder de compra são simples preços relativos que mostram a razão dos preços nas moedas nacionais para o mesmo bem ou serviço em diferentes países (OECD, 2001).

Perdas e desperdícios: As “perdas” de alimentos se referem à redução da quantidade de alimento disponibilizado em todos os estágios da cadeia alimentar, anteriores ao consumo humano. O “desperdício” se refere ao alimento já disponível ao consumo humano nos domicílios que é descartado por algum motivo ou que se deteriora em seu armazenamento.

Plataformas digitais: Modelo de negócio que permite e estimula a interação entre duas partes ou múltiplos grupos de usuários (produtores e consumidores, por exemplo), criando geralmente um corpo coletivo para criação e troca de valores e/ou para a solução de problemas em comum. Exemplos de plataformas digitais: Twitter, LinkedIn, Amazon, Uber, entre outras.

Pobreza: Privação das condições necessárias para o acesso do homem a uma vida digna (Nações Unidas, 2001).

Poliácido láctico (PLA): Consiste em um biopolímero formado a partir da polimerização por condensação do ácido láctico. Possui características de um plástico biodegradável, absorvível, atóxico, hidrolisável (Torres et al., 2012). Suas aplicações vão desde a produção de filmes, bandejas termoformadas de frutas e legumes, sacos de lixo biodegradáveis, até a produção de cápsulas para a liberação temporária de fertilizantes e pesticidas no solo (Silva, 2011).

Probióticos: Componentes alimentares não digeríveis que estimulam seletivamente a proliferação ou atividade de populações de

bactérias desejáveis no intestino (cólon), beneficiando o indivíduo hospedeiro dessas bactérias (Food..., 2018).

Probióticos: Microrganismos vivos que, administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde de quem os ingere (Food..., 2018).

Proteômica: Área da ciência que tem como objeto de estudo o produto da expressão gênica – as proteínas – e tem como objetivo o conjunto completo de proteínas (proteoma) resultante da expressão gênica de uma célula, de um tecido ou de um organismo (Faleiro, 2017).

Quitosana: Biopolímero do tipo polissacarídeo, que possui estrutura molecular quimicamente similar à celulose (Azevedo et al., 2007). Destaca-se a possibilidade de seu uso na preservação de alimentos, na produção de embalagens funcionais e biofilmes e até mesmo no suporte ao controle de pragas (Berger et al., 2011).

Rastreabilidade: Mecanismo que permite identificar a origem do produto desde o campo até o consumidor final. Um sistema de rastreabilidade, portanto, é um conjunto de medidas que possibilita controlar e monitorar sistematicamente todas as entradas e saídas nas unidades, sejam elas produtivas, processadoras ou distribuidoras, visando garantir a origem e a qualidade do produto final (Dulley et al., 2003).

Redes neurais: Técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento por meio da experiência. Uma rede neural artificial é composta por centenas ou milhares de unidades de processamento, geralmente conectadas por canais de comunicação.

O comportamento inteligente de uma rede neural artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede (Redes Neurais Artificiais, 2018).

Reserva Legal: Área com cobertura de vegetação nativa destinada a ser mantida dentro do imóvel rural. Trata-se de área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, cuja função é assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, além de auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Sua dimensão mínima em termos percentuais relativos à área do imóvel varia de acordo com a localização geográfica do imóvel rural e o bioma nele existente (Embrapa, 2018b).

Rizobactérias: Bactérias que colonizam o sistema radicular das plantas. Têm sido apontadas como essenciais ao ecossistema de plantas devido ao seu papel no suprimento de elementos de crescimento como nitrogênio e fósforo (Melo, 1998).

Segurança alimentar: Acesso físico, social e econômico de todas as pessoas a alimentos suficientes, seguros e nutritivos, que atendam suas necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável (FAO, 1997).

Serviços agroambientais: Iniciativas individuais ou coletivas que promovem a manutenção e a recuperação dos benefícios gerados pelos ecossistemas naturais, mantendo boas condições ambientais. Incentivam produtores a proteger as áreas agrícolas por meio de mecanismos de compensação (Prado, 2013).

Serviços ambientais: Iniciativas individuais ou coletivas que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos (Embrapa, 2018a).

Serviços ecossistêmicos: Benefícios gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, tais como: provimento de água em quantidade e qualidade, alimentos, fibras, ciclagem de nutrientes, decomposição de resíduos, manutenção da fertilidade do solo, polinização, dispersão de sementes, controle natural de pragas agrícolas, conservação da biodiversidade, equilíbrio hidrológico, controle de processos erosivos, entre outros (Embrapa, 2018a).

Sinais: Informações de caráter antecipativo relacionadas ao futuro, que não contam com volume de dados suficiente para que sejam definidas formalmente como tendência. Subdividem-se em fortes e fracos: a) sinais fortes: informações consolidadas suficientemente específicas que permitem respostas adequadas; b) sinais fracos: informações ainda imprecisas que geram dúvidas sobre seu comportamento futuro, embora já sejam fatos presentes (Ansoff, 1975).

Sistemas agroflorestais: Os sistemas agroflorestais (SAFs) são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas que podem ser utilizados para restaurar florestas e recuperar áreas degradadas (Embrapa, 2004).

Smart farmings: Propriedades rurais com amplo uso de tecnologias, como GPS, sensores, drones e big data, cuja finalidade é a otimização da produção e a redução do risco.

Stakeholder: Qualquer pessoa, organização, grupo social ou sociedade que, de alguma forma, participe dos negócios de uma empresa, podendo influenciar ou ser influenciado, afetar ou ser afetado por meio desse relacionamento.

Startup: É uma organização empreendedora que busca e desenvolve novos modelos de negócio, que possam ser reproduzidos em larga escala em condições de extrema incerteza.

Storytelling: Habilidade de desenvolver uma narrativa, com o uso de palavras e outros recursos disponíveis, com o objetivo de transmitir conteúdo específico ou compartilhar conhecimento.

Sustentabilidade: Tem sua origem no termo “desenvolvimento sustentável” e significa, resumidamente, a capacidade de garantir às próximas gerações condições econômicas, sociais e ambientais de suprirem suas necessidades futuras.

Taxa de desfrute: A taxa de desfrute, ou de extração, mede a capacidade do rebanho de produzir animais excedentes para venda, sem comprometer seu efetivo básico. A taxa de desfrute anual (em porcentagem) é dada pelo número de animais vendidos ao longo do ano dividido pelo número de animais existentes em janeiro (somados os nascimentos do ano), multiplicado por 100.

Taxa de lotação (cabeças por hectare): É a relação entre o número de unidades animais (UA) e a área por eles ocupada (Aguiar et al., 2006).

Tendências: Movimentos cuja perspectiva de direção e sentido é consolidada e visível para se admitir sua permanência no período futuro considerado (Marcial, 2011).

Transcriptômica: Refere-se ao estudo das moléculas de RNA formadas a partir do processo de transcrição (DNA → RNA) e que determinam as proteínas (proteoma) a serem formadas pela célula (Faleiro, 2017).

Unidades de conservação (UC): Espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, cuja função é assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitat e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. As UCs asseguram às populações tradicionais o uso sustentável dos recursos naturais de forma racional e ainda propiciam às comunidades do entorno o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis. Essas áreas estão sujeitas a normas e regras especiais. São legalmente criadas pelos governos federal, estaduais e municipais, após a realização de estudos técnicos dos espaços propostos e, quando necessário, consulta à população (Brasil, 2018a).

Valor bruto da produção: Índice de frequência anual, calculado com base na produção agrícola municipal e nos preços recebidos pelos produtores. Engloba produtos da agricultura, da pecuária, da silvicultura, do extrativismo vegetal, da olericultura, da fruticultura, de plantas aromáticas, medicinais e ornamentais, da pesca, etc. (Paraná, 2018).

Visão computacional: Processo de modelagem e replicação da visão humana usando software e hardware. É um campo de ciência da computação cujo objetivo é possibilitar que os computadores vejam, identifiquem e processem imagens da mesma maneira que a visão humana e, em seguida, forneçam resultados apropriados, estando, portanto, intimamente ligada à inteligência artificial (Data Science Academy, 2017; Techopedia, 2018).

Visão de futuro: Descrição, normalmente apresentada em documento, com delineamento de uma perspectiva geral de futuro acerca de um ou mais temas, setores, países e/ou regiões geográficas, isolada ou conjuntamente, elaborada com base na análise de tendências e sinais de futuro. Diferentemente de cenários (ver acima), um documento de “visão de futuro” delineia uma perspectiva geral do futuro e não futuros alternativos possíveis (estes últimos mais derivados de grandes incertezas sobre perspectivas futuras do objeto em análise).

Yield gaps: Diferenças entre a estimativa do potencial alcançável de produtividade (em condições de intensa utilização de insumos e avançado gerenciamento) – Produtividade Potencial (PP) – e a produtividade de fato observada, mais baixa que aquela – Produtividade Real (PR) –, em uma condição espacial e temporal específica (Pradhan et al., 2015; Visses, 2016).



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

