

VISÃO
2014-2034

**O FUTURO DO
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
DA AGRICULTURA BRASILEIRA**

SÍNTESE



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

Visão 2014–2034
**O Futuro do Desenvolvimento
Tecnológico da Agricultura Brasileira**

Síntese

Embrapa
Brasília, DF
2014

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Maurício Antônio Lopes

Presidente

Ladislau Martin Neto

Vânia Beatriz Rodrigues Castiglioni

Waldyr Stumpf Júnior

Diretores-executivos

Coordenação de conteúdo

Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa)

Parque Estação Biológica (PqEB)

Av. W3 Norte (final)

Ed. Sede Embrapa – Anexo

CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3448-2020

www.embrapa.br/agropensa

agropensa@embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

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 2014-2034 : o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese / Embrapa. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.

53 p.

1. Agropensa. 2. Desenvolvimento tecnológico. 3. Embrapa. 4. Informação agropecuária. 5. Instituição de Pesquisa. I. Título.

CDD 630.72

Agradecimentos

A Diretoria-Executiva da Embrapa gostaria de agradecer aos coordenadores das oficinas técnicas envolvidos na construção e produção do documento *Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira*. Esse processo foi liderado por Geraldo Bueno Martha Jr. (coordenador-geral), Kepler Euclides Filho, Décio Luiz Gazzoni, Marcos Antônio Gomes Pena Júnior, Fernando Campos, Selma Lúcia Lira Beltrão, Lívia Abreu Torres, Judson Ferreira Valentim, Evaristo de Miranda, Rúbia Maria Pereira, Jeane de Oliveira Dantas, Rosângela Galon Arruda, Alessandra Rodrigues da Silva, Patrícia Rocha Bello Bertin, Otávio Valentim Balsadi, Soraya Carvalho Barrios de Araújo, Edson Guiducci Filho e Vanessa da Fonseca Pereira.

Os agradecimentos se estendem, também, às equipes das diferentes Unidades da Embrapa, cuja contribuição e dedicação foram fundamentais para o resultado positivo desse produto. Igualmente importante foi o esforço de mais de duas dezenas de revisores ad hoc, que contribuíram decisivamente para a qualidade do documento. Finalmente, mas não menos importante, registrem-se os agradecimentos aos parceiros, do País e do exterior – governo, academia, iniciativa privada, organizações de pesquisa e inovação e sociedade civil –, cuja participação nos eventos técnicos promovidos pelo Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa), ao longo de 2013, enriqueceu os debates e o conteúdo ora apresentado.



Apresentação

A agropecuária brasileira construiu uma história de sucesso nos últimos 40 anos. Até os anos 1970, o crescimento da agropecuária era baseado na expansão das áreas de cultivo, pois convivia com baixos índices de produtividade. O investimento do Brasil em ciência e tecnologia e a presença de agricultores dinâmicos e competitivos mudaram essa realidade e fizeram do País um dos maiores produtores mundiais de alimentos, fibras e energias renováveis.

Entre 1970 e 2013, a produção brasileira de grãos teve uma expansão de quase oito vezes, resultante dos ganhos contínuos de produtividade, devidos à incorporação de novas tecnologias ao processo produtivo. Os produtores se beneficiaram. Os consumidores, também. Em 2013, cada trabalhador gastou com a cesta básica cerca de metade do valor, em preços reais, que gastava em meados dos anos 1970. No período de 1994 a 2011, a cadeia de valor agropecuária (insumos, agropecuária, agroindústria e distribuição) respondeu, em média, por cerca de 24% do PIB do País.

A produção agropecuária tem hoje o desafio de continuar se desenvolvendo, de forma sustentável, em tempos de mudanças rápidas e rompimento de paradigmas. Serão necessárias tecnologias mais eficientes para atender às demandas de alimentos, fibras, energia e outras matérias-primas para as indústrias de

transformação e de química verde, e de excedentes para exportação, de modo a garantir a segurança alimentar e energética global.

O sistema de pesquisa e inovação – integrado por uma rede de conhecimento que reúne organizações de todo o País – precisará estar preparado para responder a demandas por uma produção agropecuária cada vez mais complexa e exigente.

Assim, identificar sinais de mudanças relevantes e fornecer informações que apoiem a tomada de decisão, dos setores público e privado, aumentando sua capacidade de responder às oportunidades e aos riscos que se apresentarem ao setor, é insumo crucial para o desenvolvimento tecnológico da agropecuária no futuro. É esse o desafio do Agropensa, o Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa.

O Agropensa, lançado em 2013, durante as comemorações dos 40 anos da Embrapa, é um sistema que opera em rede, visando à produção e à difusão de conhecimentos para apoiar a formulação de estratégias de pesquisa e desenvolvimento e inovação. Busca, em essência, antecipar tendências e garantir o ajuste permanente das prioridades de pesquisa e de transferência de tecnologia, com vistas à inovação. Sua estruturação se inspira na lógica de cadeias produtivas, cada vez mais dependentes de conhecimento e tecnologias, e na convicção de que nenhuma organização detém sozinha todas as competências, para ajudar o País a enfrentar um ambiente cada vez mais complexo e dinâmico.

Como primeiro grande resultado do Agropensa, foi produzido o documento *Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira*. O estudo é resultado da construção coletiva, organizado a partir de análises, seminários e painéis com especialistas que envolveram mais de 200 profissionais de Unidades da Embrapa e de instituições parceiras, nacionais e internacionais, além de representantes das cadeias produtivas agropecuárias nacionais.

Para orientar a condução do processo, foram definidos oito macrotemas que seguem a lógica das cadeias produtivas, e servem de filtro para os sinais captados e dão foco à coleta, organização e análise de informações relevantes para os grandes desafios tecnológicos nas diferentes cadeias produtivas agropecuárias. São eles:

- Recursos naturais e mudanças climáticas.
- Novas ciências: biotecnologia, nanotecnologia e geotecnologia.
- Automação, agricultura de precisão e tecnologias de informação e comunicação (TIC).
- Segurança zootossanitária das cadeias produtivas.
- Sistemas de produção.
- Tecnologia agroindustrial da biomassa e química verde.
- Segurança dos alimentos, nutrição e saúde.
- Mercados, políticas e desenvolvimento rural.

O ciclo virtuoso de pesquisa e inovação da agropecuária brasileira dos últimos 40 anos precisa ser intensificado nos próximos 20 anos. Este documento marca o início de um novo posicionamento estratégico que toma como base a lógica da visão que evoluiu: as informações nele contidas estarão em processo permanente de atualização e validação, mas, desde já, dão suporte aos planos e às ações estratégicas para a Embrapa.

Maurício Antônio Lopes

Presidente

Ladislau Martin Neto

Vânia Beatriz Rodrigues Castiglioni

Waldyr Stumpf Júnior

Diretores-executivos



Sumário

Introdução 9

**O Sistema de Inteligência
Estratégica da Embrapa (Agropensa)** 11

**O mundo em rápida mudança e
a construção da Visão 2014–2034** 14

Síntese do documento de Visão 2014–2034 18

Trajetória recente da agricultura brasileira 18

Futuro: forças motrizes para os
sistemas agroalimentar e agroindustrial 20

Dimensão demográfica 21

Dimensão tecnológica 24

Dimensão política e social 30

*Uso racional da base de recursos
naturais e a realidade de mudança climática* 33

Segurança biológica e defesa agropecuária 34

Futuro: desdobramentos tecnológicos 35

Referências 53

The background of the top section is a photograph of an industrial facility, possibly a refinery or chemical plant, with various towers, pipes, and structures. The image is heavily tinted with a dark green color, making the details somewhat obscured but the overall structure is clear.

Visão 2014–2034

O Futuro do Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura Brasileira

Síntese

Introdução

Nas últimas quatro décadas, foi notável a expansão da produção agropecuária brasileira. O forte investimento em uma agricultura baseada em ciência permitiu ao Brasil progredir no desenvolvimento de sistemas produtivos agropecuários, que responderam a contextos, nacionais e internacionais, cada vez mais dinâmicos e competitivos, com indiscutíveis avanços em vários tópicos, como tropicalização de cultivos e criações, diversificação, agregação de valor, produtividade, segurança e qualidade dos alimentos, com velocidade e eficiência superiores às das tradicionais produtores de alimentos em outras partes do mundo.

No entanto, e levando em conta a diversidade e a complexidade que atualmente caracterizam a agricultura brasileira, os avanços até agora alcançados, embora reconhecidamente relevantes,

difícilmente garantirão competitividade com sustentabilidade no futuro. Diversos estudos e análises recentes demonstram que a nossa agricultura será desafiada por transformações substanciais ao longo das próximas décadas. Esses desafios são, sobretudo, tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais.

Para lidar com essa complexidade, a agricultura brasileira demandará sistemas de inteligência capazes de capturar, organizar e qualificar dados e informações, cada vez mais sofisticados, para apoiar a tomada de decisão. Ampliar a capacidade de antecipação de oportunidades, desafios e riscos fornecerá elementos para fortalecer o planejamento da agricultura brasileira em bases bem informadas e sustentáveis. Em resposta a essa realidade, a Embrapa lançou, no seu aniversário de 40 anos, em abril de 2013, o seu Sistema de Inteligência Estratégica – Agropensa.

O Agropensa tem o objetivo de gerar informações qualificadas, orientar estratégias de pesquisa e inovação e auxiliar a formulação e o aprimoramento de políticas públicas para o avanço da agropecuária brasileira. O objetivo da Empresa é fortalecer a produção de conhecimento de acordo com as necessidades presentes e futuras da agricultura e dos cidadãos brasileiros. Os primeiros resultados desse sistema de inteligência estratégica – representados pelo documento “Visão 2014–2034” – serão apresentados em 2014, no aniversário de 41 anos da Embrapa. Ao planejar a pesquisa agropecuária de um novo tempo, a Empresa almeja contribuir para consolidar o Brasil como um país altamente qualificado e contemporâneo na produção sustentável de alimentos, com capacidade de contribuir para a superação da fome e, desse modo, para o alcance da paz no mundo.

O documento “Visão 2014–2034” disponibiliza referências para a definição de estratégias e para a tomada de decisão pelos setores público e privado, com foco na pesquisa e na inovação. É

desejável e necessário que desse processo de reflexão, construção e aprimoramento de uma visão de futuro para a agricultura brasileira participem profissionais e organizações com capacidade de influenciar a construção do desenvolvimento científico e tecnológico, tais como órgãos dos poderes Executivo e Legislativo, organizações de pesquisa e inovação, câmaras setoriais e temáticas, empresas de base tecnológica e agências de fomento à inovação.

Foi com base nessa lógica que o conteúdo aqui apresentado foi concebido. E foi a partir do diálogo com esses atores e da leitura atenta dos sinais relevantes para o setor que se concluiu que qualquer documento de visão produzido em tempos tão dinâmicos e desafiadores deve ser percebido como uma obra em constante construção. O desafio doravante é tornar contínuo e permanente o processo de aferição e aprimoramento dessa visão de futuro. Neste documento, será possível divisar não apenas os resultados do primeiro exercício de coleta de tendências e de ideias relevantes para o desenvolvimento tecnológico da agropecuária nas próximas duas décadas. A esses somar-se-ão os contornos do processo de revisão contínua da visão de futuro para a agropecuária brasileira, missão principal do Agropensa.

O Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa)

Num mundo globalizado e interconectado por inimagináveis possibilidades de comunicação e logística, qualquer intervenção lógica ou tecnológica tem o poder de se disseminar por todos os recantos do planeta, induzir novos comportamentos, decretar a obsolescência de tecnologias estabelecidas, impor mudanças ambientais e consequências socioeconômicas, para pessoas

e organizações. Assim, as condicionantes do futuro são alguns dos principais insumos para a construção do desenvolvimento no presente.

Daí a necessidade de organizar um processo de inteligência que confira às organizações a capacidade de discernir o que será o futuro. O processo de inteligência, em organização pela Embrapa, será liderado pela Secretaria de Inteligência e Macroestratégica, que abrigará o Agropensa. Ele se desenvolve ao longo de três componentes principais, que operam em rede (Figura 1), exercitando forte interação entre si.

O primeiro deles é o “Observatório de Estudos e Tendências”, que é a “porta de entrada” do Agropensa. Nesse componente, o Agropensa faz o monitoramento e a prospecção de tendências sobre o setor agropecuário no Brasil e no exterior. A intenção é qualificar a informação e disponibilizar conhecimentos que contribuam para a tomada de decisão sobre o desenvolvimento tecnológico da agropecuária e da sua sustentabilidade, bem como sobre assuntos correlatos de economia, mercados e política agrícola, e, ainda, sobre questões voltadas para o desenvolvimento



Figura 1. Componentes do Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa).

rural e possíveis soluções que passem pela geração e pela adoção de tecnologias. O Observatório de Estudos e Tendências mobilizará uma grande “rede de conhecimento”, integrada por atores e agentes do setor agropecuário, no País e no exterior, Unidades Centrais e Descentralizadas da Embrapa, bem como seus Laboratórios Virtuais no Exterior – Labex.

O ordenamento das atividades de prospecção e de monitoramento de sinais relevantes e de tendências ocorre em sintonia com a realidade das cadeias produtivas agropecuárias, o que dá foco a esse esforço e facilita a apropriação de informações e conhecimentos pelo setor produtivo. Para isso, foram definidos “macrotemas”, que emulam um fluxo de inovação que segue a lógica da cadeia produtiva. Foram definidos oito macrotemas, a saber: recursos naturais e mudanças climáticas; novas ciências (biotecnologia, nanotecnologia, geotecnologia); automação, agricultura de precisão e tecnologias da informação e da comunicação (TIC); segurança zoofitossanitária na cadeia produtiva; sistemas de produção; tecnologia agroindustrial, da biomassa e química verde; segurança dos alimentos, nutrição e saúde; e mercado, políticas e desenvolvimento rural.

A captura e o processamento de dados e de informações geram sinais relevantes para o Sistema Agropensa e insumos para análises e estudos mais elaborados, e que demandam mais tempo para a sua conclusão. Nesse caso, avança-se para o segundo componente, de “Análises e Estudos”. Nele são realizadas análises detalhadas sobre temas relevantes, priorizados a partir das tendências e de ideias coletadas com vista a detectar oportunidades, desafios e barreiras a serem superadas no processo de desenvolvimento tecnológico. Para tanto, os diversos atores integrantes da “rede de conhecimento” são mobilizados para a realização de tais análises e estudos.

O terceiro e último componente do Agropensa é o de “Estratégias”. Nesse, a partir dos conhecimentos obtidos nas etapas anteriores, os atores envolvidos em inovação engajam-se num esforço de delineamento de estratégias de ação e de tomada de decisão para a concretização dos objetivos divisados. Tal faculdade pode ser desenvolvida por qualquer organização, pública e/ou privada, já que todas terão acesso a essas informações e conhecimentos, ou por um conjunto de organizações, para alcance de um interesse comum.

O mundo em rápida mudança e a construção da Visão 2014–2034

Investir em ferramentas e em processos que possam apoiar previsões sobre as necessidades tecnológicas e sobre a demanda futura de bens e serviços, cada vez mais difusas e dinâmicas, se torna essencial para as organizações de pesquisa e inovação. Trata-se, em boa medida, de monitorar as inflexões das tendências e dos humores da população, à luz do conhecimento disponível, e elaborar análises qualificadas sobre esses sinais, que possam descortinar possíveis futuros e rumos de ação.

Esse conjunto de informações, reflexões e hipóteses, aqui reunido sob a epígrafe “*Visão 2014–2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira*”, deve ser entendido como um guia que indique os caminhos a serem trilhados para que se alcance, no futuro, o desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira divisado neste presente. Ele deve ser entendido como uma obra de construção coletiva desses caminhos ainda em execução e/ou passíveis de serem construídos. Deve ser recebido como um primeiro impulso concreto, que abre e coloca

em movimento um processo permanente e contínuo de reflexão e aprimoramento de uma visão de futuro.

A amplitude dos sinais e a multiplicidade de temas impuseram a construção de algum tipo de arcabouço que organizasse e desse foco à captura e à análise de dados e informações relevantes. Essa foi a função dos *Macrotemas* no presente estudo, que funcionam como filtros para a captura desses sinais. Essa abordagem permitiu a captura e a prospecção de tendências, e a identificação de possíveis futuros relevantes para a pesquisa e para a inovação na agricultura brasileira. A lógica que preside o processo do Agropensa é a mesma que ordena o documento em questão, e sua compreensão facilita a sua leitura.

A agricultura familiar e a produção orgânica e agroecológica – objetos de importantes políticas públicas de estímulo à inclusão produtiva dos produtores mais pobres do País –, receberam atenção especial neste documento. Como a realidade da agricultura familiar é impactada por todos esses macrotemas, mas também delimita a apropriação dos conhecimentos neles alojados, ela foi instituída como uma abordagem transversal a todos eles: assim, garante-se que os conhecimentos e as tendências capturados sejam reorganizados conforme as peculiaridades da agricultura familiar, possibilitando a realização de estudos e análises, e a definição de estratégias específicas.

O documento “Visão 2014–2034”, ora apresentado, fornece, assim, elementos importantes para a revisão do Plano Diretor da Embrapa, para as Agendas de Prioridades das suas diversas Unidades, além de fornecer fundamentos para os programas de treinamento e de capacitação, e para o planejamento, o acompanhamento e a avaliação do processo de produção da Embrapa. Esses documentos orientadores, nessa lógica, precisam ser flexíveis o suficiente para permitir que o conceito “da visão que evolui

com grandes mudanças de contexto” floresça. Cada vez mais o cerne dos processos de inteligência e do planejamento deve centrar em flexibilidade, para rever foco e prioridades de acordo com mudanças de contexto. É preciso estimular processos centrados em planejar e antecipar mais do que simplesmente em reagir.

O processo tradicional de planejamento estratégico, baseado em ações episódicas de definição de visão e prioridades fixas, para períodos de quatro ou cinco anos, precisa ser revisitado. O mundo dinâmico e mutável em que vivemos exige processos de inteligência em operação permanente, que permitam a contínua revisão e atualização da visão e das estratégias da organização.

O processo de construção da “Visão 2014–2034” reflete essa estruturação do processo de inteligência na Embrapa. Assim, a primeira atividade do componente “Observatório de Tendências” foi uma detalhada revisão de literatura, em que foram analisados diversos estudos prospectivos (ALEXANDRATOS & BRUINSMA, 2012; ALSTON, 2010; CONFORTI, 2011; DÍAZ-BONILLA et. al., 2013; FORESIGHT, 2011; FOSTERING, 2011; FREIBAUER et. al., 2010; FUTURE, 2011; GLOBAL, 2012; NELSON et. al., 2010; OECD-FAO, 2012; OUTLOOK, 2012; PAILLARD, 2010; USDA, 2013). Esses estudos foram distribuídos a colaboradores ad hoc, que os analisaram e reportaram, de maneira sistematizada, seus pontos mais relevantes, que apontavam possíveis futuros para a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação (PD&I), e para o setor agropecuário de maneira ampla. Tais sinais foram organizados de acordo com a lógica dos oito macrotemas já descritos.



Como produto dessa análise, e juntamente com outros documentos construídos paralelamente a tal ação, elaborou-se o “Documento de Apoio 1”, que forneceu elementos para a realização da oficina internacional “O futuro da inovação na agricultura tropical: oportunidades e responsabilidades para o setor de inovação agrícola brasileiro”, em setembro de 2013. A oficina permitiu que atores nacionais e internacionais aprofundassem e atualizassem as visões a respeito dos potenciais desdobramentos tecnológicos da agricultura tropical vis-à-vis a sua inserção no mercado mundial de alimentos, fibras e energia. Além de palestras sobre temas associados ao futuro da pesquisa e da inovação agropecuária, grupos de trabalho com os especialistas participantes foram mobilizados para consolidar informações sobre alterações institucionais nas organizações de pesquisa e inovação, nas políticas públicas, na agenda negocial internacional do setor produtivo e na institucionalização de parcerias público-privadas.

Entre setembro de 2013 e fevereiro de 2014, três oficinas avaliaram sinais relacionados ao futuro das cadeias produtivas nacionais, à gestão da informação em organizações de pesquisa e inovação e à agricultura familiar. Nesses trabalhos, elencaram-se os potenciais desdobramentos tecnológicos para a agropecuária brasileira, decorrentes das tendências culturais, sociais e econômicas, identificadas para cada um dos macrotemas. A partir desse conteúdo, e com a adição de outros documentos, gerou-se o “Documento de Apoio 2”.



A partir de janeiro de 2014, especialistas foram acionados e grupos de trabalho foram organizados para conciliar o conteúdo de todos os documentos gerados em um único documento – essa primeira versão do documento “Visão 2014–2034” –, que ora se coloca para análise por parte dos parceiros e dos colaboradores da Embrapa. Portanto, esse deve ser tratado como “um documento dinâmico”, um ponto de partida, um elemento animador e aglutinador para guiar a consolidação do sistema de inteligência estratégica da Embrapa e as fases seguintes de discussão e revisão do Plano Diretor e de preparo das agendas de prioridades das Unidades da Empresa.

Síntese do documento de Visão 2014–2034

Trajetória recente da agricultura brasileira

O Brasil possui extensa cobertura de terra contínua, farto abastecimento de água doce, energia solar abundante e rica biodiversidade. A grande variedade de condições climáticas, desde a temperada até a tropical, aliada a uma capacidade avançada de desenvolvimento de tecnologias na agricultura, principalmente depois dos anos 1970, deu as condições para que o País transformasse sua agricultura tradicional em uma agricultura dinâmica e competitiva, fortemente amparada pela ciência. Esse processo resultou na diversificação considerável dos sistemas agropecuários e florestais no País. O Brasil tornou-se um dos maiores produtores mundiais de alimentos, fibras e energia renovável.

Essas características explicam a coexistência dos mais variados sistemas de produção ao longo da transformação da

agricultura brasileira nas últimas décadas, como aqueles sistemas de base agroecológica, agricultura orgânica, bem como, o uso moderado a elevado de insumos. Essas diferentes trajetórias vêm reforçando a importância de se trabalhar um equilíbrio que contemple a pluralidade de abordagens possíveis à agricultura e às suas variações no território nacional. Essas formas distintas de agricultura, em combinações variadas no tempo e no espaço, têm tornado possíveis diferentes estratégias de desenvolvimento rural.

A modernização da agricultura brasileira foi resultado de uma forte disposição governamental e do setor privado. O ente público foi capaz de oferecer um conjunto de políticas coordenadas, que conduziram, entre outros impactos, à ampliação da capacidade de pesquisa e inovação. Complementarmente, foi essencial o protagonismo e o espírito empreendedor do produtor rural brasileiro. Ele percebeu as vantagens comparativas das tecnologias geradas e adaptadas pelas organizações públicas e privadas de pesquisa e inovação e, ao adotá-las em larga escala, tornou realidade o sonho de transformar o Brasil em um dos maiores produtores mundiais nas cadeias agropecuárias.

O sistema de pesquisa agropecuária no Brasil tem dado passos significativos, em um curto período de tempo, na direção do desenvolvimento e da utilização de inovações para sistemas de produção sustentáveis e que aportam alimentos mais seguros. As inúmeras práticas ambientalmente amigáveis adotadas pelos produtores brasileiros, como o plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio e, recentemente, os sistemas integrados de lavoura e pecuária atestam o quanto a agropecuária brasileira avançou na direção da sustentabilidade. A maior oferta tecnológica, aliada a uma melhor governança, uma ampla variedade de políticas e um crescente comprometimento do setor privado em adotar tecnologias e práticas de acordo com critérios de sustentabilidade, tudo isso tem sido decisivo para a redução das taxas de desmatamento.

Apesar desse progresso, é preciso avançar ainda mais no caminho da sustentabilidade e sanar conflitos localizados entre a produção agropecuária e questões sociais e ambientais. O ciclo virtuoso de pesquisa e desenvolvimento e inovação em agricultura foi fundamental nos últimos 40 anos e precisa ser intensificado nos próximos 20. Ele fornecerá as bases para que sejam encontradas as respostas necessárias à medida que forem demandadas – e a “Visão 2034” se tornará realidade.

Futuro: forças motrizes para os sistemas agroalimentar e agroindustrial

Os fatores naturais ou humanos, que direta ou indiretamente induzem mudanças nos agroecossistemas, são normalmente designados de “*drivers*” ou “forças motrizes”. Uma força motriz indireta seria aquela que opera de maneira mais difusa, alterando pelo menos um fator direto, que, por sua vez, influencia diretamente os processos do ecossistema.

Especialistas têm indicado que os fatores indiretos mais importantes são aqueles de cunho demográfico, econômico, sociopolítico, científico-tecnológico, cultural e religioso. Já os fatores diretos de maior relevância seriam as mudanças climáticas, as mudanças no uso da terra (como o desmatamento), a eficiência de uso de nutrientes pelas plantas e a incidência de pragas e de doenças.

Essas forças motrizes refletem sinais para o direcionamento de políticas públicas e para ações dos setores público e privado. Descortinam possíveis caminhos para aproveitar as oportunidades e, quando for o caso, para enfrentar os desafios que se apresentarem às cadeias produtivas agropecuárias. Na pesquisa, transferência de tecnologia e inovação agropecuária indicam

rumos para o estabelecimento de prioridades e estratégias de programas e projetos.

As diversas forças motrizes atuam em escala local, nacional e global. Portanto, as cadeias produtivas agropecuárias brasileiras precisam estar preparadas para esse novo contexto indutor de mudanças nos agroecossistemas.

Dimensão demográfica

População e urbanização

A expansão da população brasileira se dará a taxas decrescentes no horizonte focalizado neste estudo. Em 2030, se situará na faixa de 216 milhões a 230 milhões de pessoas, conforme o cenário considerado. Tornar-se-á ainda mais urbana – menos de 10% da população viverá no campo em duas décadas –, e a tendência de envelhecimento se acentuará com o tempo. Tais mudanças terão efeitos diretos sobre a produção agropecuária. Em particular, os sistemas de produção precisarão ser mais automatizados para responder ao envelhecimento da população e à migração rural-urbana, e para ampliar a produtividade do trabalho.

As estruturas da família e do emprego também se modificarão, e os hábitos alimentares estarão crescentemente ligados à preferência pelos itens rapidez e facilidade no preparo. Esse “novo perfil de população” demandará atenção especial aos modelos de produção e seus impactos nas dimensões social e ambiental, em adição às questões econômicas e de nutrição.

O nexos alimentos-nutrição-saúde: do paradigma da cura para o da prevenção

A integração dos conceitos de alimentação-nutrição-saúde aparenta ser um caminho inevitável no futuro, em virtude não só



do aumento da idade média das populações, mas também da exaustão dos sistemas de saúde e previdência social, inclusive nos países desenvolvidos. As exigências nutricionais deverão alinhar-se a essa nova estrutura etária e ainda refletir a melhoria da renda, do nível de instrução e da qualidade de vida, que, além disso, pressionarão por uma alimentação de qualidade, que possa atender às necessidades nutricionais específicas. A gradual migração para um paradigma de prevenção de doenças e males decorrentes de alimentação inadequada demandará que os alimentos se adaptem às necessidades dos consumidores (alimentos biofortificados com vitaminas, sais minerais e proteínas de melhor qualidade), às mudanças demográficas (população cada vez mais idosa) e ao desejo de aumento de performance em várias funções (como física e intelectual).

Escassez do trabalho no campo

As tendências demográficas – como o envelhecimento da população e a continuidade da migração das áreas rurais para as cidades – sinalizam que o trabalho na agricultura se tornará cada vez mais escasso. Com a intensificação das mudanças climáticas, as condições de plantio, como temperatura, precipitação, umidade do solo, tornar-se-ão cada vez menos previsíveis, exigindo mais precisão e mais rapidez na condução das diversas práticas agropecuárias. Essas estratégias de automação e de sistemas de precisão ainda podem ser efetivas para aumentar a produtividade do trabalho nas atividades agropecuárias, acarretando potenciais



benefícios para a diminuição dos custos de produção. Diante de tais pressões, os agricultores brasileiros precisarão contar com novas alternativas de mecanização, automação e tecnologias de precisão e manejo sítio-específico, que os ajudem a superar problemas como o decréscimo na disponibilidade de mão de obra no campo.

Conquista de novos mercados

A agricultura brasileira tem como primeira responsabilidade o abastecimento regular do mercado interno, mas as expectativas crescerão em torno da possibilidade de o País contribuir para a segurança alimentar de países com limitada capacidade de produção. De fato, o Brasil vem assumindo protagonismo crescente no comércio agrícola mundial. Estudos técnicos e projeções sugerem o aumento dessa contribuição do País nos mercados globais, ratificando a posição do Brasil como um dos principais *players* para o equilíbrio entre a oferta e a demanda de alimentos em âmbito global e, portanto, para o alívio da fome e a melhoria da nutrição no mundo.

Os aspectos culturais, territoriais e religiosos são também elementos importantes na definição da composição alimentar da sociedade. Para as cadeias produtivas agropecuárias brasileiras, a adequação de produtos e processos, compatíveis com as exigências específicas dos diferentes mercados, é etapa essencial para a inserção competitiva do Brasil em novos mercados.

Expansão da renda per capita, escalada da demanda e sofisticação das dietas

A expansão da renda per capita da classe média mundial e a manutenção da migração rural-urbana, nos próximos 20 anos, indicam grande potencial de crescimento da demanda. Espera-se uma alteração no perfil da dieta em direção à sua diversificação, com maior inclusão de produtos de origem animal, frutas, verduras e legumes, além de maior penetração de alimentos processados e, eventualmente, nutracêuticos e alimentos funcionais para maiores níveis de renda per capita.

Parcela majoritária da expansão da população, da renda regional, da renda per capita e da urbanização ocorrerá na região Ásia-Pacífico. Desse modo, é essencial para o agronegócio brasileiro entender as necessidades e as demandas desses consumidores, e desenvolver estratégias específicas para esse grande mercado.

Nesse cenário – nada trivial que se projeta –, surgem grandes oportunidades para o Brasil aumentar a sua participação no comércio agrícola mundial e para promover ciclos virtuosos de desenvolvimento por meio da agropecuária nos próximos 20 anos. Além disso, cresce em importância a necessidade de desenvolvimento de novos processos e produtos em macrotemas-chave para a agropecuária brasileira. Esse fato surge do imperativo de ampliar a competitividade e o dinamismo do setor agropecuário brasileiro nos mercados doméstico e internacional, em prazos mais longos.

Dimensão tecnológica

Agricultura pressionada na direção da multifuncionalidade

Nas próximas duas décadas, o setor agropecuário desempenhará, paulatinamente, papel mais multifuncional. Vislumbra-se maior

dependência de conhecimentos, tecnologias e inovação. Ampliar-se-ão as interfaces entre as ciências agrárias e as outras áreas do conhecimento. A velocidade das mudanças também se acelerará.

O atendimento às múltiplas dimensões da sustentabilidade (técnico-econômica, social e ambiental) na agricultura brasileira dependerá, cada vez mais, da capacidade de antecipação dessas oportunidades, dos riscos e dos desafios, e também da coordenação de processos de tomada de decisão e de ações efetivas em vários níveis. As organizações de pesquisa e inovação, cujos produtos são de tempo de maturação longo, precisam continuamente mapear o espectro de possibilidades futuras na sua área de atuação.

A agricultura do futuro deverá estar balizada por conceitos, métodos e aplicabilidades multifuncionais muito além da visão convencional de uma agricultura dedicada à produção de alimentos, fibras e energia. Os padrões tecnológicos da agricultura mundial já estão sendo alterados pela introdução de novas tecnologias, resultantes de avanços muito recentes do conhecimento científico. Sustentada em tais avanços e sintonizada com a emergente bioeconomia, a agricultura deverá se nortear por vertentes tecnológicas voltadas para a consolidação de sistemas de produção limpos, com balanço positivo de carbono, que integrem qualitativamente a relação campo/cidade, com cadeias e arranjos calcados na sustentabilidade e na inclusão produtiva, principalmente dos agricultores familiares e pequenos produtores.

Agricultura e a emergência da bioeconomia

A biologia moderna avança a velocidades alucinantes e promete, nas próximas décadas, estabelecer uma base científica e tecnológica radicalmente nova, que vai muito além da atual transgenia aplicada às commodities. Entre as principais rotas que a biotecnologia deve abrir estão o domínio da biologia sintética e

dos processos metabólicos dos organismos (plantas, animais e microrganismos) e seu direcionamento para a produção de materiais e substâncias de alto valor agregado, direcionados para usos não alimentares (usos químicos e bioquímicos, médicos, farmacêuticos, nutricionais, energéticos, etc.). Tais avanços devem transformar os mercados do no que concerne à ampliação do leque de oportunidades.

O sofisticado embasamento técnico e a natureza genérica da biotecnologia moderna vão possibilitar a criação de uma nova bioeconomia, com influências em diversos campos do conhecimento e com possibilidades de desenvolvimento de imensa gama de novos produtos e processos, abrindo possibilidades e interfaces para a agricultura, com ramos bioindustriais novos. O Brasil, como nenhum outro país, tem condições de alavancar os potenciais econômicos e de sustentabilidade da nova bioindústria, tanto para intensificar a produção de alimentos, fibras e energia limpa, como para desenvolver uma nova e pujante indústria de químicos renováveis, sem competição com a produção de alimentos.

Inserção brasileira nos ambientes globais de pesquisa e inovação

Os processos de sofisticação tecnológica que emergem em diferentes países e organizações líderes exigem que as organizações de pesquisa e inovação brasileiras tenham uma visão aguçada do futuro da inovação agropecuária e construam parcerias e alianças para além das nossas fronteiras. Essa estratégia é essencial

para manter a eficiência e a competitividade das cadeias agropecuárias brasileiras no futuro. O continuado esforço de envio ao exterior de profissionais para treinamento em áreas estratégicas e o constante envolvimento em ações relevantes de cooperação bilateral e multilateral darão mais experiência e desenvoltura ao sistema de pesquisa e inovação agropecuária do País, na era de intensas mudanças e rupturas que se prenuncia para os próximos 20 anos.

Nexo água-energia-alimentos

Existem interconexões indissociáveis entre a água, a energia e os alimentos. Nessa perspectiva, a tomada de decisão pelo setor privado e a formulação de políticas exigem uma abordagem sistêmica, construída com ampla participação dos atores da sociedade, de modo a aumentar as sinergias entre os entes envolvidos e minimizar eventuais escolhas conflitantes.

O crescimento, e mesmo o desenvolvimento, de modo mais amplo, demandam energia. Daí surgem enormes vantagens às cadeias produtivas agropecuárias, desde que os setores envolvidos sejam capazes de produzir inovações relevantes e de grande impacto, e que as políticas forneçam isonomia de condições perante nossos principais competidores internacionais.

Com o aumento da demanda por bens e serviços dependentes da utilização dos recursos hídricos, conflitos pelo uso da água devem se tornar cada vez mais frequentes em várias regiões do mundo. Desse modo, e considerando que a agricultura é a forma

majoritária de demanda por água, vis-à-vis a demanda dos setores urbanos e industriais, a discussão sobre a gestão dos recursos hídricos para evitar, ou ao menos minimizar, problemas de desabastecimento é uma constante.

Sendo o setor agropecuário o maior usuário do território e dos recursos hídricos do País, o que também ocorre em âmbito mundial, é evidente a relevância do desenvolvimento e da gestão territorial da agricultura irrigada, em que o uso da água ocorre de forma mais intensiva. Apesar de ser o setor que mais consome água, a agricultura irrigada tende a crescer no futuro, levando-se em conta as mudanças climáticas e secas intensas, e cada vez mais extensas, o que implica a necessidade de ter controle sobre variáveis que independem do produtor.

Um grande desafio para o futuro será a busca de maior eficiência no uso da água pela agricultura, que possa reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e liberar água para outros fins. Inovações que possibilitem maiores eficiência e produtividade no uso da água, evitando ou reduzindo o seu desperdício, serão de primordial importância para responder à crescente demanda por alimentos, com o mínimo de impactos ambientais, como a degradação dos solos, dos aquíferos e dos processos de salinização.

Dependência de insumos importados e/ou derivados de fontes não renováveis

A agricultura brasileira varia bastante, de acordo com as características de clima, solo e vegetação onde ela é explorada. Portanto, nada mais natural que haja também pluralidade nos sistemas de produção. Oportunidades surgem para as mais variadas condições. Sistemas de produção agroecológicos e orgânicos podem ser interessantes para determinados nichos de produção, trazendo possíveis encadeamentos positivos nas cadeias agropecuárias associadas. Em outro extremo, têm-se os sistemas com uso elevado

de insumos e aqueles que operam com alta complexidade, como os sistemas mistos. Estes últimos operam em circunstâncias extremas, ou seja, desde situações em que se usam quantidades mínimas de insumos até outras que utilizam níveis elevados de fertilizantes e defensivos químicos.

Um fato inexorável é que o setor agrícola será, cada vez mais, pressionado a aumentar a eficiência de uso de fertilizantes e agroquímicos nos sistemas de produção. Isso significa que é necessário produzir mais, com um dado nível de insumo, ou produzir a mesma quantidade, com um menor nível de uso de insumo. A tecnologia desempenhará papel cada vez mais relevante, tanto para aumentar a eficiência no uso desses insumos, como para desenvolver alternativas que substituam eficientemente insumos à base de recursos não renováveis. Embora parte das respostas tenha origem no aumento da eficiência de uso de insumos no sistema, ganhos substanciais podem ser obtidos quando sistemas alternativos aos em uso na propriedade são considerados no leque de possibilidades.

É imprescindível, ademais, que se busque por fontes alternativas de nutrientes, como fósforo, via biodisponibilização, por meio do uso de minerais autóctones, e que se viabilize a fixação biológica de nitrogênio no maior número possível de espécies, incluindo as gramíneas. Esses são exemplos de tecnologias essenciais, que poderão mudar definitivamente a capacidade competitiva da agricultura nos trópicos e subtropicais.

Rupturas nos processos de fabricação e o impacto da automação

Rupturas tecnológicas, como a fabricação aditiva (impressão 3D) e a robótica, têm o potencial de mudar padrões de trabalho no futuro. Essas tecnologias, entre outros benefícios, vão melhorar a produtividade, a qualidade e o padrão dos produtos, e vão

reduzir o trabalho penoso e insalubre. Porém, essas tecnologias poderão gerar a exclusão de trabalhadores de baixa qualificação, exacerbando, assim, a desigualdade. Na agricultura, as novas tecnologias vão estimular novas vertentes de agregação de valor e de fabricação, com grandes possibilidades de aumento de competitividade do setor agroindustrial.

Agricultura na era “big data”

O mundo já vive a era *big data*, com a possibilidade de gerar, medir, coletar e armazenar assombrosas quantidades de dados, que são a matéria-prima do conhecimento. Uma gama de tecnologias emergentes ajudam as organizações a extrair valor desses grandes conjuntos de dados, o que torna possível, por exemplo, inferir padrões de comportamento e de consumo, e ajustar o design e a logística de entrega de produtos e serviços para cada indivíduo, com enormes ganhos de eficiência operacional e econômica. Daqui para o futuro, o setor privado vai usar *big data* para multiplicar acesso a serviços e bens de consumo. O setor público vai usá-lo para suporte à formulação, à melhoria e à implementação de políticas públicas em áreas sensíveis, tais como medicina, saúde pública, produção de alimentos e meio ambiente. Na agricultura, a era *big data* vai impactar o melhoramento genético, a previsão de clima, a agricultura de precisão, o entendimento da dinâmica dos mercados, entre muitos outros aspectos.

Dimensão política e social

Agricultura e produção de alimentos em um mundo multipolar

O mundo paulatinamente se torna multipolar. A mudança na distribuição de poder entre as nações pode ser ofuscada por uma mudança ainda mais fundamental na natureza do poder no futuro. As tecnologias da informação e da comunicação (TIC) vão

empoderar redes multifacetadas e amorfas, distribuídas para além de limites geográficos, influenciando ações em âmbito global. Tais mudanças terão múltiplas influências sobre os sistemas agroalimentar e agroindustrial no futuro, em especial sobre as nações provedoras de produtos das cadeias produtivas agropecuárias, inseridas nos dinâmicos mercados internacionais, como é o caso do Brasil.

Políticas públicas para a agricultura e a alimentação

O conhecimento é uma ferramenta poderosa para equacionar os conflitos do desenvolvimento econômico e social. E a sociedade ganha cada vez mais consciência de que as organizações de pesquisa e inovação têm enorme poder de propor ou de aperfeiçoar políticas públicas. As organizações de pesquisa e inovação tendem a ser cada vez mais mobilizadas para tal desafio, assumindo posturas mais propositivas. A discussão de questões de alta complexidade, como propriedade intelectual, transgênicos e o código florestal revela, no passado, perturbadora escassez de dados e evidências que ajudassem os legisladores a conciliar as dissensões ideológicas e a produzir decisões que melhor lidassem com os passivos econômicos, sociais e ambientais. As organizações científicas serão cada vez mais pressionadas a desempenhar, de maneira sistemática, a função de contribuir com informações qualificadas para a melhoria das decisões.

Ordenamento territorial e planejamento da expansão sustentável da produção

O novo Código Florestal Brasileiro aponta para a necessidade de a produção agropecuária orientar-se, progressivamente, de acordo com uma visão moderna e sustentável de expansão da capacidade produtiva do País. Avanços no desenvolvimento do País passarão, inevitavelmente, pelo desafio de acomodar no

espaço geográfico, de forma inteligente, as atividades agrossilvipastoris, as florestas naturais, os recursos hídricos e as cidades, por exemplo. Assim, o Brasil precisará construir um arcabouço de políticas públicas e estratégias inovadoras de ordenamento territorial e de planejamento do uso sustentável da sua rica base de recursos naturais. Tecnologias de monitoramento por satélites, sensoriamento, modelagem, zoneamento de riscos, entre outras, terão papel cada vez mais importante no embasamento de tais processos.

Fortalecimento do papel da agricultura no processo de desenvolvimento

O meio rural, em 20 anos, inevitavelmente será muito diferente de hoje. Qualquer que seja a escala de produção ou o perfil do produtor, as mudanças serão profundas, tanto pelo lado da demanda como da oferta.

Na dimensão sociopolítica, o uso crescente e efetivo dos canais de interlocução entre governos e sociedade civil organizada será determinante para que as esferas governamentais (federal, estaduais e municipais) captem as demandas e construam, de forma coletiva, políticas e programas adequados para promover o desenvolvimento econômico, o bem-estar inclusivo dos diferentes grupos sociais e a conservação dos recursos naturais nos biomas brasileiros. Os fatores não tecnológicos, como a qualificação de pessoal, apontarão para a necessidade de se preparar os diferentes atores da cadeia produtiva para os desafios e oportunidades do futuro.

À medida que se move o foco da geração e da comunicação de uma tecnologia, de forma isolada para um contexto de cadeia produtiva, cresce a demanda pela operação em rede e aumenta a necessidade por profissionais de visão mais abrangente. Tais requisitos são fundamentais para os diversos atores,

desde a pesquisa até quem recebe a tecnologia pronta, passando pelo comunicador e pelo multiplicador. O futuro demandará profissionais qualificados para ações de transferência de tecnologia, intercâmbio e construção coletiva do conhecimento, considerando a diversidade e heterogeneidade da agricultura brasileira e o papel da inovação nas estratégias de desenvolvimento.

As redes sociais e a era da transparência radical

As TICs emergem como uma força poderosa e provedora de interfaces, em torno das quais identidades coletivas coalescem na forma de redes sociais de múltiplas naturezas e alcances. A revolução da informação cria expectativas e demandas, impulsionando melhorias e, ao mesmo tempo, acirrando a crítica às estruturas de controle social estabelecidas. As redes sociais vão, cada vez mais, permitir que todos participem e influenciem diretamente o debate público sobre temas como agricultura, alimentos, biotecnologia e outros, na velocidade da web. As organizações serão cada vez mais pressionadas a sofisticar as suas relações com a sociedade em uma época de transparência radical.

Uso racional da base de recursos naturais e a realidade de mudança climática

As pressões nacionais e internacionais sobre a conservação de recursos naturais e as novas exigências quanto à redução do desmatamento para minimizar os efeitos dos gases de efeito estufa são uma realidade. Assim, os aumentos na nossa produção agropecuária devem ser obtidos, prioritariamente, via intensificação do uso de áreas já abertas para a produção e pelo aumento da produtividade. Ainda, a agricultura brasileira continuará a exigir da pesquisa agropecuária avanços em diversificação, agregação de valor, produtividade, segurança e qualidade, com velocidade e eficiência superiores àquelas alcançadas no passado recente.



Para se garantir a sustentabilidade futura da agricultura, frente às mudanças climáticas e à intensificação de estresses bióticos e abióticos previstos para as próximas décadas, serão necessários substanciais avanços em diversos campos do conhecimento científico e tecnológico. O aumento da demanda por alimentos, fibras e bioenergia exigirá sofisticação tecnológica que racionalize o uso dos insumos ambientais, isto é, os recursos naturais (água, solo, biodiversidade, etc.) e dos serviços ambientais (reciclagem de resíduos, suprimento de água, qualidade da atmosfera, etc.), necessários à produção agropecuária e florestal.

As mudanças e incertezas climáticas presentes e futuras são uma das vertentes de caráter transversal às cadeias produtivas agropecuárias. Os governos federal, estaduais e seus diversos órgãos e agências, além do setor privado, estão engajados em ações de mitigação e de adaptação que tendem a permanecer como estratégias relevantes.

Segurança biológica e defesa agropecuária

Um dos desafios críticos para a agropecuária mundial é o movimento de espécies invasoras exóticas de uma região para outra, em função da sua migração natural, do comércio, transporte e turismo. Mudanças climáticas levarão, também, à intensificação de estresses bióticos, em especial no cinturão tropical do globo. À medida que o Brasil avança como grande produtor de alimentos e competidor mundial, barreiras técnicas aos produtos nacionais serão colocadas, de forma muitas vezes não explícita, para



dificultar ou impedir importações, ainda que com preços mais baixos. Assim, forte ênfase em inovação tecnológica é fator crítico para o atendimento à diversidade de demandas de países importadores e alinhamento aos rígidos padrões de conformidade que se consolidam em âmbito internacional. A chave para a abertura, a conquista e a manutenção de novos mercados é a competitividade, sustentada em ambiente sanitário coerente com padrões do comércio internacional de produtos agropecuários.

Futuro: desdobramentos tecnológicos

Os últimos 40 anos foram marcados por transformações estruturais e funcionais na agricultura brasileira. Essa passou a depender mais do conhecimento gerado em outras áreas e assumiu um caráter mais multifuncional. Uma agricultura concentrada na produção de alimentos e fibras emergiu nas últimas décadas como importante produtora de energia renovável e promete, em futuro próximo, fazer interface com a indústria da química verde, da nutrição e saúde e do meio ambiente, como provedora de serviços ambientais e ecossistêmicos.

Um dos grandes desafios para o sistema de inovação agropecuária será lançar um olhar especial para a inserção desse conjunto de novas tecnologias, antecipadas pelo documento Visão 2014–2034, no conjunto da agricultura brasileira. Se o sistema de inovação brasileiro for hábil em fazê-lo, o mundo

conhecerá, a partir da agricultura brasileira, inovações que aumentarão nossa capacidade para compreender e para responder aos riscos presentes e futuros e aos desafios em diversas áreas do conhecimento em ambientes tropicais e subtropicais.

Avançar na fronteira do conhecimento científico e tecnológico surge do imperativo de ampliar a competitividade e o dinamismo do setor agropecuário brasileiro no mercado doméstico e internacional em prazos mais longos (pós-2030), quando a demanda por produtos de baixo grau de processamento (e baixa elasticidade-renda) diminui de modo mais expressivo. Se a palavra-chave é desenvolver novos produtos e processos, a pesquisa no País precisa ser tratada com elevada prioridade. Seus esforços correntes, em muitos casos, se cristalizarão apenas em 15 ou 20 anos.

No momento, a questão relevante que se apresenta às organizações de pesquisa e inovação é a definição de quais serão os grandes eixos de impactos que nortearão as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação agropecuária para as próximas duas décadas. Nos debates e análises que acompanharam a construção deste documento, houve convergência para quatro grandes eixos de elevado impacto:

Eixo I: avançar na busca pela sustentabilidade, em todas as suas dimensões (técnico-econômica, social, ambiental).

Eixo II: promover a pesquisa e a inovação para a inserção estratégica e competitiva do Brasil na nascente bioeconomia.

Eixo III: contribuir com o arcabouço de políticas públicas nacionais e internacionais de impacto para o “Rural Brasileiro”.

Eixo IV: fomentar ações integradas para a inclusão produtiva e a redução da pobreza rural, com forte apoio ao

desenvolvimento tecnológico que apoie a agricultura familiar, a agricultura orgânica e agroecológica.

Tornar tais perspectivas uma realidade implica em expandir os investimentos na capacitação de recursos humanos. A qualificação/capacitação será um elemento central nessa transformação. Ademais, buscar inovações na gestão da informação deve ser visto como um fator capaz de reduzir incertezas, antecipar oportunidades e desafios, avaliar desempenho e permitir a tomada de decisão mais eficaz e eficiente no contexto dinâmico da sociedade da informação.

Nenhuma instituição possui todas as soluções para responder de forma completa e adequada aos desafios e às oportunidades que estão adiante. As organizações de pesquisa e inovação, no Brasil, deverão fortalecer parcerias e alianças dentro e além das fronteiras do País. Aumentar a cooperação será essencial para um caminho sustentável das cadeias produtivas na agricultura. Assim, no âmbito internacional, as organizações de pesquisa e inovação deverão ampliar as formas de cooperação, tanto na dimensão científica como na de transferência de tecnologia e capacitação. A cooperação internacional, além de trazer benefícios ao Brasil, ao internalizar mais rapidamente conhecimento e tecnologias de vanguarda, assegura o protagonismo e a liderança do País na agricultura praticada no cinturão tropical.

Portanto, haverá enormes desafios a serem enfrentados, conforme a agricultura se concentra, simultaneamente, em duas frentes: a competitividade e a sustentabilidade. Para lidar com tal complexidade, o Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa (Agropensa) organizou os estudos e as análises dos grandes desdobramentos tecnológicos esperados para os próximos 20 anos em macrotemas, orientados por uma perspectiva de cadeia produtiva (Figura 2). Por um lado, a lógica dos macrotemas fornece

base comum para analisar os grandes desafios tecnológicos nas diferentes cadeias produtivas agropecuárias. Por outro, os macrotemas funcionam como eficientes filtros para captação de novos sinais, dando foco à permanente coleta, organização e análise de informação, além de conferirem maior agilidade na qualificação e posterior difusão de conhecimentos relevantes para a estratégia de pesquisa e inovação da Embrapa e instituições parceiras.

A seguir, são sintetizados os potenciais desdobramentos tecnológicos para a agropecuária brasileira nas próximas duas décadas, concorde a lógica dos macrotemas:

Macrotema 1: Recursos naturais e mudanças climáticas

- Coleta, caracterização e conservação e uso de recursos naturais.
- Organização e disponibilização de bases de dados de recursos naturais.

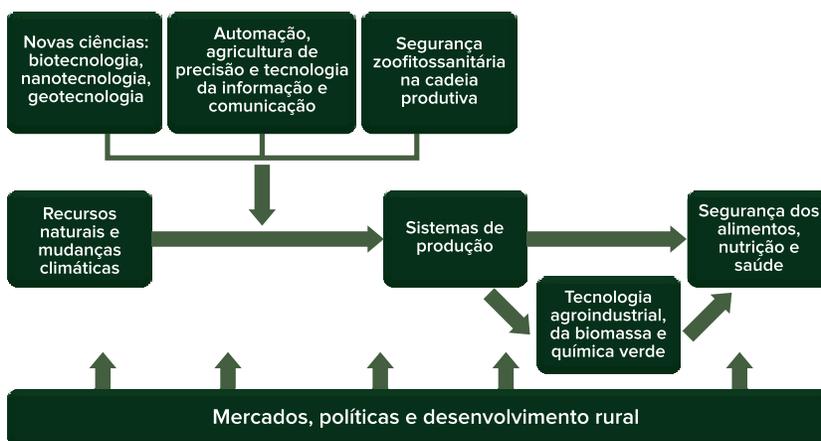


Figura 2. Macrotemas-chave para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), segundo a lógica de cadeia produtiva agropecuária.

- Conhecimentos e tecnologias para uso sustentável dos recursos naturais (para a intensificação da produção, a recuperação de passivos ambientais e a diversificação dos sistemas de produção nos biomas).
- Agregação de valor aos produtos da biodiversidade.
- Indicadores de impactos nos estoques e nos fluxos de bens e serviços dos recursos naturais.
- Integração de tecnologias e conhecimentos sobre recursos naturais (uso, conservação, etc.) para apoiar as estratégias e a formulação de políticas e a tomada de decisão para os setores produtivos.
- Uso de inteligência analítica e modelagem para o estabelecimento de sistemas de produção mais eficientes.
- Acesso, organização, análise e promoção do uso de dados climáticos e identificação de padrões e tendências espaço-temporais das variações de clima e seus impactos na agropecuária.
- Avaliação da resiliência, da plasticidade e da adaptação dos ecossistemas nativos e dos sistemas de produção agropecuários atuais, face às incertezas climáticas presentes e futuras e de seus impactos.
- Avaliação de custos e benefícios privados e sociais das inovações, processos e ações propostos para mitigação, remediação e adaptação aos processos de mudança de clima, com monitoração dos seus efeitos.
- Desenvolvimento e validação de métricas para caracterização e qualificação de impactos das ações de mitigação e adaptação da agricultura às mudanças de clima.

Macrotema 2: Novas ciências biotecnologia, nanotecnologia e geotecnologia

- Aplicação de novas ciências, métodos e processos na prospecção de funções e novos usos de recursos biológicos, com ênfase na geração de novos ativos de inovação.
- Análise integrativa da crescente base de dados da biologia avançada (em especial no campo da interação entre genes, proteína e metabolismo) fortalecendo a biologia de sistemas com foco na promoção da produtividade e da sustentabilidade nos setores agroalimentar e agroindustrial.
- Viabilização de plantas, animais e microrganismos como biofábricas de moléculas de interesse agropecuário, farmacêutico e industrial.
- Identificação, caracterização estrutural e funcional de novas moléculas para ampliação da capacidade de produção de produtos de base biológica de baixo impacto ambiental.
- Prospecção, identificação, desenvolvimento e aplicações de genes e funções biológicas que promovam tolerância a estresses abióticos e bióticos e eliminação de contaminantes em alimentos.
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de aplicações computacionais em apoio à biologia sintética, biossimulação, bioprospecção e fabricação avançada baseada em conhecimentos de base biológica.
- Domínio de processos de engenharia da função gênica e de seu uso na modificação e modulação de sistemas biológicos.
- Prospecção de nanomateriais, a partir de produtos agropecuários e florestais e de resíduos da agroindústria e domínio de sua aplicação em benefício dos setores agroalimentar e agroindustrial.

- Acesso, adaptação e desenvolvimento de aplicações nanotecnológicas para liberação controlada de insumos e medicamentos.
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações nanotecnológicas para o desenvolvimento de novos insumos, sensores, dispositivos e sistemas, incluindo a melhoria de processos de produção agropecuária, florestal, de energia e ambiental.
- Desenvolvimento e aplicação do sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelos de gestão e inteligência territorial para caracterização integrada dos quadros natural, agrário, agropecuário, florestal, socioeconômico e de infraestrutura nos diversos biomas e territórios rurais.
- Estruturação em bases geográficas e territoriais, dos bancos de dados sobre os recursos naturais, agrícolas e socioeconômicos, ampliando as escalas e a diversidade das informações geocodificadas, para apoiar as estratégias e a formulação de políticas de fortalecimento da produtividade e da sustentabilidade da agricultura.

Macrotema 3: Automação, agricultura de precisão e tecnologias da informação e comunicação

- Ampliação de alternativas tecnológicas para fortalecimento de cultivos protegidos e automatizados, com foco em regularidade de fornecimento de alimentos e ampliação de alternativas para a agricultura periurbana e urbana.
- Fortalecimento do fluxo de inovações para automação e controle de processos agroindustriais para diferentes escalas e graus de sofisticação da indústria de transformação e agregação de valor.

- Desenvolvimento de máquinas, equipamentos e processos de automação para empreendimentos de pequena escala, com especial ênfase em aumento de eficiência no uso de mão de obra, energia, água e insumos.
- Definição e validação de protocolos para adoção e uso da agricultura de precisão: identificação da variabilidade, análise e interpretação, tomada de decisão e aplicação prática em cadeias de valor econômico e social (agricultura, pecuária e floresta).
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações que ampliem a oferta de máquinas, equipamentos, controladores, atuadores e sensores em sistemas agrícolas, florestais e pecuários.
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações que ampliem a oferta de métodos e sistemas para auxílio aos processos de aplicação de insumos em taxa variada e em tempo real.
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações que viabilizem a aplicação dos conceitos e soluções da agricultura de precisão para intensificação da produção sustentável, priorizando sistemas integrados (agricultura, pecuária e florestas).
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações baseadas na tecnologia da informação (TI) para desenvolvimento

de sistemas mais amigáveis de automação, mecanização e agricultura de precisão.

- Desenvolvimento de sistemas de informação e de apoio à tomada de decisão, para planejamento, monitoramento e previsão de riscos na produção agrícola, pecuária e florestal.
- Desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade e de certificação de produtos.
- Modelagem, simulação e otimização de sistemas complexos, em especial no âmbito da intensificação sustentável.
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações para gestão da informação e do conhecimento (redes colaborativas, ontologias, web social, web semântica, linguagem natural, transmídias e segurança da informação).
- Acesso, adaptação e desenvolvimento de inovações para gestão de grandes volumes de dados, processamento, armazenamento de alto desempenho e segurança da informação (dados experimentais, dados de fenotipagem, recursos naturais, georreferenciados, multimídia, econômicos e sociais; *Big Data Analytics*, computação em nuvem, etc.).
- Adaptação, desenvolvimento e validação de plataformas integradas para suporte à decisão, com ênfase em sistemas baseados em conhecimento, lógica nebulosa, redes neurais, algoritmos genéticos, mineração de dados e textos, reconhecimento de padrões, reconhecimento e síntese de voz,

convergência com a ciência cognitiva, realidade aumentada, dentre outros.

- Utilização de técnicas de processamento de imagens e visão computacional (como detecção de doenças por análise foliar, automação de plataformas de fenotipagem, análise em tempo real de imagens adquiridas por veículos autônomos, etc.).
- Adaptação, desenvolvimento e validação de inovações que dinamizem a organização de bases de dados complexas e a qualificação de informações que alimentem os processos de PD&I e transferência de tecnologias.
- Adaptação, desenvolvimento e utilização de dispositivos móveis, aplicativos e serviços para informação, apoio ao diagnóstico e à tomada de decisão de diferentes públicos.

Macrotema 4: Segurança zoofitossanitária das cadeias produtivas

- Fortalecimento de plataformas integradas (em sintonia com a Secretaria de Defesa Agropecuária /Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SDA/Mapa) para monitoração do status de pragas e doenças de importância econômica para o Brasil, no País e no exterior.
- Avaliação sistemática do impacto das mudanças climáticas e de alterações nos sistemas de produção, sobre a biologia, ecologia, hábitos, frequência, abundância e hospedeiros de pragas e doenças.
- Desenvolvimento, aprimoramento e promoção do acesso a sistemas de manejo integrado de pragas.
- Ampliação de programas de melhoramento genético preventivo, antecipando busca de variabilidade genética para

controle de pragas quarentenárias que possam adentrar o território nacional no futuro.

- Desenvolvimento de métodos, técnicas e equipamentos de aplicação de defensivos com alta eficiência e baixo impacto adverso.
- Desenvolvimento de métodos alternativos de controle de pragas.
- Desenvolvimento e aprimoramento de sistemas de inteligência quarentenária para o fortalecimento do aparato de defesa zoofitossanitária do País.
- Ampliação dos estudos epidemiológicos e implementação de sistemas de monitoramento e alerta de pragas e doenças.
- Desenvolvimento de tecnologias disruptivas de controle biológico e processos de criação massal e disseminação de agentes de controle biológico.
- Desenvolvimento de métodos de avaliação de impacto ambiental na liberação de agentes de controle biológico.
- Adaptação, desenvolvimento e validação de inovações da biologia avançada (genômica, proteômica, metagenômica, metabolômica), da nanotecnologia e das TIC para diagnóstico, prevenção e controle de riscos zoofitossanitários.
- Desenvolvimento de tecnologias para a redução/eliminação de riscos sanitários na produção e no processamento dos produtos oriundos da agricultura familiar, comunidades tradicionais e indígenas.
- Fortalecimento das ações de transferência de tecnologia, comunicação e capacitação para garantir a saúde animal e a segurança do consumidor.

- Adaptação, desenvolvimento e validação de inovações tecnológicas aplicadas à biossegurança das cadeias produtivas animais e vegetais.
- Adaptação, desenvolvimento e validação de inovações tecnológicas aplicadas à detecção, ao controle e/ou à prevenção de doenças emergentes, re-emergentes, zoonoses e patógenos transmissíveis por alimentos.
- Intensificação de programas de cooperação internacional voltados para o fortalecimento de serviços de defesa sanitária animal fronteiriços e de sistemas para monitoramento de riscos em âmbito nacional e internacional.
- Adaptação, desenvolvimento e validação de inovações tecnológicas aplicadas à análise, detecção e eliminação de resíduos contaminantes de alimentos.
- Intensificação do desenvolvimento de insumos biológicos (DNA, imunógenos, genes, entre outros) aplicados e alternativos ao diagnóstico, prevenção e controle massivo de patógenos.
- Intensificação do desenvolvimento de ações e inovações para ampliação do bem estar na produção animal.

Macrotema 5: Sistemas de produção

- Ampliação da compreensão das interações bióticas e abióticas nos sistemas de produção para subsídio a estratégias mais eficientes de manejo, uso seguro e eficiente de insumos e programas de melhoramento genético.
- Desenvolvimento, validação e promoção do acesso a tecnologias inovadoras de manejo de sistemas de produção e aumento da produtividade, com maior eficiência no uso de insumos e dos fatores de produção, para diferentes regiões e grupos sociais.

- Geração de indicadores de desempenho econômico, social e ambiental e desenvolvimento de ferramentas em diferentes áreas do conhecimento para apoio a políticas e tomada de decisão dos setores produtivos em diferentes contextos regionais.
- Desenvolvimento e promoção do acesso a boas práticas de produção para os diferentes grupos sociais visando ao aumento da produção e da produtividade agropecuária e florestal por meio da conservação dos estoques de recursos naturais nos biomas brasileiros.
- Desenvolvimento, ampliação da eficiência e promoção do acesso aos processos biológicos na agricultura (fixação biológica de nitrogênio, promoção de crescimento, fungos micorrízicos arbusculares), incluindo ações de prospecção de microrganismos, veículos, formulação, formas de aplicação e compatibilização com outros insumos.
- Desenvolvimento de métodos e protocolos para avaliação e melhoria da eficiência da simbiose, objetivando a obtenção de material genético vegetal altamente responsivo à interação simbiótica.
- Desenvolvimento, validação e promoção do acesso às tecnologias convencionais e não convencionais de uso de fertilizantes e novas formulações e fontes, resíduos, dejetos e corretivos para assegurar a sustentabilidade nos sistemas de produção.
- Desenvolvimento, validação e promoção do acesso às tecnologias de irrigação e processos automatizados, para assegurar a sustentabilidade nos sistemas de produção.
- Desenvolvimento de sistemas e processos automatizados de produção e de industrialização de produtos, coprodutos

e resíduos do pescado que ampliem a agregação de valor e a competitividade do setor aquícola.

- Ampliar a compreensão das exigências nutricionais e das interações nos sistemas de produção aquícolas, nos diferentes biomas, e desenvolver estratégias mais eficientes de manejo, uso de insumos e programas de melhoramento, em especial para espécies nativas.
- Desenvolvimento de máquinas e equipamentos para maior eficiência nos diferentes elos da cadeia produtiva aquícola.

Macrotema 6: Tecnologia agroindustrial, da biomassa e química verde

- Desenvolver material genético de alto potencial produtivo de biomassa.
- Desenvolver tecnologias para eliminação de fatores restritivos à expressão do potencial produtivo da biomassa para fins energéticos e industriais.
- Desenvolver ou adaptar sistemas de produção de biomassa e processos agroindustriais sustentáveis para a obtenção de energia e bioprodutos.
- Desenvolver alternativas de aproveitamento integral da biomassa, incluindo resíduos e coprodutos, para geração de energia ou produção de bioprodutos de alto valor agregado, no conceito de biorrefinaria.
- Prospectar a biodiversidade para aprimorar o aproveitamento da biomassa para fins energéticos e obtenção de bioprodutos.

Macrotema 7: Segurança dos alimentos, nutrição e saúde

- Caracterização, seleção e melhoramento de matérias-primas alimentares com características e propriedades de

interesse nutricional e funcional para consumo in natura e industrialização.

- Desenvolvimento de processos agroindustriais para obtenção de produtos que contemplem aspectos nutricionais, funcionais e sensoriais, de interesse ou preferência do consumidor.
- Prover as bases tecnológicas para garantia de segurança, rastreabilidade e certificação, na oferta e no consumo de alimentos.
- Desenvolvimento de tecnologias e ingredientes que preservem ou alterem o teor de compostos com efeitos benéficos para a saúde e o bem estar, a partir de alimentos processados.
- Desenvolvimento de componentes e embalagens inovadoras, que preservem qualidade, inocuidade e ampliem a vida útil de alimentos.
- Aproveitamento de coprodutos e resíduos da agroindústria de alimentos, ricos em nutrientes e compostos bioativos, para a produção de ingredientes funcionais.
- Compreensão de mecanismos de ação de compostos e microrganismos bioativos e sua interação com o organismo humano.
- Ampliar a identificação e a avaliação de compostos bioativos com potencial para nutrição e saúde, sua incorporação em alimentos e sua biodisponibilidade.
- Desenvolvimento de metodologias e instrumentos para prospecção e avaliação in vitro e in vivo da segurança e de propriedades benéficas de alimentos e seus componentes à saúde humana.

- Desenvolver métodos, processos e práticas de controle e monitoramento de propriedades de alimentos e seus componentes para aumento da saudabilidade.
- Desenvolver tecnologias e estratégias para a agregação de valor aos produtos da agricultura familiar, orgânica e agroecológica pela agroindústria.

Macrotema 8: Mercados, políticas e desenvolvimento rural

- Desenvolver estratégias para a diversificação da renda no campo, fortalecendo as bases para a oferta de outros serviços (ecoturismo, turismo gastronômico, entre outros) no meio rural.
- Ampliar o uso de inteligência territorial antecipatória para apoiar a tomada de decisão com relação aos impactos socioeconômicos de tecnologias e políticas.
- Desenvolver estratégias para ampliar a sinergia entre as ciências cognitivas, sociais e econômicas para tratar questões da dimensão humana e das relações da sociedade com o mundo rural.
- Ampliar o uso de ciência, validada à luz dos diferentes contextos das cadeias produtivas agropecuárias, com foco na inovação e em amplos encadeamentos produtivos, para apoiar a formulação de políticas públicas mais bem informadas e aderidas às necessidades do presente e do futuro.

Tema Transversal: Agricultura familiar, produção orgânica e agroecológica

- Fortalecer o manejo sustentável dos recursos da agrobiodiversidade, visando ao desenvolvimento e à validação de sistemas de produção.

- Desenvolver métodos adequados para prospecção, avaliação e validação de tecnologias para a agricultura familiar, incluindo produção orgânica e agroecológica.
- Desenvolver modelos de soluções viáveis para agroindústrias familiares, priorizando as cadeias curtas de comercialização.
- Desenvolver e promover o acesso de máquinas e equipamentos adequados para a agricultura familiar.
- Desenvolver e validar sistemas de produção agroecológica e orgânica.
- Desenvolver metodologias para potencializar o uso de recursos genéticos próprios, especialmente as sementes (convencionais e crioulas), visando à segurança alimentar e nutricional.
- Desenvolver e validar tecnologias sociais para e com a agricultura familiar, agroecológica e orgânica.

Tema Transversal: Inovações gerenciais nas cadeias produtivas agropecuárias

Inovações gerenciais serão necessárias para manejar com eficiência e eficácia os processos cada vez mais complexos que acompanharão a agropecuária que se descortina para o futuro. A migração de sistemas de produção com poucas atividades para aqueles mais complexos, como a integração lavoura-pecuária ou a integração lavoura-pecuária-floresta, demandará aprimoramentos particularmente na gestão. Da mesma forma, o avanço dos sistemas de precisão ou de manejo sítio-específico demandará inovações gerenciais sofisticadas, muito intensivas em tecnologias da informação e comunicação (TICs).

A sofisticação de redes de comunicação e de transmissão de dados abre imensas perspectivas para novas formas de

integração de atores e de cadeias produtivas e, em última análise, para a implementação de inovações gerenciais. A maior capacidade de coleta, processamento e análise passa a ser decisiva para a incorporação de modelos inovadores de gestão ao longo de toda a cadeia produtiva agropecuária e causa impactos sensíveis sobre os processos de comercialização e de relacionamento com os consumidores finais de seus produtos. Grande parte da agregação de valor aos produtos no futuro virá de inovações derivadas dessas possibilidades.

Tema Transversal: Comunicação e a busca de um novo olhar sobre a agricultura

As cadeias produtivas agropecuárias oferecem uma histórica – e ainda pouco percebida - janela de oportunidades para o Brasil e para os brasileiros, estejam eles no campo ou na cidade. A plataforma científica que emerge neste início de século permite que a agropecuária exprima o conjunto de valores contemporâneos exigidos pela sociedade, que apontam para a sustentabilidade em seu sentido mais amplo, articulando aspectos ambientais, econômicos e de inclusão social e assumindo compromissos como a produção de alimentos mais nutritivos e saudáveis em maior quantidade e com maior eficiência de uso dos recursos naturais.

É, portanto, necessário construir um canal de comunicação entre o campo e a cidade para que a cadeia produtiva agropecuária seja percebida por seu destacado significado para o presente e para o futuro dos brasileiros. É preciso aferir e comunicar amplamente o real peso social e econômico do setor. A comunicação para a busca de um novo olhar sobre a agropecuária dependerá de elementos mensuráveis e esclarecedores, capazes de orientar a sociedade na eleição de suas prioridades.

Referências

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision**. Roma: FAO, 2012.

ALSTON, J. M. **The Benefits from agricultural research and development, innovation, and productivity growth**. Paris: OECD, 2010.

CONFORTI, P. **Looking ahead in world food and agriculture: perspectives to 2050**. Roma: FAO, 2011.

DÍAZ BONILLA, E.; SAINI, E.; CREAMER, B.; HENRY, G. **Better to be foresighted than myopic: a foresight framework for agriculture, food security, and R&D in Latin America and the Caribbean**. Cidade do Panamá: CIAT, 2013.

FORESIGHT Exchange Workshop How to integrate agriculture and environmental stakes in foresights? Beijing: GFAR: Agropolis International: Agreenium, 2011.

FOSTERING productivity and competitiveness in agriculture. Paris: OECD, 2011.

FREIBAUER, A.; MATHIJS, E.; BRUNORI, G.; DAMIANOVA, Z.; FAROULT, E.; GOMIS, J. G.; O'BRIEN, L.; TREYE, S. **Sustainable food consumption and production in a resource-constrained world**. Brussels: SCAR, 2010.

THE FUTURE of food and farming: challenges and choices for global sustainability. Londres: The Government Office for Science, 2011.

GLOBAL Trends 2030: Alternative Worlds. Washington D.C.: NIC, 2012.

NELSON, G. C.; ROSEGRANT, M. W.; PALAZZO, A.; GRAY, I. INGERSOLL, C.; ROBERTSON, R.; TOKGOZ, S.; ZHU, T.; SULSER, T. B.; RINGLER, C.; MSANGI, S. YOU, L. **Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policy options**. Washington D.C.: IFPRI, 2010.

OECD; FAO. **Agricultural Outlook 2012-2021**. Paris, 2012.

OUTLOOK Brasil 2022: projeções para o agronegócio. São Paulo: Fiesp: Icone, 2012.

PAILLARD, S.; TREYER, S.; DORIN, B. (Coord.). **Agrimonde: scenarios and challenges for feeding the world in 2050**. Paris: Quæ, 2010.

USDA. **Agricultural projections to 2022**. Washington D.C., 2013.

www.embrapa.br/agropensa/documento-visao



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA