

## Capítulo 6

## Desafios e soluções para o combate às mudanças climáticas

*Santiago Vianna Cuadra  
Alexandre Bryan Heinmann  
Beata Eموke Madari  
Aryeverton Fortes de Oliveira  
Patricia Menezes Santos  
Patrícia Perondi Anção Oliveira  
Alexandre Kemenes  
Gustavo Barbosa Mozzer  
Luis Gustavo Barioni*

### Introdução

As mudanças climáticas constituem uma grande ameaça, o que reforça a importância dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Caso esses objetivos não sejam alcançados, amplia-se os riscos à saúde, o suprimento de água, a produção de alimentos, a nutrição, a biodiversidade e a segurança energética das sociedades humanas em todo o mundo, especialmente as que vivem em adensamentos urbanos e áreas vulneráveis. A Embrapa tem buscado evidenciar a dimensão dos desafios impostos pela mudança do clima, que vem reduzindo a produtividade agrícola nas últimas décadas em diversas regiões, e propor estratégias para promoção do desenvolvimento sustentável, investindo no desenvolvimento de novas tecnologias e planejamento estratégico para mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e garantir a adaptação dos agroecossistemas do País. A universalização da compreensão dos riscos impostos pela mudança do clima e uma conscientização social sobre o tema serão primordiais. Nesse contexto, a Embrapa, com sua capilaridade nacional e capacidade de produzir e adaptar tecnologias para as mais variadas realidades, será fundamental para a sustentabilidade da agropecuária brasileira.

### A Embrapa

A Embrapa é referência nacional na quantificação de emissões de GEE e na condução de estudos de mitigação em virtude de possuir um arcabouço de dados experimentais, conhecimento organizado e de ferramentas de análise para o planeja-

mento estratégico e a construção de cenários capazes de quantificar os efeitos da adoção de tecnologias. A Empresa tem sido atuante nas comunicações nacionais das emissões de GEE do setor agropecuário e em diversos estudos quantitativos das emissões de sistemas agropecuários, demonstrando, via de regra, menores emissões dos agroecossistemas nacionais em relação ao estimados por análises com modelos e fatores *default* produzidos fora do País. Ela destaca-se, também, no apoio para formulação de políticas públicas, tendo subsidiado a definição das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMAs), do Plano ABC e das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) do Brasil, e na participação em importantes estudos coordenados pelo Banco Mundial. A ampliação e a adoção de soluções tecnológicas preconizadas nessas políticas poderão conferir aos agroecossistemas tanto o incremento da capacidade adaptativa aos impactos da mudança do clima quanto à redução das emissões de GEE. O monitoramento da efetividade de longo prazo dessas ações é também fundamental, uma vez que as variações dos estoques de carbono são mensuráveis no horizonte de décadas. O incremento dos estoques de carbono é uma das principais bases da contribuição da agropecuária no NDC brasileiro. Para apoiar essas iniciativas, em 2016 foi inaugurada a Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa, na Embrapa Meio Ambiente em Jaguariúna, SP, a qual tem como objetivo monitorar a redução das emissões de GEE na agropecuária brasileira, bem como a dinâmica de estoque de carbono no solo.

Promover a resiliência e a adaptabilidade aos riscos climáticos requer planejamento e o desenvolvimento de recursos humanos, além de ferramentas tecnológicas capazes de produzir conhecimento e estimativas acerca dos riscos a que estão sujeitos os distintos agroecossistemas nas diferentes regiões do País. Essa tarefa é extremamente complexa, dada a dimensão continental do Brasil e a diversidade de cultivos e de sistemas produtivos. Embora estejam em curso iniciativas nacionais e internacionais de pesquisa, a capacidade nacional de determinação dos potenciais impactos da mudança climática ainda é limitada a um número reduzido de culturas agrícolas. A ampliação das culturas contempladas pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), assim como o desenvolvimento e parametrizações de novos modelos biofísicos serão centrais nesse processo. Entretanto, a carência de dados experimentais para parametrização dos modelos para diversas culturas agrícolas constitui-se, ainda, em um importante gargalo para a redução das incertezas decorrentes de tais modelos. Para acelerar os avanços nessa área, faz-se necessário ampliar os investimentos em pesquisas de base, na organização de redes de experimentação de Unidade de Referência Tecnológica (URT) de longo prazo – com parceiros públicos e privados –, considerando o monitoramento

das condições ambientais (experimentos agro/micrometeorológicos); expandir a capacidade das plataformas de fenotipagem; avançar com os experimentos *Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment (Face)*, considerando também os efeitos do aquecimento concomitantemente ao enriquecimento do CO<sub>2</sub> (*Free-Air Warming and CO<sub>2</sub> Enrichment*) e contemplando outras culturas agrícolas e diferentes ambientes de produção. Por meio dessas ações, será possível melhor compreender e modelar as interações crescimento/productividade, fatores abióticos e práticas de manejo nos agroecossistemas.

## Avanços e desafios

Uma vez identificados e quantificados os riscos climáticos aos sistemas de produção agrícola adotados, tecnologias, produtos e serviços serão adaptados para minimizar a exposição a esses riscos e, ao mesmo tempo, conferir resiliência aos agroecossistemas frente às mudanças climáticas. Além da adoção de práticas de manejo de integração e intensificação, os programas de melhoramento vegetal e animal terão papel fundamental no desenvolvimento de genótipos adaptados às condições climáticas futuras. Na produção vegetal, grupos de pesquisa têm concentrado esforços buscando avanços no conhecimento e geração de práticas e processos agrícolas para o desenvolvimento de cultivares com tolerância ao déficit hídrico, eficiência fotossintética e nutricional, e resistência à toxicidade do alumínio em solos ácidos. Para isso, é fundamental a continuidade do financiamento de pesquisas básica, pré-melhoramento e o desenvolvimento de cultivares na fase de melhoramento final.

O melhoramento genético animal, particularmente o de zebuínos e seus cruzamentos, deverá gerar animais mais tolerantes ao estresse térmico e mais resistentes a parasitas associados a temperaturas elevadas, ao mesmo tempo que elevar a qualidade de carne e a produtividade a esses animais. Ganhos relacionados à microbiologia do solo e do rúmen, particularmente com relação à fixação biológica não simbiótica de nitrogênio, reduzindo o aporte de fontes sintéticas, e redução das emissões de metano entérico são importantes fronteiras do conhecimento em que a Embrapa deve fazer investimentos e são promissoras em termos de potencial de contribuição futura. Hoje, o Brasil é referência em genética zebuína, conhecida pela rusticidade, tolerância ao calor e parasitas, permitindo a produção sustentável nos trópicos.

Avanços na adoção de sistemas integrados e intensivos de produção (integração lavoura-pecuária-floresta – [ILPF](#)) deverão contribuir significativamente na

mitigação das emissões e na adaptação da agricultura brasileira para as mudanças climáticas. A continuidade de pesquisas e estudos em URTs de longo prazo será necessária para subsidiar políticas públicas dedicadas à adoção de sistemas integrados e intensivos. A Empresa tem buscado a implantação e manutenção de URTs multidisciplinares com experimentos interinstitucionais, em colaboração com diversas universidades e com o setor privado, de modo a contribuir para o melhor entendimento da integração e da intensificação nos agroecossistemas. A diversificação da produção e o melhor aproveitamento das aptidões locais contribuirão para adaptação regional do setor agropecuário às mudanças climáticas. A adoção de sistemas agroflorestais e a manutenção de espécies nativas em agroecossistemas são importantes para a recuperação de áreas degradadas e para a conservação da biodiversidade e dos [serviços ambientais](#), o que pode trazer à tona a discussão sobre políticas públicas ligadas ao pagamento pela prestação de [serviços ambientais](#), e, em particular, os serviços de regulação climática.

Sistemas produtivos em aquicultura (maricultura, piscicultura, etc.), tanto em ambientes de água doce, como em salobra ou salgada, têm a grande vantagem de serem mais eficientes energeticamente que os setores de produção de carne. No Brasil, há grandes áreas disponíveis e não ocupadas pela atividade. Entretanto, existem poucos estudos sobre o balanço de emissões de GEE para esses sistemas. A integração entre produção aquícola e vegetal (aquaponia) apresenta-se como grande oportunidade de adaptação às mudanças climáticas para a produção sustentável de alimentos com baixo impacto nas emissões de GEE no Brasil.

## Considerações finais

A transformação sustentável da agropecuária brasileira deverá estar cada vez mais alinhada a ações de adaptação aos impactos das mudanças do clima e também capazes de mitigar as emissões ou aumentar as remoções de GEE. Em virtude das características de abrangência espaço-temporal do problema, os avanços de conhecimento obtidos pela Embrapa nas últimas décadas e a interação com a sociedade e instituições de ensino e pesquisa assumem um papel primordial no apoio à formulação de políticas públicas que visem ao desenvolvimento de alternativas viáveis nos meios de produção no País. Essas políticas serão decisivas para ampliar a capacidade de adaptação da sociedade e da economia frente aos riscos climáticos, criando condições e oportunidades para negócios ligados à resiliência climática.

A Embrapa exercerá um papel de relevo no apoio à evolução e formulação de novas políticas setoriais, que deverão, no futuro próximo, progredir para programas e projetos apoiados por análises sistêmicas, cientificamente embasadas e integradas, que permitam o acompanhamento quantitativo contínuo e transparente dos resultados. O agronegócio brasileiro deverá encontrar nos resultados de pesquisa inovações e tecnologias que permitam a gestão eficiente dos recursos naturais com vistas à demanda por melhoria das condições socioeconômicas e maior equidade social. Suas ações deverão ser coerentes e integradas com os ODS e com os objetivos de múltiplas políticas públicas, nas quais a governança dos temas de mudanças climáticas será sinérgica com a aplicação eficiente de recursos públicos e privados para o desenvolvimento sustentável nas variadas realidades locais do País.

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 14439