

Capítulo 4

Políticas, planos e estratégias nacionais para combate às mudanças climáticas

Aryeverton Fortes de Oliveira

Giampaolo Queiroz Pellegrino

Santiago Vianna Cuadra

Luis Gustavo Barioni

Daniel de Castro Victoria

Introdução

A transformação da agricultura acontece em um ambiente de mudança de paradigma tecnológico e evolução institucional, no qual a Embrapa contribui com a aplicação do conhecimento científico, tanto nos processos tecnológicos quanto na promoção das políticas públicas e seus instrumentos. Escolhas públicas assertivas devem ser buscadas para promover com eficácia o desenvolvimento sustentável, implicando em uma transformação tecnológica da agropecuária brasileira que visa assegurar a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e promover a adaptação eficiente de suas práticas e sistemas frente à mudança do clima. O presente capítulo trata de como a Embrapa tem contribuído para a meta 13.2 – Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

As inovações tecnológicas e organizacionais para lidar com as vulnerabilidades da agricultura frente ao clima são parte significativa do desenvolvimento do agronegócio, e, portanto, objeto importante dos trabalhos da Embrapa. A Empresa e seus parceiros contribuem singularmente para a inovação tecnológica e formulação de políticas públicas. A compreensão e redução da susceptibilidade das culturas ao clima, a identificação da exposição dos diferentes sistemas de produção aos eventos climáticos e o reforço da capacidade adaptativa da agricultura são sistematicamente abordados nos programas de pesquisa da Embrapa. Estudos consistentes sobre a vulnerabilidade (Deconto, 2008) e o apoio à elaboração de cenários de gestão de riscos são oferecidos à sociedade e continuamente atualizados, consolidando e transferindo conhecimento em diferentes escalas para todo o território nacional.

A Embrapa prioriza áreas de pesquisa e promove a capacitação e transferência de tecnologia nos diferentes tópicos das mudanças climáticas. A Empresa desenhou um portfólio de projetos de pesquisa com sete vertentes e temas principais e mais de 45 linhas de pesquisa, desenvolvimento e inovação para os quais se estimula a submissão de projetos competitivos. Aproximadamente 150 projetos e resultados estão associados a essas vertentes. Três grandes projetos em rede, com abrangência nacional, focam a análise de vulnerabilidade e adaptação (Programa 7 do [Plano ABC](#)), sejam eles: Simulação de Cenários Agrícolas Futuros ([Scaf](#)), que analisa a vulnerabilidade das culturas agrícolas; Impactos das Mudanças Climáticas Globais sobre Problemas Fitossanitários ([Climapest](#)), que analisa a influência das mudanças climáticas sobre os problemas fitossanitários; e [Rede AgroHidro](#), que analisa a relação entre a agricultura, os recursos hídricos e as mudanças climáticas.

Desenvolvimento e mudanças no clima

O desenvolvimento da agricultura revela que os agentes econômicos têm encontrado meios para inovar e transformar processos de produção. Com papel ativo nesse curso de desenvolvimento, a Embrapa oferece tanto soluções tecnológicas para os produtores quanto conhecimento técnico para a formulação e execução de políticas públicas. Informações básicas, sistemas de informação e de apoio aos tomadores de decisão da empresa têm promovido a boa governança e o equilíbrio de interesses públicos e privados. Sob a pressão da mudança do clima, os interesses se voltam para inúmeras negociações globais e locais, muitas das quais são assessoradas pela Embrapa.

As condições de incerteza e complexidade que cercam a agricultura criam desafios que ultrapassam a capacidade inerente dos produtores em avaliar suas condições de produção. A Embrapa, em sua missão de gerar conhecimento e informação, interpreta os sinais das mudanças do clima e a sensibilidade da exposição de sistemas produtivos em cada localidade do País, para que os desafios técnico-científicos sejam coerentes às demandas. A promoção da competitividade do agronegócio, da eficiência técnica e econômica do uso de recursos naturais e financeiros, a equidade social e a segurança e a qualidade alimentar devem estar em equilíbrio, muito embora isso tenha sido um dos seus maiores desafios da agricultura nacional (Alves, 2014).

Destarte, a adaptação da agricultura deverá passar, nos próximos anos, pela utilização de tecnologias da informação em processos de planejamento, gerenciamento, monitoramento e avaliação de ações. A transformação digital das cadeias

agroindustriais e do campo ampliará as possibilidades de transferência e gestão de riscos. A antevisão da necessidade dessa adaptação tecnológica levará a Embrapa e instituições parceiras a desenvolver tecnologias e inovações que irão naturalmente ao encontro da mitigação de emissões de GEE e controle de riscos.

Os processos biofísicos serão conhecidos em profundidade e controlados como nunca antes na produção de alimentos. Riscos e oportunidades serão conhecidos com menor incerteza, e processos decisórios serão conduzidos pelo conhecimento a priori das externalidades da produção. Um exemplo de produto que integra informações sobre o clima, o solo, as cultivares e o manejo é o [Zoneamento Agrícola de Risco Climático \(Zarc\)](#). Iniciado há mais de 20 anos e conduzido com apoio da Embrapa, tem sido um dos mais importantes instrumentos de estímulo à sustentabilidade da agricultura e da segurança alimentar brasileira. Por trás das informações de riscos disponibilizadas para mais de 44 culturas agrícolas, há uma grande articulação entre conhecimentos empíricos, monitoramento meteorológico, bem como validação e aproximação de modelos, os quais são contrastados com dados observados em cada município brasileiro.

Ademais, a Embrapa tem atuado diretamente no suporte das principais ações governamentais de mitigação e adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas, por exemplo, por meio do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – [Plano ABC](#) (Brasil, 2016a) e do [Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima](#) – PNA (Brasil, 2016b). A Embrapa tem sido consultada e contribuído com informações técnicas, dados experimentais e estudos de simulação e otimização para a definição de propostas brasileiras para a mitigação das emissões de GEE.

No âmbito internacional, as principais propostas brasileiras para a mitigação das emissões de GEE são os Compromissos Voluntários do Brasil (NAMAs, do inglês Nationally Appropriate Mitigation Actions) e as Contribuições Nacionalmente Determinadas ([NDC](#), do inglês Nationally Determined Contributions). Em ambos, a Embrapa contribuiu, por exemplo, com números e estimativas da área de pastagens degradadas a ser recuperada por integração lavoura-pecuária-floresta – [ILPF](#) (Brasil, 2013) ou pastagens cultivadas, bem como nos cálculos dos custos diretos da adoção da tecnologia e do potencial de mitigação de emissões. Os estudos da Embrapa foram também essenciais para a definição do [Plano ABC](#), a principal política do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) com foco nas questões ambientais alinhadas à gestão territorial dos recursos naturais.

Informações críticas para a formulação de políticas públicas

Quais sistemas agropecuários podem se tornar mais resilientes, mitigadores de emissões de GEE e que devem ser fortalecidos no Plano Nacional de Adaptação (PNA)? Qual o desempenho das diferentes culturas e cultivares em condições climáticas adversas? Quais avanços tecnológicos devem ser buscados como forma de adaptação às situações de elevada vulnerabilidade climática?

Novas informações que ajudem a responder a essas questões têm por característica o custo elevado de produção e baixo custo de cópia e distribuição. A primeira versão é custosa, e a recuperação do investimento para produzi-la costuma ter elevado tempo de retorno ou mesmo ser impossível. Desse modo, a informação climática, agrônômica e socioeconômica para o agronegócio deverá ser fomentada por políticas de estado, a exemplo das Políticas Nacionais de Biocombustíveis – RenovaBio (Brasil, 2017a) e de [ILPF](#) (Brasil, 2013). A ação transversal das informações em políticas públicas se estende às decisões do setor privado, contribuindo sempre para a implantação de sistemas produtivos adequados para a quebra de velhos paradigmas em razão da necessidade de respostas à mudança do clima.

Políticas públicas para adaptação

Políticas públicas promovem o bem-estar social e econômico pela efetividade de suas ações. Para lidar com as questões da mudança do clima, a Embrapa deverá concentrar esforços na identificação, desenvolvimento e adaptação de práticas agropecuárias; no desenvolvimento e caracterização de novas cultivares agrícolas (para uma ampla gama de culturas); no desenho e recomendação de novos sistemas integrados de produção animal e vegetal; na avaliação de alternativas de manejo de reciclagem e adubação dos solos; no uso inteligente da irrigação e dos solos; no controle de pragas e doenças; e na introdução de novas tecnologias, especialmente, no contexto de automação e agricultura de precisão. A Embrapa tem papel de relevo no fomento às políticas públicas, uma vez que está presente nas mais diversas ecorregiões do País, dispondo de conhecimento regional, estrutura e logística de laboratórios para a configuração de Unidades de Referência Tecnológica (URTs) com tecnologias particulares a cada polo de desenvolvimento ecorregional.

Monitoramento e avaliação de programas públicos e privados

A ação governamental passa pela operacionalização integrada de grandes planos e políticas em programas e projetos, os quais subsidiam a formulação de políticas públicas de apoio à definição dos [NAMAs](#), do [Plano ABC](#) e das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NCD) do Brasil (Oliveira et al., 2018), bem como pela participação do País em importantes estudos, como o do Banco Mundial (Gouvello et al., 2010).

A Empresa tem contribuído de forma efetiva nas comunicações nacionais de emissões e remoções e em diversos estudos quantitativos das emissões de sistemas agropecuários, demonstrando, via de regra, menores emissões de nossos sistemas produtivos em relação ao estimado por análises com modelos e fatores *tier 1* ou *default*. Os trabalhos da Embrapa concentram-se especialmente em:

- Recuperação de pastagens degradadas.
- Integração lavoura-pecuária-floresta e sistemas agroflorestais.
- Implantação e fortalecimento de sistemas de plantio direto.
- Tratamento de dejetos animais.
- Adaptação às mudanças climáticas e ações transversais.

Merecem destaque as ações de monitoramento do [Plano ABC](#). Para apoiar as ações de mitigação de emissões em sistemas pecuários, florestais e graníferos nos diversos biomas brasileiros, a Embrapa tem fomentado projetos em rede como [Pecus](#), [Saltus](#) e [Fluxus](#). Para aprofundar o entendimento da relação entre pecuária e mudanças climáticas, foi desenhado o projeto internacional FP7 Animal Change, cofinanciado pela União Europeia.

A Embrapa mantém um número significativo de projetos dedicados à adaptação genética de culturas agrícolas para as mudanças climáticas. Devem ser ressaltadas as iniciativas corporativas como o Zoneamento Agrícola de Risco Climático e o Projeto Especial sobre a Governança da Plataforma ABC, bem como citam-se projetos dos diversos portfólios e arranjos correlatos, como [ILPF](#), Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), Pastagem, Sucroalcooleiro Energético, Agricultura Irrigada, Convivência com a Seca, Recursos Florestais Nativos, Recursos Genéticos e Engenharia Genética no Agronegócio, para listar apenas os portfólios mais relevantes para a temática.

Nos projetos de mudanças climáticas, a Empresa investe também em projetos para desenvolvimento de técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento das culturas e de áreas degradadas no País. Atua na capacitação e transferência de tecnologia por meio de dias de campo, palestras, seminários, oficinas, visitas técnicas de agricultores em áreas de recuperação de pastagem, fazendas, eventos em 79 Unidades de Referência Tecnológica (URTs) e/ou em Unidades de Teste e Demonstração (UTDs), em centros de pesquisa, etc., entre outras estratégias como um canal dedicado no Youtube.

As análises de vulnerabilidade e resiliência da agricultura devem nortear a identificação de áreas e alternativas de adaptação da produção. A gestão de riscos é uma das áreas mais relevantes de atuação estratégica da Embrapa, a qual deverá ser fortalecida nos próximos anos. Também, o fomento à agregação de valor da produção integrada validada por normas de certificação de redução de emissões. Os projetos da Empresa aprimoram as Análises de Ciclo de Vida (ACV) dos produtos da pecuária, fortalecendo a comunicação efetiva nos mercados interno e externo. A Embrapa desenvolve ferramentas que aprimoram as análises da eficiência técnica e econômica nos sistemas produtivos incentivados pelo plano, que auxiliam seu direcionamento e que promovem o cumprimento de metas ampliadas pelas [NDC](#), desde a ratificação do [Acordo de Paris](#).

Negociações e capacidade institucional para a adaptação

A Embrapa tem contribuído ativamente em negociações internacionais, as quais levaram à construção de planos e programas como o Plano ABC, Carne Carbono Neutro (Suleiman, 2016) e do PNA. Especificamente, neste último, duas estratégias nacionais para adaptação da agricultura brasileira às mudanças climáticas contaram com apoio singular da Embrapa. Tomando como pressuposto de que as ações do PNA estabeleçam sinergias entre as políticas e as estratégias de mitigação das emissões, duas metas estratégicas devem estar presentes na agenda da Embrapa: a) o desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola; b) Núcleo de Inteligência Climática da Agricultura para Gestão do Risco Climático na Política Agrícola Brasileira.

Essas metas melhoram a adaptação dos sistemas agroindustriais, reforçando a capacidade e a competitividade do setor em termos biotecnológicos, novos insumos, tecnologias de reciclagem e de culturas e integrações de processos com

maior potencial de agregação de valor, como por meio da certificação, gestão e transferência de riscos.

A operacionalização de políticas e estratégias setoriais de adaptação às mudanças do clima requer a modernização, a elevação da competitividade, a gestão integrada de riscos e a agregação de valor. Promove-se a segurança alimentar e a qualidade nutricional dos alimentos, garantindo a produção em escala e qualidade adequadas para o desenvolvimento sustentável em suas distintas dimensões. Tais esforços devem ocorrer simultaneamente em níveis local, regional e nacional. O entendimento deve ser sistêmico e deve estimular redes de Ciência & Tecnologia que facilitem a integração e o compartilhamento de informações. Em forte sintonia com a gestão de políticas, é preciso fomentar a transformação digital em curso na agricultura com a introdução de novos meios para a aquisição, processamento, compartilhamento e segurança de dados e metadados entre as iniciativas privada e pública, bem como entre usuários e empresas.

Algumas das principais linhas técnicas de interesse são:

- O desenvolvimento de sistemas de armazenamento, recuperação, análise e síntese de massas de dados (*Big Data*) (Crawford, 2011).
- A organização e catalogação de dados e de seus respectivos metadados.
- A modelagem, simulação e otimização de agroecossistemas.
- O monitoramento por meio de sensores remotos e orbitais.
- A integração de informações ambientais, socioeconômicas, jurídicas, tecnológicas, dentre outras.
- O desenvolvimento de aplicações em “Internet das Coisas” (Santos et al., 2016) (interligação entre dispositivos/sensores autônomos e pessoas), “Inteligência Artificial” (Byrum, 2017) (solução de problemas complexos) e *Blockchain* (Ge et al., 2017) (transações jurídicas e comerciais mais seguras).

Os principais produtos deverão ser:

- Sistema de Monitoramento, Avaliação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola: visa à produção de indicadores, integração de informações, simulação de resultados e análise de cenários. Deverá ser um banco de informação por meio da integração e síntese de massas de dados de escalas distintas, referenciando programas e ações locais, regionais e nacionais. As informações estarão disponíveis e serão especialmente relevantes para a

comunicação e visualização de resultados, a exemplo da plataforma interativa [MapBiomass](#).

- Algoritmos computacionais: visam à avaliação técnica e econômica de agroecossistemas em diferentes cenários e regiões. Essas soluções, implementadas por meio de técnicas de simulação, otimização, assimilação de dados e inteligência artificial, permitirão analisar estratégias de mitigação e adaptação, bem como apoiar a formulação de políticas públicas.
- Sistema de comunicação e visualização (Data visualization, 2018) de resultados: visa disponibilizar para diferentes atores dos setores público e privado informações úteis para suporte à tomada de decisão com relação à mudança do clima, em particular no que se refere à indicação de modelos de produção agropecuária e à avaliação do impacto da adoção desses modelos para a reformulação de políticas públicas. As informações geradas deverão fornecer subsídios para políticas públicas em negociações internacionais, induzir a demanda pela produção de dados científicos relevantes e, por fim, auxiliar na discussão de contenciosos comerciais ou barreiras não tarifárias de ordem técnica.
- Infraestrutura de armazenamento, curadoria, processamento de dados e recuperação da informação: visa estabelecer regras de segurança, controle de acesso e uso da informação. Esta infraestrutura deverá utilizar-se de meios de comunicação e troca de informação modernos que permitam a integração com outras redes de pesquisa e bases de dados, de modo a garantir amplo acesso à informação e de forma segura por meio de colaboração nas escalas individual e institucional.

Considerações finais

Diversas transformações vêm afetando a agricultura, seja no âmbito tecnológico, na percepção e exigência dos consumidores, seja nas alterações causadas pelas mudanças climáticas. Nesse cenário, o conhecimento científico é imprescindível para a tomada de decisões nos setores público e privado, a formulação de políticas de indução e de fomento, visando ao desenvolvimento de novas práticas e tecnologias que garantam a sustentabilidade da agricultura.

A Embrapa tem forte atuação em questões relacionadas às mudanças climáticas e tem contribuindo significativamente para a inovação tecnológica e a produção de conhecimentos. Por meio de seus projetos de pesquisa, a Empresa fornece à

sociedade estudos consistentes sobre as vulnerabilidades da agricultura e produz conhecimentos para ampliar a sua capacidade adaptativa. Assim, a Embrapa cumpre seu papel de consolidar e transferir conhecimento para os mais diversos produtores rurais distribuídos em praticamente todos os municípios dos estados da federação brasileira.

O conhecimento gerado pela Embrapa afeta a tomada de decisão do produtor e vem promovendo inúmeras inovações nas áreas de tecnologia da informação, simulação computacional, *Big Data*, “Internet das Coisas”, inteligência artificial, dentre outras. A política agrícola brasileira conta com o apoio da Embrapa para manter a ligação entre seus planos, programas e projetos com a realidade produtiva e o estímulo da sustentabilidade e da segurança alimentar. A interação da Embrapa com os quadros técnicos governamentais é essencial para o sucesso da formulação e gestão do [Plano ABC](#) e do [Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima \(PNA\)](#). As negociações internacionais e a formulação das propostas brasileiras para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa – [NAMAs](#) (Compromisso..., 2014) e [NDC](#) (Brasil, 2017b) – são apoiadas diretamente pelas quantificações, modelagem e análises dos fatores de emissão geradas pela Empresa.

Referências

ALVES, E. Classes de renda na agricultura. **Revista Agro DBO**, v. 11, n. 63, p. 48-52, 2014.

BRASIL. Lei nº 13.576 de 26 fevereiro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2017a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2015-2018/2017/Lei/L13576.htm>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos2011-2014/2013/Lei/L12805.htm>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC - Agricultura de baixa emissão de carbono**. Brasília, DF, 2016a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC**. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10570-indc-contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação**. Brasília, DF, 2016b. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

BYRUM, J. A conversation with Joseph Byrum, PhD, MBA, PMP. **Industrial Biotechnology**, v. 13, n. 3, p. 101-102, 2017. DOI: 10.1089/ind.2017.29082.jby.

COMPROMISSO voluntário do Brasil. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2011/11/o-compromisso-voluntario-do-brasil>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

CRAWFORD, K. Six provocations for Big Data. In: SYMPOSIUM ON THE DYNAMICS OF THE INTERNET AND SOCIETY, 2011, New York. [Anais...]. New York: Data & Society Research Institute: Microsoft Research. 2011. 17 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.192643>.

DATA VISUALIZATION. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Data_visualization>. Acesso em: 8 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.

GE, L.; BREWSTER, C.; SPEK, J.; SMEENK, A.; TOP, J. **Blockchain for Agriculture and Food**: findings from the pilot study. Wageningen: Wageningen Economic Research, 2017. 40 p. (Report 112). Disponível em: <https://www.wur.nl/upload_mm/d/c/0/b429c891-ab94-49c8-a309-beb9b6bba4df_2017-112%20Ge_def.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2018.

GOUVELLO, C. de; SOARES FILHO, B. S.; NASSAR, A. (Coord.). **Estudo de baixo carbono para o Brasil**: uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas: relatório de síntese técnica. Washington, DC: World Bank, 2010. 288 p.

OLIVEIRA, J. de M.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. T. de M.; ASSIS, P. C. R.; SILVEIRA, A. L. R.; LIMA, M. de L.; WRUCK, F. J.; MEDEIROS, J. C.; MACHADO, P. L. O. de A. Integrated farming systems for improving soil carbon balance in the southern Amazon of Brazil. **Regional Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 105-116, 2018. DOI: 10.1007/s10113-017-1146-0.

SANTOS, B. P.; SILVA, L. A. M.; CELES, C. S. F. S.; BORGES NETO, J. B.; PERES, B. S.; VIEIRA, M. A. M.; VIEIRA, L. F. M.; GOUSSEVSKAIA, O. N.; LOUREIRO, A. A. F. Internet das coisas: da teoria à prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES E COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 34., 2016, Salvador. **Livro de minicursos**. Porto Alegre: SBC, 2016. p. 1-50. Disponível em: <<http://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

SULEIMAN, K. **Pesquisa desenvolve conceito carne carbono neutro para produção bovina**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/13239171/pesquisa-desenvolve-conceito-carne-carbono-neutro-para-producao-bovina>>. Acesso em: 8 fev. 2018.