

## Estratégia de infraestrutura, tecnologias de produção e equipamentos agrícolas para a adaptação da agropecuária brasileira à mudança do clima

Giampaolo Queiroz Pellegrino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

Numa abordagem com foco operacional, certamente neste Capítulo 2 da coletânea, devem ser enquadrados os diversos projetos que propõem implantar ações de adaptação localmente, diretamente no campo, onde se concretizam como ações de adaptação, as diversas propostas de estruturas físicas a serem construídas, as técnicas de manejo e produção e os diversos tipos de equipamento empregados no campo, ainda que não tenham sido inicialmente propostos como soluções ou alternativas frente aos impactos da mudança do clima na agricultura. Porém, procurando ir além das medidas de adaptação mais intuitivas, ou seja, o melhoramento genético e a irrigação, por exemplo, neste capítulo é relevante discutir um leque mais amplo de ações que pode abranger desde ações específicas de manejo local, a serem adotadas pelos agricultores “dentro da porteira” com o enfoque de adaptação, até ações estruturantes que fazem ou podem fazer parte de políticas e programas nacionais. Também, analisando os três componentes deste capítulo, pode parecer mais intuitivo associar a adoção de tecnologias de manejo e produção e a de equipamentos a essas ações mais tangíveis “dentro da porteira”, e, por outro lado, associar as ações estratégicas e de infraestrutura como mais eficazes e eficientes se abordadas de forma mais integrada e integradora e incorporadas a programas e políticas regionais e nacionais, mas não é o que se pretende aqui.

Ao contrário, este capítulo pretende ressaltar a complementaridade dessas abordagens, reconhecendo como ações que promovem a adaptação não apenas as evidentes e mais tangíveis ações implantadas no campo, mas também os esforços de organização da informação, pesquisa, desenvolvimento e inovação, aumento da capacidade adaptativa e da resiliência e, consequentemente, sustentabilidade sócio-econômico-ambiental e até institucional. Isso se dá mesmo que, à primeira vista, elas não se caracterizem ou não sejam explicitadas como tal.

Com esse enfoque, os componentes deste capítulo devem colaborar para o desenvolvimento de uma estratégia de adaptação que se fundamente no melhor conjunto de informações e conhecimento disponível e sua eficácia dependerá do desenvolvimento de meios de implementação e infraestrutura que assegurem sua continuidade ao longo do tempo, constante processo de revisão e aprimoramento, com investimento em ciência e tecnologia de maneira planejada. Ainda há muito a se evoluir nesse sentido no Brasil e nos países em desenvolvimento e, se pensarmos em eventos extremos, provavelmente, no mundo desenvolvido também.

De forma mais objetiva, nessa abordagem mais abrangente sobre infraestrutura, tecnologias e equipamentos adaptadores, incorporaram-se algumas vertentes principais a serem consideradas na busca dessa evolução:

- “Sistemas de informações ambientais básicas, sobre tecnologias utilizadas correntemente e sobre novas opções tecnológicas que possam promover a resiliência e a adaptação aos impactos negativos da mudança climática;

- Avanço do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico para o aprimoramento de sistemas de produção de conhecimento, utilizando um sentido amplo de gestão da informação e universalização do acesso ao conhecimento, desenvolvido ou adaptado, consideradas como um produto inovador per se;
- Projeções de cenários futuros integrando as diversas vertentes da sustentabilidade (social, econômica, ambiental e institucional) dos sistemas de produção agrícola como subsídio à tomada de decisão sobre que cenários almejar e quais as formas de concretizar seu atingimento, à luz da organização e gestão da informação, do avanço do conhecimento e da modelagem desses sistemas;
- Modelos ou novos elementos de desenvolvimento rural que incluam inovação e transferência de novas opções tecnológicas que promovam resiliência, adaptação e sustentabilidade aos efeitos deletérios da mudança do clima; e
- Políticas públicas, o que já o são o próprio Plano para Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), o Plano Nacional de Adaptação (PNA) e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

Na medida do possível, nas análises dos trabalhos apresentados nesta coletânea, bem como numa análise conclusiva e propositiva sobre o tema, serão referenciadas essas vertentes.

Dada a ampla diversidade de opções de ações diante das necessidades e especificidades da escala local até a abrangência regional e nacional de políticas públicas associáveis a este capítulo, que podem ser relacionadas às vertentes listadas, não é possível identificar uma abordagem metodológica bem definida. Porém, é possível fazer algumas agregações de trabalhos que colaboraram para a evolução do país nessas vertentes.

Dessa forma, há um conjunto de trabalhos focados na busca de soluções para a região nacional mais vulnerável e provavelmente com menor capacidade adaptativa, o Semiárido. Esses trabalhos são soluções tecnológicas replicáveis com alguma adaptação a toda a abrangência do bioma e mesmo a regiões mais secas do Cerrado. De maneira geral, focam na convivência com a seca propondo um melhor armazenamento e o uso de pouca água disponível, principalmente por meio de cisternas, poços e barragens subterrâneas. Um dos trabalhos foca no uso de biotratamentos em aquicultura, a exemplo da tecnologia de manejo da produção como forma de adaptação ao aumento da eutrofização provocado pelo aumento da temperatura da água. Esse trabalho aborda também aspectos econômicos, quantificando os benefícios econômicos promovidos pela tecnologia e aspectos sociais relacionados ao saneamento básico, envolvendo as várias vertentes da sustentabilidade e sua relação com a mudança do clima. Também são propostas tecnologias sociais, que procuram ser simples, replicáveis e desenvolvidas em integração com a comunidade local na busca por soluções para seus problemas. Além disso, são propostas ações de caráter social procurando integrar técnicas agroecológicas no ambiente da agricultura familiar como forma de aumento de sua resiliência e de redução de sua vulnerabilidade, com técnicas mais adequadas de manejo do solo, incorporação de matéria orgânica, biochar e inoculante, bem como o monitoramento de diversos fatores de produção, melhorando a tomada de decisão, a produção e a renda do agricultor.

Em outra vertente tecnológica, apresentam-se trabalhos dispersos pelo país com foco na recuperação do solo e no seu manejo conservacionista, abrangendo técnicas como a recuperação de voçorocas, o uso de biochar e outras técnicas de acúmulo de carbono no solo, como plantio direto, rotação de culturas e integração lavoura-pecuária-floresta. Embora algumas dessas técnicas sejam consideradas mitigadoras, o manejo adequado do solo e o acúmulo de carbono trazem melhorias à fertilidade do solo e à sua capacidade de armazenamento de água, permitindo uma maior adaptação ou redução da vulnerabilidade desses sistemas aos impactos das mudanças climáticas. Alguns desses trabalhos abordam também a intensificação sustentável possibilitada por essas técnicas e analisam a melhoria econômica e social promovida.

Essa vertente do manejo conservacionista e adaptativo permeia também outro conjunto de trabalhos que foca a sustentabilidade das atividades pecuárias. No Pantanal, o manejo é associado à questão da degradação e do praguejamento das pastagens nativas, do uso de espécies exóticas e da dinâmica de inundações. Na Amazônia, foca na reforma de pastagens degradadas com técnicas de plantio direto. No estado do Rio de Janeiro, lança mão de um conjunto diverso de técnicas no manejo integrado de microbacias, incorporando também a capacitação dos pequenos pecuaristas e agricultores, a pesquisa participativa e o estímulo à coesão social, focando na redução da vulnerabilidade e no aumento da resiliência frente a eventos extremos.

Um último agrupamento de trabalhos tem como abordagem integradora a gestão da informação e do conhecimento, este em grande parte dos trabalhos incorporados a sistemas informatizados de apoio à tomada de decisão, que transpassa todas as escalas espaciais, indo desde a fazenda até as políticas públicas estaduais e nacionais. Vários dos trabalhos já comentados nos outros agrupamentos ou vertentes também incorporam ferramentas de gestão da informação e tomada de decisão. Um dos trabalhos exemplifica uma ferramenta que, bem adequada ao domínio analisado, permite a mineração de dados textuais e a seleção de artigos que apresentam melhor relação com a região, a cultura, o bioma etc. e que pode agilizar a busca de soluções tecnológicas para a adaptação aos impactos da mudança do clima ou ao direcionamento mais eficiente de pesquisas nesse sentido.

Trabalhos focados em Zoneamentos Agrícolas de Risco Climático (ZARC) e Zoneamentos Agroecológicos (ZAEs), integrados a políticas estaduais ou nacionais, apresentam-nos como poderosas ferramentas de gestão pública do tema, identificando regiões mais vulneráveis, indicando sistemas mais adaptados às condições climáticas regionais e atuando como indutores tecnológicos e de boas práticas, quando integrados a um sistema de crédito e/ou seguro agrícola. Como resultado, apresentam o aumento da eficiência técnica e econômica dos sistemas por meio da colaboração para o aumento de produtividade, da renda e da condição social do agricultor, ou seja, da adaptação e sustentabilidade do ambiente de produção. Nos trabalhos focados na simulação de cenários agrícolas futuros, a abordagem é baseada na alimentação dos modelos aplicados nos zoneamentos, com cenários climáticos futuros gerados por modelos globais e regionais de circulação da atmosfera, permitindo a análise tendencial do impacto das mudanças climáticas projetadas sobre o desenvolvimento de pragas, doenças e plantas daninhas e sobre a vulnerabilidade das culturas. Permite, portanto, a antecipação de ações de aumento da resiliência e da capacidade adaptativa dos sistemas agrícolas.

O conjunto de trabalhos que contribuíram como subsídio para a discussão do tema relacionado à adaptação à mudança do clima é uma pequena amostra de um universo muito maior de esforços nesse sentido e, obviamente, pode – e provavelmente deve – ser frequentemente atualizado, até como forma de analisar a evolução no tema e poder direcionar ações de forma mais planejada e efetiva.

Baseando-se nessa amostra de trabalhos, complementada por algum conhecimento de um universo um pouco maior, porém longe de ser exaustivo, pode-se desprender da análise dos trabalhos apresentados que boa parte deles foca na solução de problemas locais ou na aplicação de técnicas e tecnologias adaptáveis localmente, o que é um ponto bastante positivo. Há também uma quantidade razoável de trabalhos focados na gestão da informação para a tomada de decisão em várias escalas espaciais, o que também é bastante positivo. A própria diversidade de abordagens para as diversas regiões do país, respeitando suas especificidades, também o é.

Essa diversidade de regiões e situações específicas, por outro lado, também é um grande desafio, seja para produtores, seja para instituições que atuam no tema, sobretudo quando se associa à diversidade de opções tecnológicas já estabelecidas ou na fronteira da ciência. Nesse sentido, percebeu-se, na análise dos trabalhos, que a criação de infraestruturas e mesmo o uso de equipamentos agrícolas como instrumento de adaptação, com exceção das ferramentas de gestão da informação e softwares, foram pouco ou nada presentes nessa amostra de trabalhos. Técnicas de mecanização, agricultura de precisão e outra forma de manejo, uso de drones e uav's, internet das coisas no campo, análise massiva de dados e metadados ainda são pouco exploradas com esse enfoque.

Esse amplo leque de técnicas, regiões e situações amplia o desafio de adaptação por meio de infraestrutura, tecnologias e equipamentos nesse país continental como o Brasil, demandando uma ramificação e capilaridade na difusão dessas tecnologias. Conduzir esse processo de forma positiva e planejada, transformando essas aparentes dificuldades em vantagens competitivas, certamente depende de um grande aprimoramento das políticas públicas de adaptação, nas diversas esferas, para muito além do que temos hoje no Plano ABC que, embora a contemple parcialmente, não costuma ser associado e não visa prioritariamente à adaptação, ou no Plano Nacional de Adaptação. A Política Nacional sobre Mudança do Clima no setor agrícola e nos demais setores ainda hoje é quase que exclusivamente voltada à mitigação de emissões, e isso precisa mudar. Sobretudo no setor agrícola, ela precisa focar na adaptação de maneira mais séria e estruturada, sob o risco de, ao focar demais na redução de emissões, ameaçarmos a sustentabilidade do setor e a segurança alimentar nacional.

**Dados do autor:**

Dr. Giampaolo Queiroz Pellegrino

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

E-mail: giampaolo.pellegrino@embrapa.br