

espaço agrícola, para que incorporasse essa visão de transformação em substituição à de extração do recurso natural e fosse mais eficiente nesse processo, obtendo maior produção por unidade de insumo utilizada.

Os objetivos eram muito claros: crescer a produtividade da terra, do trabalho e do capital – os fatores clássicos de produção – de sorte a aumentar a oferta agrícola, reduzir custos diretos, indiretos e associados, crescer a renda rural, democratizar o acesso da população a esses bens, e o seu bem-estar.

Daí emergiu um novo conceito de operação agrícola que não é mais apenas essa intervenção física, mecânica, de extração do recurso natural. A nova agricultura, sobretudo em ecossistemas tropicais, precisa ser uma ação lógica, cognitiva e investigativa, para permitir a compreensão e conciliação dos papéis dos recursos químicos, físicos e biológicos em favor desses objetivos eminentemente econômicos e sociais e, por extensão, políticos. Em outras palavras, uma forma de fazer agricultura mais intensiva em conhecimentos para se usar, de forma menos intensiva e com maior qualidade, a terra, o trabalho alocado, o capital, e os insumos e máquinas que se pode comprar, e deles ser menos dependentes.

### Novos paradigmas

Como se sabe, tais objetivos foram alcançados porque, a par de toda a ação de inteligência e engenhosidade para se criar novos conhecimentos, agregados em novas maneiras de manejar esses recursos naturais para produzir alimentos, fibras, essências e energia, também se orquestrou o necessário desenvolvimento institucional e, mais importante, oportunas políticas públicas que estimulam a incorporação desses novos conhecimentos e paradigmas no processo produtivo agrícola.

A busca por esses objetivos nitidamente econômicos como produtividade, redução de custos e ampliação do espectro agrícola, tanto no sentido geográfico, quanto da variabilidade na oferta de produtos, trouxe alguns efeitos colaterais de natureza ambiental que não tinham sido imaginados na sua magnitude.

Para aqueles convertidos para os novos paradigmas, o crescimento da produtividade de grãos, fibras e carnes certamente reduziu o ímpeto na abertura de novas áreas e, por decorrência, no desmatamento e nas queimadas; a mobilização da variabilidade genética na produção de animais e plantas mais resistentes e na identificação de inimigos naturais de pragas e doenças reduziu de forma significativa as dosagens e o número de pulverizações com defensivos químicos.

O conhecimento da biota reduziu as aplicações de adubos nitrogenados, via fixação biológica, e os novos manejos de solo, consolidados no plantio direto, reduziram as erosões, a perda de sementes e nutrientes e – surpresa total – inverteu o processo de emissão para seqüestro de carbono da atmosfera diretamente para o solo! Benefícios para as plantas, os animais, o solo, o ar, e os lençóis de água.

Esses benefícios extras que uma dada mudança tecnológica prestam à conservação de recursos naturais, seja eliminando o

agravo ambiental, seja mitigando os seus danos, são hoje chamados “serviços ambientais”, que integram de forma natural uma estratégia de enfrentamento das mudanças climáticas globais na linha do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, proposto pelo Protocolo de Kyoto.

Os artigos que se seguem nesse encarte especial de **Agroanalysis** relatam alguns dos serviços ambientais já incorporados à prática diária dos empreendimentos mais modernos do negócio agrícola pela boa e simples razão de que agregam eficiência ao empreendimento e representam lucros para o produtor que optam pela sua adoção. A sua ocorrência em um dado segmento produtivo não significa que essa cultura está destituída de problemas mas, sim, que ela tem menos agravos ambientais que poderia ter e nos dá a esperança de que no processo as soluções para os problemas ambientais estão sendo buscadas.

Mas, há a constatação de que esses serviços ambientais já identificados poderiam estar disseminados em todas as propriedades rurais e que outras tecnologias, que geram serviços ambientais, mas que representam apenas ônus para o produtor, poderiam estar sendo adotadas se houvesse políticas públicas que remunerassem a sua adoção, a exemplo do que ocorre com as práticas que promovem o seqüestro de carbono.

É para esse debate que a Embrapa e a **Agroanalysis** convidam o leitor.

---

\* Doutor em Ciências do Solo, é Diretor-Presidente da Embrapa

\*\* Mestre em Comunicação, dedica-se ao desenvolvimento institucional da Embrapa

*“As perdas econômicas anuais provocadas pelo aumento de 1°C na temperatura chegam a US\$ 375 milhões no café somando Minas, Paraná e São Paulo”*

## O clima e a potência ambiental

Eduardo Delgado Assad\*  
Giampaolo Queiroz Pelegrino\*\*

Os indícios de que ocorrerão mudanças climáticas globais provocadas por ação antrópica, em função do aumento da concentração de gases de efeito estufa como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (NO<sub>2</sub>), além do próprio vapor d'água (H<sub>2</sub>O), são cada vez mais consistentes e aceitos pela comunidade científica.

Embora aparentemente distantes, as mudanças climáticas também ocorrerão no Brasil e talvez com efeitos mais danosos

pela vulnerabilidade histórica a desastres naturais, como secas, enchentes e deslizamentos de encostas, que o País apresenta. Os modelos de previsão de mudanças climáticas do Centro de Distribuição de Dados do IPCC apresentam resultados bastante variáveis quanto ao comportamento na América do Sul, contudo são previstos aumento de temperatura em todo o continente.

Na precipitação, porém, os modelos para 2001-2100 são divergentes, apresentando tanto aumento, quanto diminuição, ou ainda estabilidade das chuvas, não permitindo propor cenários confiáveis de alterações no ciclo hidrológico regional. Há também a previsão de maior frequência de fenômenos extremos.

Essas mudanças afetam diretamente a agricultura e as áreas florestais brasileiras. Nobre (2005) e Nobre et al. (2005) apresentam resultados sobre o comportamento dos biomas brasileiros por meio da aplicação dos cenários do IPCC para 2000-2100 no Modelo de Vegetação Potencial do CPTEC-Inpe, em que se percebe, em maior ou menor grau, a desertificação do semi-árido nordestino e uma transformação da Amazônia em vegetação de pequena estatura, similar às savanas. Embora a valoração dessas alterações seja impraticável, já se antevê uma perda significativa de biodiversidade pela dificuldade de adaptação desses biomas a mudanças climáticas em poucas décadas (Medlyn & McMurtrie, 2005)

Alguns estudos, simulando os impactos sobre a agricultura, por meio de modelos matemáticos, foram apresentados por Siqueira et al. (2001) para trigo, milho e soja, por Pinto et al. (2002) e Assad et al. (2004) para café, e por Zullo et al. (2006), milho, feijão, arroz, soja e café. Esses autores apresentam ainda as perdas econômicas anuais provocadas pelo aumento de 1°C na temperatura, chegando a valores de 375 milhões de dólares no café somando Minas Gerais, Paraná e São Paulo, e 61 milhões de dólares no milho em São Paulo. Além desses, outros estudos contemplam efeitos sobre pragas, doenças, solos e outros aspectos do sistema produtivo agrícola.

Aceita-se internacionalmente que os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, onde se inclui o Brasil, sejam vítimas das situações provocadas pelos países desenvolvidos tendo, portanto, o direito a alcançar seu desenvolvimento. Porém, o modelo de desenvolvimento agrícola do País também tem provocado grandes impactos ambientais negativos. Enquanto nos países desenvolvidos as emissões de gases de efeito estufa se concentram basicamente no setor industrial e no consumo de combustíveis fósseis, no Brasil, a emissão a partir das queimadas, desmatamento e expansão agrícola é muito maior que a industrial e de combustíveis fósseis e o País tem sido considerado como um dos maiores emissores do mundo (<http://www.greenpeace.org.br/clima/filme/home/>).

É preciso avaliar os impactos negativos e a intensidade de emissões dos sistemas produtivos agropecuários para se propor novos modelos e medidas de mitigação e adaptação que permitam ao país alcançar um desenvolvimento sustentável, o que inclui assumir sua responsabilidade e a tomada de atitudes sobre a sua contribuição para as mudanças climáticas globais.

## Mercado de carbono

Na linha da mitigação, as tecnologias propostas se enquadram em dois tipos de “remuneração”: o mercado de carbono e os serviços ambientais. No momento pouco se pode fazer quanto a alterar as regras do mercado de carbono. Os acordos internacionais ainda impedem. Porém remunerar os serviços ambientais depende de políticas públicas, em que o papel dos cientistas e pesquisadores é fundamental.

Mas o que são os serviços ambientais? São os serviços oriundos do funcionamento saudável dos ecossistemas naturais ou modificados pelos seres humanos. Orientados para agricultura esses serviços são traduzidos em: redução do desmatamento, absorção do carbono atmosférico, conservação da água, conservação do solo, preservação da biodiversidade e redução do risco de fogo, entre outros. Exemplos claros desse tipo de serviço, seriam os sistemas agroflorestais (altamente eficientes no seqüestro de carbono), revegetação de matas ciliares, uso eficiente de sistemas de plantio direto, e não menos importantes, a adoção de boas práticas agrícolas que diretamente aumentam a ciclagem de nutrientes, a redução da erosão, o seqüestro de carbono (aumento da produção de biomassa), entre outros.

Todos esses “serviços ambientais” estão diretamente vinculados à redução da emissão de gases de efeito estufa, e tendo escala, manutenção de uma agricultura mais limpa e equilibrada. Sem dúvida, sistemas de produção de grãos baseados em plantio direto, sistema de integração pecuária lavoura, práticas de conservação de solo e água, redução de erosão do solo, eliminação de queimadas, fixação biológica de nitrogênio entre outras tantas conhecidas técnicas são fundamentais para promover a redução na emissão de gases. A manutenção da biodiversidade está diretamente relacionada com a sobrevivência da atual produção agrícola em face dos novos cenários de aumento de temperatura. São nos genes, existentes nas espécies nativas de biomas como os do cerrado e da Amazônia, é que estão as soluções para adaptação das espécies exóticas (soja, milho, arroz, feijão, café, algodão) em situações de aumento de temperatura e estresses hídricos. Destruir a biodiversidade é condenar a médio e longo prazos o agronegócio brasileiro.

A adoção dessas práticas pelos agricultores no nosso entendimento só será possível se forem remuneradas e entendidas como um serviço ambiental.

É nesse sentido que a Embrapa está vinculando a valoração desses serviços à sua plataforma de pesquisa em mudanças globais, para propor novas políticas públicas que busquem a manutenção e até acréscimo da produção agrícola mas, tendo como solução dessa complexa equação, diante dos novos desafios globais, o equilíbrio social, ambiental, econômico além da independência tecnológica a partir do avanço do conhecimento em agricultura tropical. Fica evidente que, sem remuneração desses serviços ambientais, a adoção dessas práticas “mais limpas” será difícil. Aqui, o papel do Estado deve ser decisivo. Como dito anteriormente, mudar as regras do mercado de carbono, implica longas negociações internacionais. Remunerar o agricultor pelos serviços ambientais é uma decisão de governo, ancorada numa política pública que busca o equilíbrio entre produção e preservação ambiental.

O modelo agrícola baseado na revolução verde se esgotou. Novos desafios exigem, além da difícil busca da manutenção equilibrada da produção de alimentos, uma mudança na matriz de produção que a curto e médio prazos deverá estar dissociada da dependência de derivados de combustíveis fósseis. Esse deve ser o futuro que a pesquisa agropecuária deverá procurar. O mais impressionante é que, no leque de possíveis opções tecnológicas, o Brasil se enquadra em quase todas. É a extraordinária oportunidade de se transformar numa potência ambiental.

\* Eduardo Delgado Assad, Doutor em Agroclimatologia, é Chefe Geral da Embrapa Informática Agropecuária

\*\* Giampaolo Queiroz Pelegrino, Doutor em Engenharia Agrícola, é pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária

ASSAD, E. D. ; PINTO, Hilton Silveira ; ZULLO JUNIOR, Jurandir ; ÁVILA, A. M. H. . Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004. ASSAD, E. D. ; PINTO, Hilton Silveira ; ZULLO JUNIOR, Jurandir . Mudanças climáticas e seu impacto na cultura da soja no Brasil. In: IV Congresso Brasileiro de soja, 2006, Londrina. IV Congresso Brasileiro de Soja ANAIS. Londrina : EMBRAPA Soja, 2006. v. 1. p. 70-74.

McKee, T.B., Doesken, N.J. e Kleist, J. – The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Preprints, *Eighth Conf. On Applied Climatology*, Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc., 179-184. 1993.

Nobre, C. A. – Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. In: *Cadernos Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Nº 3. Mudança do Clima. Vol I*. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação do Governo e Gestão Estratégica. 250 pp. 2005.

Nobre, C. A., Assad, E. D. e Oyama, M. D. – Mudança Ambiental no Brasil – O impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. In: *Scientific American Brasil*. Nº 12. Set-2005

ZULLO JUNIOR, Jurandir ; PINTO, Hilton Silveira ; ASSAD, E. D. . Impact assessment study of climate change on agricultural zoning. *Meteorological Applications*, v. 1, p. 69-80, 2006.

“É possível que a velocidade das mudanças globais tornem obsoletos os métodos convencionais de inovação agropecuária, como o melhoramento genético e o controle químico de pragas”

## A base genética e os novos desafios

José Manuel Cabral de Sousa Dias\*  
Maurício Antônio Lopes\*\*

O *Sumário do Relatório do Grupo de Trabalho I* do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), lançado em fevereiro deste ano, motivou grande discussão pelas conclusões apresentadas para diferentes aspectos da evolução do clima na Terra ao longo dos próximos cem anos. Tão importantes quanto as previsões são os estudos revistos e sumarizados nesse

documento e que relatam as observações diretas nas mudanças climáticas recentes. Uma das conclusões desse estudo aponta que “onze dos últimos doze anos (1995–2006) estão entre os de maiores temperaturas globais registradas.”

Dentre as principais conclusões do *Sumário do Relatório* está a conclusão de que, nas próximas duas décadas, poderá acontecer aquecimento de cerca de 0,2°C por década. Muitos dos resultados apresentados agora já constavam do *Terceiro Relatório do IPCC*, publicado em 2001, o chamado *Third Assessment Report (TAR)* e, a partir deles, uma equipe de cientistas brasileiros, sob a liderança de José A. Marengo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) desenvolveu um estudo de nome *Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade*.

As previsões apresentadas sobre as modificações climáticas nos próximos anos são de grande importância para a orientação estratégica da pesquisa agropecuária brasileira. As conclusões de Marengo (2007), sumarizadas a seguir, indicam substancial influência das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e a produção agropecuária no Brasil em prazos relativamente curtos (10 a 20 anos), a saber:

- *Semi-Árido: as temperaturas podem aumentar de 2 a 5°C (2100). A caatinga será substituída por uma vegetação de clima mais árido. Aquecimento leva à evaporação maior e menor disponibilidade hídrica. Maior seca pode levar à migração da população.*
- *Sudoeste e Bacia do Prata: ainda que a chuva tenda a aumentar nessas regiões, as elevadas temperaturas do ar poderão comprometer a disponibilidade de água para agricultura, consumo ou geração de energia. O balanço hidrológico regional pode ser afetado com prejuízos para atividades humanas.*

