

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AQUECIMENTO GLOBAL: IMPACTOS NA AGRICULTURA E O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO E PESQUISA¹

Rodrigo Lilla Manzione²

Introdução

As mudanças climáticas são o maior desafio para as populações mundiais atuais e futuras. A maneira e velocidade com que as mudanças no clima têm ocorrido aumentou a pressão sobre os sistemas produtivos, responsáveis por fornecer alimento e combustível para uma população mundial estimada pela Organização da Nações Unidas (ONU) em mais de 9 bilhões de pessoas já em 2050. O assunto ainda causa muito debate até mesmo dentro da comunidade científica. Há quem acredite que o Homem é o principal agente das mudanças climáticas, impulsionadas a partir da Revolução Industrial. Há também quem acredite que se trata apenas de mais um ciclo de aquecimento/resfriamento da Terra como tantos outros que já ocorreram nos seus 4,56 bilhões de anos. Para Dow e Downing (2007), são claras as evidências de que as mudanças climáticas induzidas pelo homem já estão acontecendo, principalmente quando se referem a dos gases atmosféricos que determina o equilíbrio energético do planeta e como a atividade humana alterou a composição química da atmosfera. Para estudar esse assunto, em 1988, foi criado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). Sua missão é avaliar informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para a compreensão da mudança do clima, seus potenciais impactos e ações de adaptação e mitigação. O IPCC já publicou cinco relatórios, sendo o primeiro em 1990, o segundo em 1995, o terceiro em 2001, o quarto em 2007 e o quinto em 2014 (IPCC, 2014). Também houve um relatório suplementar ao primeiro publicado em 1992 durante a ECO-92 no Rio de Janeiro. Há uma previsão de um sexto relatório para 2022. Esses documentos têm sido a base

1 Texto elaborado a partir da palestra ministrada durante a mesa redonda “As alterações climáticas e sua interferência no meio rural” no Simpósio Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil no dia 19 de outubro de 2016 em Bauru/SP durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2016: Ciência Alimentando o Brasil.

2 Professor Livre Docente – UNESP/Campus de Ourinhos. Email: manzione@ourinhos.unesp.br

para as discussões sobre mudanças climáticas ocorridas na série de Conferências das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP) que culminaram com o Acordo de Paris de 2015 onde nações como China e EUA, economias com elevada pegada de carbono, deram passos importantes na direção da redução das emissões de gases de efeito estufa. O Brasil, se por um lado tem uma economia dita de baixo carbono, pela baixa industrialização, por outro lado figura entre os principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa por causa da devastação da Amazônia, com a derrubada e a queima de florestas.

Para entender corretamente o que quer que esteja ocorrendo com o clima na Terra é importante conceituar a diferença entre variabilidade, anomalia e mudança climática. Por variabilidade climática entendem-se às flutuações em torno da média de longo período, sendo associada a ciclos sazonais por exemplo, ou períodos mais longos em determinada região. Já as anomalias climáticas compreendem os eventos meteorológicos com desvios muito acima do padrão de variabilidade normalmente observada. As anomalias estão associadas a fenômenos que ocorrem no globo terrestre e que provocam consequência nas condições meteorológicas. Um exemplo é a ocorrência do fenômeno El Niño e La Niña, decorrente de anomalias na temperatura das águas do Oceano Pacífico. Por mudança climática entendem-se as alterações globais das condições climáticas. Apesar dessas definições, não há uma distinção absoluta entre esses termos. O que pode parecer uma mudança climática na escala de décadas ou séculos, poderia ser considerada apenas uma tendência ou variabilidade na escala de dezenas de milhares de anos. Os fatores que provocam as flutuações climáticas na escala de eras geológicas são os terrestres, como modificações na composição da atmosfera, distribuição dos oceanos e continentes, vulcanismo, tamanho das calotas polares; os astronômicos, pela variação na excentricidade da órbita e da inclinação do eixo terrestre; e os extraterrestres, a partir da variação da emissão de energia solar.

Alterações em escalas de milhares de anos estão completamente fora da escala de planejamento da sociedade atual. Os efeitos das mudanças climáticas são sentidos no presente e ameaçam o futuro, independentemente do seu agente causador. Os atuais sistemas e modos de produção não se sustentam a longo prazo, seja pela necessidade de insumos ou mesmo de água. Todos seremos afetados. Já estamos sendo e não percebemos. Dificuldades em produzir alimentos os tornam mais caros e muitas vezes menos saudáveis. A mudança climática é capaz de impulsionar sociedades já estressadas ao ponto de ruptura, como o que aconteceu recentemente nos conflitos no Sudão e na Síria, ambos eclodindo após longos períodos de seca. Com mais pessoas com fome, mais desalojados, mais guerras, o cenário que se apresenta não é dos mais favoráveis. Mesmo assim, muitos se recusam a ao menos procurar entender o que está acontecendo e como pode se preparar ou cobrar dos responsáveis medidas para que os impactos seja os menores possíveis.

Evidências das mudanças climáticas

Dentre os fatores que vem promovendo alterações no padrão do clima da Terra, a modificação da composição química da atmosfera é o mais importante, pois

vem provocando a alteração do balanço de radiação da Terra, ou seja, intensificando o efeito estufa, promovendo assim o que conhecemos como aquecimento global. Devido à emissão excessiva de gases, como o CO₂, o efeito estufa vem se intensificando, fazendo com que a temperatura da Terra também aumente. O efeito estufa é um fenômeno atmosférico natural, em que alguns gases que compõem a atmosfera funcionam como uma barreira para as ondas de calor (radiação terrestre) emitidas pela Terra, aprisionando parte desse calor, o que mantém o planeta aquecido. Sem o efeito estufa a Terra teria temperaturas médias abaixo de 10°C negativos. Já houve variações nas concentrações de CO₂ na atmosfera em eras geológicas passadas, mas a partir de 1960 os níveis aumentaram muito e rapidamente.

Segundo o IPCC (2007), as projeções de aquecimento global para o Século XXI a partir de vários modelos climáticos usando um cenário de emissões de gases de efeito estufa sem que nenhuma ação seja tomada para reduzir as emissões aponta até 2100 um aumento na temperatura média global de 2°C em um melhor cenário e um aumento de 5°C em um pior cenário. No caso do Brasil, o país se mostra especialmente vulnerável as mudanças climáticas quando analisados os seus ecossistemas e a sua agricultura. Para o Brasil, as projeções indicam um aumento da temperatura média para 26,3°C (melhor cenário) podendo chegar até 28,9°C (pior cenário), considerando a temperatura média de 25,0°C (1961 a 1990). Entretanto, isso não ocorrerá de forma homogênea no país. Na Amazônia, espera-se um aumento de 3 a 8°C na temperatura média e redução das chuvas de 10 a 20%. No Nordeste um aumento na temperatura média entre 2,2 e 4,0°C, no Pantanal entre 3,4 e 4,6°C e na Região Sul entre 2,3 e 3,5°C. As projeções indicam que não haverá somente uma variação nos padrões das chuvas, mas também uma ocorrência de eventos extremos mais intensos, como tempestades e secas, por exemplo. Outra evidência da mudança climática é o derretimento das calotas polares, das geleiras e dos picos nevados e o aumento dos níveis dos oceanos. Uma comparação entre os períodos de 1961 a 2003 e de 1993 a 2003 mostra que a taxa de elevação observada dos oceanos foi de $1,8 \pm 0,5$ e $3,1 \pm 0,7$ mm/ano, respectivamente. Acredita-se que o efeito das mudanças climáticas nesse processo foi de $1,1 \pm 0,5$ mm/ano de 1961 a 2003 e de $2,8 \pm 0,7$ mm/ano de 1993 a 2003.

Consequências do aquecimento global

A mudança climática sentida na forma de aumento na temperatura, mudanças nos padrões de precipitação e aumento do nível do mar impactará cada vez mais diversas áreas e setores da economia. Na saúde, os impactos serão percebidos com mortalidades relacionadas ao clima, como as ondas de calor que tem vitimado principalmente idosos ao redor do mundo, doenças infecciosas e doenças respiratórias advindas da qualidade do ar. Na agricultura, alterações na produção dos cultivos e demanda cada vez maior por irrigação. As florestas terão a sua composição alterada, o seu alcance geográfico reduzido e a sua saúde e produtividade em risco. O setor de recursos hídricos enfrenta e enfrentará cada vez mais problemas relacionados a qualidade e a quantidade da água, além de competição entre os múltiplos usuários. As áreas costeiras sofrerão com erosão, inundações e terão custos adicionais na proteção

das comunidades litorâneas. A biodiversidade também se encontra ameaçada, com espécies e ecossistemas perdendo área do seu habitat tanto em tamanho quanto em continuidade, além da diminuição e das geleiras e dos recifes de coral. Quanto maior forem as mudanças do clima da Terra, maior será a redução da biodiversidade, tanto em termos de distribuição geográfica quanto de intensidade.

Efeitos na agricultura e projeções futuras

Os impactos esperados para a agricultura são predominantemente negativos, apesar de que em alguns locais, especialmente nas altas latitudes deverá haver aumento da produção agrícola, com aumento da produtividade e da área cultivada. Segundo Vermeulen (2014), a mudança climática já está acontecendo. Conforme ilustrado na Figura 1, culturas importantes como milho, soja e trigo tem apresentado significativas reduções na produtividade tanto em termos globais, mas principalmente locais e regionais. Um país tradicional na produção e trigo como a Rússia apresentando 14% de redução na produção impacta mercados mundialmente. Diversos picos nos preços dos alimentos têm sido associados a eventos climáticos extremos, como secas, furacões e enchentes. A alta nos preços dos alimentos no Brasil em 2016 que impulsionou a inflação está relacionada com isso, e os baixos índices de inflação registrados a partir de novembro mesmo com toda crise econômica e política que o país viveu durante o ano se devem a recuperação da oferta de alimentos.

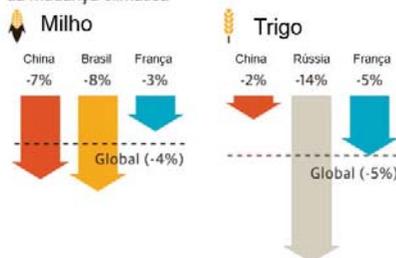
Mudança climática, alimentos e agricultura: 2010s

De acordo com o 5º relatório do IPCC, a mudança climática está afetando os alimentos e a agricultura nesse momento!



Está afetando a produtividade

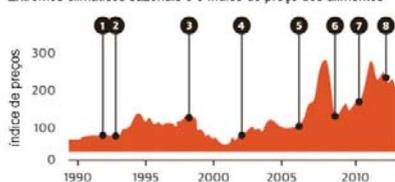
As colheitas de milho e trigo mostram os efeitos da mudança climática



Está aumentando os preços

Picos recentes nos preços dos alimentos estão sendo ligados a eventos climáticos extremos

Extremos climáticos sazonais e o índice de preço dos alimentos

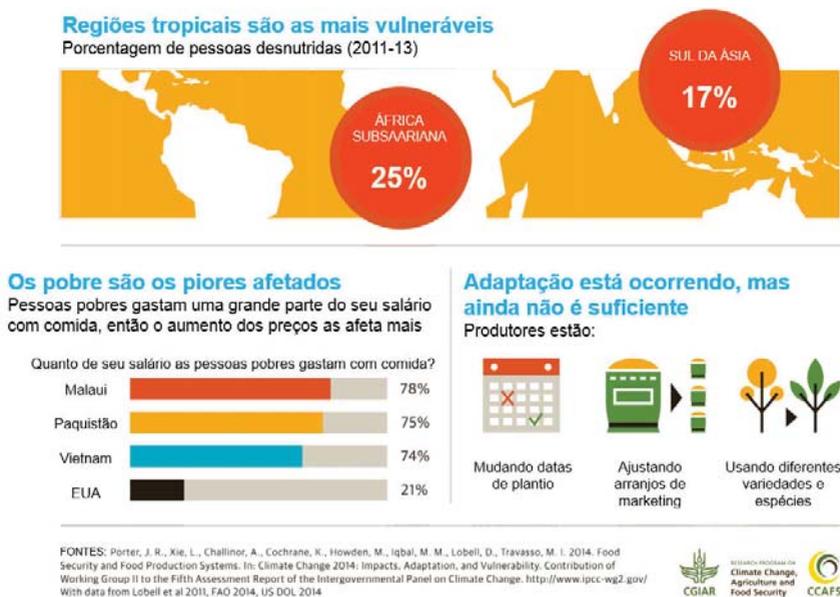


1. Trigo australiano. 2. Milho americano. 3. Trigo russo. 4. Trigo americano, soja indiana, trigo australiano. 5. Trigo australiano. 6. Trigo e milho argentinos. 7. Trigo russo. 8. Milho americano.

Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 1. Mudanças climáticas, alimentos e agricultura na década de 2010

Os países mais pobres, onde as pessoas gastam a maior parte de sua renda com alimentos, são os locais onde as pessoas sentirão mais fortemente esses impactos, já que com o mesmo dinheiro se comprará cada vez menos comida. Locais como a África subsaariana e o sul da Ásia já contam com altos índices de pessoas desnutridas (Figura 2). A adaptação já vem ocorrendo, na forma de mudanças nos calendários agrícolas e nas datas de plantio, ajustes nos arranjos de marketing e adoção de diferentes espécies e variedades por parte dos produtores. Entretanto, ainda não é o suficiente para mitigar os impactos das mudanças climáticas a nível mundial.



Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 2. Vulnerabilidade social decorrente das mudanças climáticas

A partir dos anos 2030, as projeções do IPCC (2014) indicam um agravamento no quadro, com a produção em campos e pastagens sendo susceptíveis a declinar em diversos locais. A mudança climática afetará as plantas e a agricultura mais fortemente, particularmente, pequenos produtores em países pobres. Encontram-se em ameaça os cultivos de milho, arroz e trigo no nordeste do Brasil, trigo arroz e feijão na América Central, milho e feijão no leste da África e as pastagens para o gado criado para produção de carne e leite na Nova Zelândia (Figura 3). Produtores em pequena escala precisarão de maior suporte para se adaptar, como assistência em caso de desastres, seguro rural e previsão meteorológica.

O monitoramento é uma ferramenta importante dentro da propriedade agrícola, podendo auxiliar tanto no planejamento como na tomada de decisão. A longo prazo, o monitoramento pode fornecer as informações necessárias para levantamento

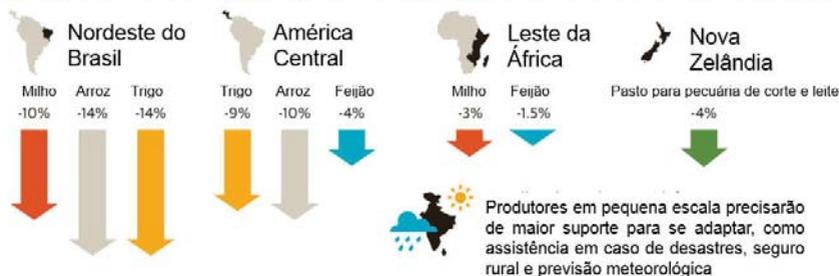
da capacidade de produção, da disposição das culturas nas propriedades e da escolha do tipo de empreendimento baseados na interpretação do clima do local, atendendo a propósitos estratégicos do país, estado ou região. O balanço hídrico e previsão do tempo são importantes também para tomadas de decisão para as culturas irrigadas, proporcionando assim racionalização do uso da água na agricultura. A lâmina de água a ser reposta por irrigação depende da umidade do solo, a qual por sua vez depende do balanço entre a evapotranspiração e a precipitação. O solo para ser manejado não pode estar nem muito seco (já que desestrutura o solo) e nem muito úmido (pois pode ocorrer compactação nos solos de textura mais pesada). O ideal é entre 40 e 90% da capacidade de campo. A semeadura somente deve ser realizada quando a disponibilidade de água no solo for suficiente para garantir a germinação, ou seja, maior do que 70% da capacidade de campo. A aplicação de insumos via pulverização exige tempo seco e com pouco vento. Além disso, não pode haver chuva após a aplicação, o que reduz a eficiência do controle de pragas e doenças. A realização da colheita exige condições secas. A chuva atrapalha o processo de secagem dos produtos e a entrada de máquinas e homens no campo. Mapas de índices de conforto animal auxiliam na tomada de decisão a respeito da adoção de estratégias de minimização do estresse causado pelas condições ambientais.

O futuro dos alimentos e da agricultura: 2030s



Nos anos 2030, a mudança climática afetará os alimentos e a agricultura mais fortemente, particularmente pequenos produtores de países pobres

Produção de campos e pastagens são susceptíveis a declinar em muitos lugares



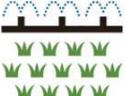
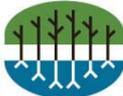
Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 3. O futuro dos alimentos e da agricultura segundo as projeções para 2030

Possíveis alternativas adaptativas precisam ser testadas e difundidas desde agora. A adaptação será a chave para a agricultura, criação de animais e atividades pesqueiras (Figura 4). As regiões temperadas se beneficiarão mais da adaptação que as regiões

tropicais. Será necessária a troca das variedades atuais por variedades tolerantes ao calor, seca ou salinidade. Também haverá a necessidade de otimizar a irrigação, extraindo mais produção por gota d'água investida na produção de alimentos. A gestão da fertilidade do solo e dos processos erosivos será fundamental para manutenção do potencial produtivo das áreas agrícolas. As adaptações-chave para produtores em pequena escala incluem ajustar o número de animais às mudanças nos pastos, respeitando o fornecimento e a ingestão de forragem, incentivar mais propriedades que mesclm cultivos e criação de animais, além do controle da proliferação de pragas, ervas daninhas e doenças. Enquanto em certas regiões as plantas se beneficiam e em outras sofrem com as mudanças climáticas, as pragas e doenças agrícolas encontram nos cenários projetados um ambiente ótimo para seu desenvolvimento (GHINI; HAMADA; BERTTIOL, 2011). Insetos, fungos, bactérias, vírus, até então pouco significativos em certos cultivos ou criações podem se tornar pragas potencialmente letais. As adaptações-chave para pescadores em pequena escala incluem a troca das espécies atualmente pescadas por espécies mais abundantes, restauração de habitats degradados e "berçários naturais", como os mangues e o fortalecimento da infraestrutura necessária como portos e entrepostos pesqueiros. Organização e cooperativismo entre os envolvidos não pode faltar em um cenário onde todos serão afetados e precisarão se unir para superar as dificuldades que se apresentam.

Adaptação será a chave

Campos	Criação de animais	Pesca
<p>As regiões temperadas se beneficiarão mais da adaptação que as regiões tropicais</p>	<p>Adaptações chave para produtores em pequena escala incluem:</p>	<p>Adaptações chave para pescadores em pequena escala incluem:</p>
 <p>Troca por variedades tolerantes ao calor, seca ou salinidade</p>	 <p>Ajustar o número de animais à mudanças nos pastos</p>	 <p>Troca por espécies mais abundantes</p>
 <p>Otimização da irrigação</p>	 <p>Mais propriedades que mesclm cultivos e criação de animais</p>	 <p>Restauração de habitats degradados e "berçários" como os mangues</p>
 <p>Gestão da fertilidade do solo e dos processos erosivos</p>	 <p>Controle da proliferação de pragas, ervas daninhas e doenças</p>	 <p>Fortalecimento da infraestrutura como portos e entrepostos</p>

FONTES: Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Travasso, M. I. 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from ECLAC 2009, Lobell et al 2008, Margulis, et al 2010, Thornton, et al 2010, Wratt et al 2008



Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 4. Possíveis alternativas para a adaptação às mudanças climáticas

Por volta de 2050, os impactos climáticos na segurança alimentar serão inequívocos. Serão cerca de 9 bilhões de pessoas no planeta, a maioria vivendo em cidades e a demanda por alimentos aumentará significativamente. Impactos generalizados sobre as plantas, a produção de alimentos e na agricultura de maneira geral são muito prováveis. São previstos o declínio médio para oito dos principais cultivos da África e Sul da Ásia de aproximadamente 8% (Figura 5). Pescadores marinhos também serão afetados. A produtividade da pesca em altas latitudes poderá aumentar de 30 a 70%, enquanto a produtividade da pesca nos trópicos poderá diminuir em até 40%. Aumentos na temperatura maiores do que 4°C ameaçarão a habilidade dos agricultores e dos ecossistemas em se adaptar. O ciclo hidrológico será muito diferente e menos previsível, com eventos extremos mais fortes e mais frequentes. Haverá mudanças na intensidade, frequência e sazonalidade das precipitações, aumento do nível do mar e derretimento de geleiras, e mudanças nas águas subterrâneas e fluxo dos rios. Com relação as águas subterrâneas, Wadda et al. (2010) afirmam que a exploração atual é tão grande (283 km³/ano em 2000, mais que o dobro da década de 1960) que seria responsável por 25% do aumento do nível do mar.

O futuro dos alimentos e da agricultura: 2050s

Por volta de 2050, os impactos climáticos na segurança alimentar serão inequívocos. Serão cerca de 9 bilhões de pessoas no planeta, a maioria vivendo em cidades e a demanda por alimentos aumentará significativamente

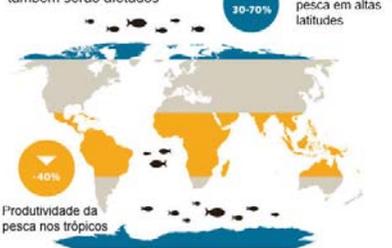


Impactos generalizados sobre os alimentos e agricultura são muito prováveis

Declínio médio para oito dos principais cultivos da África e Sul da Ásia



Pescadores marinhos também serão afetados



Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 5. O futuro dos alimentos e da agricultura segundo as projeções para 2050

Nós precisaremos de inovações sérias, em como comemos e como produzimos (Figura 6). Para lidar com a mudança climática, devemos considerar dietas completamente diferentes, mudança nas áreas de produção para cultivos, criações de animais e pesca familiar, adotar novas abordagens para gestão de resíduos, água e energia nas cadeias de abastecimento alimentar e restauração de áreas de produção, áreas úmidas e florestas degradadas.

O calor e a água devem exceder limites críticos

Aumentos na temperatura maiores do que 4°C ameaçarão a habilidade dos agricultores e dos ecossistemas em se adaptar



O ciclo hidrológico será muito diferente e menos previsível



Nós precisaremos de inovações sérias em como comemos e produzimos

Para lidar com a mudança climática, devemos considerar:



Dietas completamente diferentes



Mudança nas áreas de produção para cultivos, criações e pesca familiar



Novas abordagens para gestão de resíduos, água e energia nas cadeias de abastecimento alimentar



Restauração de áreas de produção, áreas úmidas e florestas degradadas

FONTES: Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, M., Iqbal, M. M., Lobell, D., Travasso, M. I. 2014. Food Security and Food Production Systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc-wg2.gov/> With data from Cheung et al 2010, Cochrane et al 2009, Knox et al 2012



INSTITUTO BRASILEIRO DE
Climate Change,
Agriculture and
Food Security



Fonte: VERMEULEN (2014). Traduzido pelo autor

Figura 6. Efeitos dos limites críticos de temperatura e precipitação

O papel das instituições de ensino e pesquisa

As instituições de ensino e pesquisa têm um papel importante na questão das mudanças climáticas. Identificar a sensibilidade do sistema, o grau no qual um sistema responderá a uma mudança nas condições climáticas, extensão da mudança na composição do ecossistema, estrutura e funcionamento, é fundamental para a adaptação. Estudos quanto à adaptabilidade, o grau no qual ajustes são possíveis em práticas, processos ou estruturas de sistemas a mudanças projetadas ou atuais no clima, aumentará a resiliência dos sistemas produtivos e a alocação de recursos (financeiros e humanos). A adaptação pode ser espontânea ou planejada, e pode ser conduzida em resposta ou em antecedência às mudanças. Prever a resposta das mudanças climáticas, aumentar a resiliência dos sistemas e preparar as comunidades possivelmente atingidas, diminuirá a vulnerabilidade, a extensão na qual a mudança climática pode prejudicar ou danificar um sistema, a que eles estão expostos. Isso depende da sensibilidade do sistema e da sua habilidade em se adaptar a novas condições climáticas. Esse triângulo sensibilidade – adaptabilidade – vulnerabilidade pode ser trabalhado nas dimensões do ensino, pesquisa e extensão. São inúmeras as atividades possíveis, levando sempre em conta a necessidade de esclarecer e conscientizar, muito mais do que alarmar ou mesmo aterrorizar as pessoas com teorias apocalípticas. O ensino deve considerar a transferência tecnológica a partir da capacitação, uso de novas tecnologias digitais e melhoria no fluxo de informações de baixo para cima,

permitindo que a voz da população que é diretamente afetada pelas mudanças climáticas ser ouvida tanto no planejamento como na tomada de decisão. A extensão pode auxiliar nesse processo, com a melhoria das práticas agrícolas através da difusão a campo e auxílio na tomada de decisão e operações cotidianas. Da mesma forma, a pesquisa deve considerar a ciência do cidadão para que as inovações possam ser absorvidas pela comunidade, não se restringindo somente a biotecnologia e novas variedades resistentes. Novas tecnologias podem ser aplicadas ao manejo, como a informática, melhoria na eficiência de irrigação e aumento no valor proteico dos alimentos.

O Brasil vem tomando as suas medidas, com a implantação da Rede Clima, investimentos em sensores, estações meteorológicas e *hardware* para modelar as informações. BRASIL (2016) divulgou resultados sobre modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima. O modelo regional Eta, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) resultou em cenários de mudanças climáticas para a América do Sul. Esse modelo atmosférico regional vem sendo utilizado desde 1996 para produzir previsões do tempo pelo INPE, tendo sido adaptado para ser utilizado como um modelo climático. Os resultados geraram previsões sazonais desde 2002 e, em seguida, foi aprimorado para estudos de mudanças climáticas. O modelo foi executado no supercomputador batizado de Tupã modelo Cray® XE6™ dada a necessidade de processamento em tempo útil. Toda essa estrutura foi desenvolvida com recursos do MCTI (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação) e da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) a um custo de R\$ 50 milhões em 2010. Ações como essa e iniciativas proativas são necessárias para melhorar as previsões agrícolas e proteger a saúde da economia brasileira que é muito pautada na agricultura. Mas é preciso não somente planejar o investimento, mas também a manutenção dos sensores e aparelhos que abastecem o Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG) com recursos do orçamento geral da união (OGU) para que os estudos sejam contínuos e duradouros.

Considerações finais

O que vem ocorrendo atualmente em termos de aquecimento global é o resultado da ação antrópica desde a Revolução Industrial (na segunda metade do século XVIII). A mudança climática é uma realidade, independentemente se for decorrente somente do aquecimento global. Estamos sentindo os seus efeitos e consequências imediatamente. Portanto, as ações mitigadoras que forem tomadas agora não irão resultar em alterações imediatas, mas sim em longo prazo, o que nos torna responsáveis pela qualidade do ambiente que iremos deixar para as gerações futuras.

As reduções nas emissões passam por diversos aspectos relacionados direta e indiretamente com a agricultura. Redução do uso de combustíveis fósseis substituindo-os por combustíveis renováveis, captura e armazenamento de CO₂ através do plantio direto que fixa carbono no solo em detrimento ao plantio convencional que libera gases de efeito estufa, e redução dos desmatamentos e das queimadas das florestas são as soluções possíveis de se adotar imediatamente.

A educação climática, engajamento social para mobilizar as comunidades e solidariedade são fundamentais para que avancemos nas ações que caminhem para a

adaptabilidade. Isso passa pela ruptura com os padrões atuais de produção e consumo consciente para que cada um assuma o seu papel nesse processo e entenda como as suas ações impactam o meio ambiente, o clima e a forma com que vivemos e vamos viver no futuro.

Referências

- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. 590p.
- DOW, K.; DOWNING, T. E. **O atlas da mudança climática**: o mapeamento completo do maior desafio do planeta. São Paulo: Publifolha, 2007. 120 p.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BERTTIOL, W. Impacto das mudanças climáticas sobre as doenças de plantas. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BERTTIOL, W. (Eds.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011 p. 15-39.
- THE CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. **Climate change 2007**: synthesis report. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2008. 103p.
- THE CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R. K.; MEYER, L. **Climate change 2014**: synthesis report. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, 2015. 151p.
- PORTER, J.R.; XIE, L.; CHALLINOR, A. J.; COCHRANE, K.; HOWDEN, S. M.; IQBAL, M. M.; LOBELL, D. B.; TRAVASSO, M. I. 2014. Food security and food production systems. In: FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKEN, D. J; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L.; ESTRADA, Y. O.; GENOVA, R. C.; GIRMA, B.; KISSEL, E. S.; LEVY, A. N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P. R.; WHITE, L. L. (eds.). **Climate Change 2014**: impacts, adaptation, and vulnerability. part A: global and sectoral aspects. contribution of working group ii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 485-533.
- VERMEULEN, S. J. 2014. **Climate change, food security and small-scale producers**. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security e CCAFS. Copenhagen, Denmark. Disponível em: <<http://www.ccafs.cgiar.org>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- WADA, Y.; VAN BEEK, L. P.H.; VAN KEMPEN, C. M.; RECKMAN, J. W.T.M.; VASAK, S.; BIERKENS, M.F.P. Global depletion of groundwater resources. **Geophysical Research Letters**, v. 37, L20402, 2010. doi: 10.1029/2010GL044571