

## **Mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar: *um caminho para o desastre***

**Olympio Barbanti Jr.**

**SETEMBRO DE 2017**

- A agricultura está no centro das discussões sobre mudanças climáticas. Ao mesmo tempo em que contribui para causar essas mudanças, ela é afetada fortemente pelo clima.
- Essas interações são complexas e necessitam ser compreendidas à luz de modelos que projetam diferentes cenários. Nenhum deles prevê um futuro positivo para a agricultura no Brasil.
- Os países industrializados do Norte, no entanto, podem ter benefícios agrícolas com o aquecimento global.
- A agricultura não dará, sozinha, respostas ao aquecimento. Mas é imprescindível que ela busque mudanças na direção de garantir a segurança e a soberania alimentar e nutricional das sociedades.

## **Sumário**

---

<b>Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>Mudanças climáticas: controvérsias e efeitos esperados .....</b>	<b>5</b>
<b>Impactos climáticos gerais estimados pelo IPCCi .....</b>	<b>10</b>
<b>Modelos climáticos e aspectos gerais da agricultura mundial .....</b>	<b>11</b>
<b>Lidando com sintomas: medidas de mitigação e adaptação .....</b>	<b>13</b>
<b>O RCP8.5 - consequências para a agricultura e sistemas agroalimentares .....</b>	<b>14</b>
<b>Correlações com a segurança e a soberania alimentar .....</b>	<b>17</b>
<b>Mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar no Brasil.....</b>	<b>18</b>
<b>Políticas e programas para as mudanças climáticas .....</b>	<b>22</b>
<b>Considerações finais: um outro caminho? .....</b>	<b>23</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>26</b>



## Introdução

A agricultura é, provavelmente, o setor da economia mais afetado pelas mudanças climáticas. A produção de alimentos depende das condições meteorológicas e de todo equilíbrio dos ecossistemas, que foi sendo ajustado ao longo de bilhões de anos.

Nos últimos 70 anos, porém, o desenvolvimento do modelo de produção capitalista na indústria, nos serviços e na agricultura resultou na emissão de gases, que causam uma forte e brusca alteração no equilíbrio ecossistêmico existente no planeta. As projeções para o futuro indicam impactos severos na capacidade de produção de alimentos em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil. Algumas regiões do globo, como as latitudes elevadas do Norte, no entanto, devem se beneficiar, posto que o aumento do calor fará que suas terras sejam mais produtivas, assim como a maior concentração de carbono pode beneficiar algumas espécies de plantas.

Buscas de alternativas para enfrentar os impactos negativos incluem aprofundar o modelo existente, que é, em última instância, o causador das mudanças climáticas, ou a opção por uma mudança estrutural.

Esse texto visa apresentar esse debate, esclarecendo alguns aspectos técnicos necessários à compreensão da natureza das mudanças climáticas e de suas dinâmicas, que não são de conhecimento geral. Essa introdução ao tema está baseada no conhecimento aceito no âmbito do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC), e busca propiciar ao leitor não especializado um panorama sobre as correlações entre clima e agricultura em geral, esclarecendo como se dá a constru-

ção do conhecimento climático em termos de modelos.

Em seguida, o texto discute as previsões de impactos das mudanças climáticas para a agricultura no Brasil e a complexidade do tema para políticas públicas. Esse trabalho também contextualiza essas discussões em relação ao debate sobre segurança e soberania alimentar, questionando se as ações que visam a mitigação e a adaptação aos impactos climáticos são suficientes para alterar as previsões de um futuro desastroso para a humanidade.

## Mudanças climáticas: controvérsias e efeitos esperados

O problema das mudanças climáticas é, provavelmente, o maior paradoxo já vivido pela humanidade. Há grande dificuldade de a sociedade e os atores econômicos colaborarem para a redução das emissões, ao mesmo tempo em que as consequências previstas são desastrosas, podendo chegar a situações catastróficas, como a submersão de extensas áreas litorâneas e margens dos rios. Para o Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, International Panel on Climate Change), está claro que a superfície da Terra tem estado, sucessivamente, mais quente nas três últimas décadas do que ela foi em qualquer década desde 1850. E o período histórico mais recente, entre 1983 a 2012, provavelmente, foi o período de 30 anos mais quente desde os últimos 1400 anos no Hemisfério Norte, onde há dados estatísticos que tornam esse tipo de avaliação possível.

Os dados, aceitos entre cientistas do clima, mostram que já ocorreu um aquecimento médio de 0,85°C [entre 0,65°C e 1,06°C] ao



longo do período de 1880-2012. Medições climáticas necessitam de informações coletadas durante grandes períodos de tempo, para reduzir a influência das alterações climáticas de curto prazo. A precisão das medidas de mudanças varia significativamente e, por isso, o IPCC (2014) trabalha com graus de confiança, esclarecendo qual é a confiança e o consenso que existem para diferentes afirmações a respeito das alterações no clima.

Os efeitos das mudanças climáticas são vários: aquecimento do ar, dos solos e das águas, além de aumento da variabilidade climática interanual (por exemplo, períodos secos nos quais deveria ocorrer chuva ou o contrário) e aumento na severidade dos efeitos climáticos (p.ex. chuvas e ventos mais fortes). É particularmente importante o efeito no aquecimento e acidificação das águas dos oceanos e mares. Sabe-se, com bastante confiança, que os lençóis de gelo da Groenlândia e da Antártida perderam massa, e que as geleiras de todo o mundo estão diminuindo, assim como a cobertura de neve da primavera no hemisfério norte.

O conjunto de alterações devido ao clima é bastante grande. Mais adiante são mencionadas as principais alterações globais e, posteriormente, avaliadas aquelas relativas à agricultura e aos sistemas agrícolas.

Uma questão central é a acuidade do conhecimento sobre mudanças climáticas. Talvez seja mais fácil enviar um homem ao espaço do que prever as alterações que ocorrerão no clima. Como método para reduzir incertezas, o IPCC (2014) definiu alguns critérios. Cada constatação feita é submetida a uma avaliação das evidências, que dão suporte à conclusão que se chegou, e se faz uma avalia-

ção entre cientistas da área sobre o consenso existente no tema – uma abordagem de comunidades epistêmicas.

É por meio desse método que os cientistas, que estudam as mudanças climáticas, se contrapõem àqueles que negam a existência de tais mudanças. Dessa forma, o grau de certeza em cada um dos principais achados da avaliação baseia-se no tipo, quantidade, qualidade e consistência das evidências (por exemplo: dados, compreensão mecanicista, teoria, modelos, julgamento de especialistas) e o grau de concordância sobre elas.

Os termos utilizados para exprimir evidência dos achados são: limitado, médio ou robusto. Para os graus de acordo sobre cada tema, adota-se baixo, médio e alto. Desta forma, geram-se níveis de confiança nas informações, que são classificadas em *muito baixo*, *médio*, *alto* e *muito alto*. Por convenção, esses níveis de confiança são escritos em letra itálica.

A probabilidade de ocorrência é definida em categorias: *praticamente certo* (99-100% de probabilidade); *extremamente provável* (95-100%); *muito provável* (90-100%); *provavelmente* (66-100%); *mais provável do que não* (50-100%); *tão provável quanto não* (33-66%); *improvável* (0-33%); *muito improvável* (0-10%); *extremamente improvável* (0-5%) e *excepcionalmente improvável* (0-1%). As probabilidades também são escritas em itálico (IPCC, 2014).

Embora existam níveis variados de incertezas sobre impactos específicos, o IPCC (2014) considera ser inequívoco o aquecimento do sistema climático e que, desde a década de 1950, ocorrem alterações que não têm pre-



cedentes e que irão gerar impactos ao longo de décadas para milênios.

Para a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), as mudanças climáticas são a expressão clara do problema da sustentabilidade: como fazer os atores sociais alterarem seus comportamentos atuais, em função do altruísmo necessário para pensar nas gerações futuras? Existem ganhos financeiros imediatos em práticas de uso não sustentável dos recursos naturais. E, mais importante, há uma clara ligação entre as condições estruturais do modo de produção capitalista e as mudanças climáticas, posto que o processo de acumulação de capital depende do consumo constante e crescente de bens e serviços.

Um ponto de discórdia reside na culpabilidade do capitalismo, afinal o clima da Terra variou bastante ao longo do tempo, antes mesmo da Revolução Industrial. Ocorreram eras glaciares que gelaram o planeta. Já se sabe que existiram palmeiras tropicais onde hoje é a Groenlândia. Essa variação climática parece ter relação com algumas causas naturais, como alterações na órbita terrestre em torno do Sol, variações na intensidade solar e na atividade de vulcões, por exemplo.

Toda ciência possui algum grau de imprecisão e, na ciência do clima, o grau de imprecisão sobre o que ocorreu na Terra ao longo de milhões de anos e sobre o que virá no futuro depende de modelos interpretativos. Tais modelos possuem graus variados de confiança em suas conclusões, que têm sido refinadas, ao longo do tempo, pela acumulação de informações geradas a partir de registros climáticos do passado – por exemplo, o ar que ficou armazenado em geleiras profundas por

milhões de anos e/ou registros da existência de fauna e flora, registros de níveis oceânicos do passado e outras fontes de informação.

Aqueles que não acreditam que existam mudanças climáticas, ou aqueles que imaginam que elas não são um reflexo do modo de produção capitalista, apegam-se às mudanças ocorridas ao longo da história da Terra. Afirmam que o clima da Terra sempre apresentou variações e que não há certeza de que as atuais mudanças são induzidas pela ação humana. De outro lado, uma grande comunidade de cientistas de todo o mundo, reunidos no IPCC, afirma que a influência humana no sistema climático é clara. Defende que as recentes emissões de gases de efeito estufa são as mais altas da história, com impactos generalizados nos sistemas humanos e naturais.

A principal argumentação, que sustenta a ocorrência de tais mudanças (chamadas de antropogênicas, ou seja, causadas pela ação humana), reside no fato de que existe uma correlação bastante estreita entre o aquecimento do clima e a emissão dos chamados gases de efeito estufa (GEE ou *greenhouse gases*, em Inglês): dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e vários gases fluorados. Esses gases permanecem na atmosfera, dificultando a dispersão no espaço do calor que a Terra recebe do Sol. Os cientistas do clima afirmam que estamos entrando uma nova era geológica, cujo ponto de início é impreciso, talvez no final do século XVIII, talvez em um período anterior ou posterior a isso – mas, certamente, influenciado pela Revolução Industrial e o início da produção intensiva sob o modo de produção capitalista, baseado fortemente no uso de fontes de energia provenientes do carbono existente em estoques na Terra.



Eles reconhecem a ocorrência de fatores naturais que aumentam a temperatura (atividade de vulcões, por exemplo), mas parece claro que, após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu uma grande aceleração nas mudanças. Essa nova era geológica é chamada de Antropoceno ou o período mais recente da história do planeta Terra.

A existência de alterações ao clima induzidas pela emissão de GEE, resultantes da ação humana, é bastante antiga e foi realizada pelo cientista sueco Arrhenius. Em 1896, ele demonstrou que a queima de combustíveis fósseis iria causar aquecimento global. Suas previsões têm sido testadas por modelos climáticos, que se tornaram extremamente sofisticados, mas que, ainda assim, apresentam divergências significativas em relação aos seus prognósticos.

Tais modelos podem ser mais globais e teóricos ou mais descritivos de condições locais, baseados em observações. Os modelos globais são baseados na análise matemática de um grande número de variáveis, enquanto os locais agregam dados empíricos de campo. São escalas diferentes, com custos e benefícios específicos. Modelos, que têm por base dados de campo (*field-based*), possuem qualidade elevada das informações que são introduzidas para análise, porém apenas alguns países possuem informação com essa qualidade e, muitas vezes, tais informações não cobrem todo o território. A vantagem desses modelos é a capacidade de estudar variações locais e sazonais. Mais adiante será discutido o modelo brasileiro.

Os modelos de escala global – chamados de modelos de circulação global atmosférico (GCMs, sigla em Inglês para *General Cir-*

*ulation Models*) – têm apontado de forma consistente para a correlação entre a emissão de gases de efeito estufa e a mudança no aquecimento da terra e nos regimes de chuva. No entanto, os modelos atuais ainda não logram distinguir a variabilidade regional e as mudanças nos padrões sazonais de temperatura e precipitação. Os modelos tipo GCMs apresentam resultados diferentes para cenários de emissão de GEE idênticos, por exemplo.

Apesar de divergências sobre consequências em uma escala mais aproximada, todos os modelos apresentam, como resultado das mudanças climáticas, a ocorrência de temperaturas mais elevadas e mais precipitação para o globo. Segundo duas agências norte-americanas – a Agência Espacial Americana (NASA) e a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) – em 2015, ocorreram fortes anomalias em relação ao padrão de clima observado entre os anos de 1951 e 1980. O ano de 2015 foi o mais quente no registro de temperatura da NASA/NOAA, que teve início em 1880. (NASA/NOAA, 2016). No entanto, não se conhece, atualmente, a variabilidade do clima em escala regional, como também há bastante incerteza sobre mudanças nos padrões sazonais e qual será a magnitude de tais mudanças.

Existe um consenso elevado sobre alguns impactos que as mudanças climáticas devem causar. Devem ocorrer impactos negativos mais severos nas regiões de baixa latitude (mais próximas à linha do Equador). Esses impactos devem ser bastante negativos, mesmo que ocorram apenas níveis baixos de aquecimento. Os impactos nas latitudes médias a altas devem ser mais híbridos, especialmente se ocorrer um nível menos elevado de



aquecimento (HLPE, 2012). É interessante que, algumas regiões de alta latitude (mais próximas ao Polo Norte) devem beneficiar-se do aquecimento global, dado que as estações do ano devem se tornar mais quentes, os períodos de crescimento das plantas devem ser estendidos, e as pessoas devem enfrentar menos dificuldades com o frio intenso.

Os modelos para compreender as mudanças climáticas variam bastante em termos de escalas de tempo utilizada. Esses modelos não dependem apenas de condições puramente atmosféricas. Na verdade, o que ocorre na atmosfera é um aspecto visível de condições ecossistêmicas, nas quais a interação entre vegetação, águas e atmosfera é dinâmica. Variações na cobertura vegetal da Terra e na capacidade dos vegetais de fazer a fotossíntese têm implicações mútuas, e dependem do estado da tecnologia disponível no momento para as atividades de extração, processamento e uso dos recursos naturais (FAO, 2015).

Os modelos gerais de circulação (GCM) conhecidos como MIROC e CSIRO, por exemplo, chegaram a previsões bastante díspares para mudanças anuais médias nas precipitações entre 2000 e 2050. O MIROC aponta para aumentos substanciais na precipitação, mas com algumas regiões tornando-se mais secas, como o nordeste do Brasil e a metade leste dos Estados Unidos; por sua vez, a África Oriental e Bangladesh teriam um futuro muito mais úmido, e quase todo território de Bangladesh pode ficar debaixo de água. Confirmado esse cenário, além da perda humana e econômica, haveria, em todos os casos, efeitos negativos consideráveis na produção agrícola dessas regiões. No entanto, o modelo CSIRO prevê para o Brasil justamente um cenário oposto, com aumen-

to da umidade em boa parte do território, incluindo o nordeste (FAO, 2015). Como se verá adiante, o modelo brasileiro de escala regional tende a apoiar as conclusões do MIROC.

Um dos consensos elevados, já existente, refere-se ao conhecimento de que a concentração atual de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre é a maior já ocorrida nos últimos 20 milhões de anos, tendo causado, até o momento, uma elevação de aproximadamente um grau Celsius, em relação ao clima médio da Terra no período da Revolução Industrial (1820-1840). De todo o gás expelido por atividades naturais ou pela ação humana, cerca de 44% ficam na atmosfera, 31% são absorvidos pela vegetação terrestre (especialmente as florestas) e 26% são absorvidos pelos oceanos (NOBRE, 2017).

Até o momento, o IPCC publicou cinco Relatórios de Avaliação (AR ou Assessment Reports, em Inglês) nos anos de 1990, 1995, 2001, 2007, e 2014. De cada relatório é feito um sumário para os tomadores de decisão (SPM, *Synthesis Report Summary for Policymakers*). O IPCC definiu um extenso glossário de termos necessários para o entendimento das discussões sobre mudanças climáticas. Alguns desses termos são apresentados de forma resumida, a seguir (IPCC - WGIIAR5, 2014).

*Mudança climática: A Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em seu artigo 1º, define a mudança climática como “uma mudança do clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, que altera a composição da atmosfera mundial e que vai além da variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”.*



*A UNFCCC faz, assim, uma distinção entre as mudanças climáticas atribuídas às atividades humanas, que alteram a composição atmosférica, e a variabilidade do clima atribuída a causas naturais.*

***Vulnerabilidade:** Propensão ou pré-disposição a ser adversamente afetado. Vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade a danos e falta de capacidade para lidar e adaptar-se.*

***Risco:** Consequência potencial em uma situação na qual algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores.*

***Impactos:** Efeitos sobre os sistemas naturais e humanos – sobre a vida, meios de vida, saúde, ecossistemas, economias, sociedades, culturas, serviços e infraestrutura resultantes da interação entre as mudanças climáticas ou eventos climáticos perigosos, que ocorrem dentro de um período de tempo específico e a vulnerabilidade existente em uma sociedade ou um sistema exposto a certo perigo.*

***Adaptação:** Processo de adaptação ao clima e seus efeitos reais ou esperados. Em sistemas humanos, a adaptação procura diminuir ou evitar danos, ou mesmo explorar oportunidades benéficas.*

***Resiliência:** Capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais de lidar com um evento, tendência ou distúrbio perigoso, responder ou reorganizar-se de modo a manter sua função essencial, identidade e estrutura e, ao mesmo tempo, manter a capacidade de adaptação, aprendizado e transformação.*

## **Impactos climáticos gerais estimados pelo IPCC**

Segundo o último relatório do IPCC (AR5), os sistemas naturais e humanos em todos os continentes e também os oceanos têm sofrido impactos nas últimas décadas, que são classificados de acordo com sua natureza e grau de confiança em relação à possibilidade de ocorrência. Tais impactos foram divididos em oito categorias e graus. Eles revelam interações com sistemas produtivos, particularmente na agricultura, com ecossistemas e com as condições de vida da população, em especial, a mais pobre.

**Mudanças negativas sobre a produção agrícola (confiança alta)** – Mudanças climáticas sobre a produção agrícola têm sido mais comuns do que os impactos positivos (confiança alta). Existe um número menor de estudos que mostram impactos positivos, porém se referem, principalmente, a regiões de alta latitude, embora ainda não esteja claro se a soma dos impactos foi negativa ou positiva nestas regiões (alta confiança). A mudança climática tem afetado de forma negativa o trigo e o milho para muitas regiões e, também, na média global (média confiança). Efeitos menores são observados na colheita de arroz e soja nas principais regiões de produção e na média global. Os principais impactos que foram constatados dizem respeito a aspectos de produção alimentar, mas poucos se referem a componentes de segurança alimentar (acesso a alimentos, por exemplo). Porém, desde o AR4 (Quarto Relatório) tem sido notado que a ocorrência de eventos climáticos extremos nas principais regiões produtoras leva ao aumento rápido nos preços de alimentos e cereais, o que indica uma sensibilidade dos



mercados a esses eventos extremos, entre outros fatores (média confiança).

**Mudanças climáticas trazem riscos que exacerbam outros estressores, apresentando, muitas vezes, resultados negativos para os meios de vida, especialmente para as pessoas que vivem em situação de pobreza (alta confiança)** – Riscos relacionados ao clima afetam diretamente a vida das pessoas pobres, por meio de impactos nas condições de subsistência e nos meios de vida, como nas reduções de colheitas ou pela destruição de casas; e, indiretamente, por meio de, por exemplo, aumento dos preços dos alimentos e insegurança alimentar. Ocorrem poucos efeitos positivos para os pobres e, muitas vezes, esses efeitos são indiretos e incluem, por exemplo, a diversificação das redes sociais e das práticas agrícolas.

**Eventos climáticos extremos revelam a significativa vulnerabilidade e a exposição de alguns ecossistemas (confiança muito alta)** – Ondas de calor, secas, inundações, ciclones e incêndios florestais, dentre outros eventos climáticos extremos causam impactos a ecossistemas e sistemas humanos, tais como alteração dos ecossistemas, interrupção da produção de alimentos e do abastecimento de água, danos a infraestruturas e assentamentos, morbidade e mortalidade e consequências para a saúde mental e bem-estar humano. Esses impactos atingem países em todos os níveis de desenvolvimento e estão relacionados a uma significativa falta de preparo para a variabilidade climática atual.

**Mudança na distribuição geográfica, atividades sazonais, padrões de migração, abundância e interações intraespecíficas de espécies terrestres, aquáticas e marinhas**

**(confiança alta)** – A mudança climática global natural, em taxas mais lentas do que a mudança climática antropogênica atual, resultou em alterações significativas nos ecossistemas e na extinção de espécies durante os últimos milhões de anos (alta confiança). As mudanças climáticas atuais estão levando à extinção de algumas espécies (alta confiança).

**Mudanças climáticas contribuem para alterações na vulnerabilidade e diferenças na exposição, que são mais diretamente relacionadas a desigualdades multidimensionais advindas de processos de desenvolvimento desigual (confiança muito alta)** – Os indivíduos, que são excluídos em uma ou mais das dimensões econômica, social, cultural, política e institucional ou outras dimensões, são especialmente vulneráveis às alterações climáticas e, também, a algumas respostas de adaptação e mitigação (evidência média, alta concordância). No entanto, essa vulnerabilidade elevada está ligada, normalmente, a mais de uma causa. Ela é produto da interseção de processos de desenvolvimento, que resultam em desigualdades no status socioeconômico e de renda, bem como na exposição e que incluem, entre outros, processos sociais tais como a discriminação de gênero, classe, etnia, idade ou alguma deficiência física.

**Mudanças climáticas trazem pequenos efeitos à saúde humana, se comparados aos efeitos de outros fatores de estresse (média confiança)** – Embora não tenha sido claramente quantificado, as mudanças na saúde humana no contexto das mudanças climáticas parecem pequenas. Porém, tem havido um aumento da mortalidade relacionada ao calor e diminuição da mortalidade rela-



cionada ao frio em algumas regiões, como resultado do aquecimento (média confiança). Também ocorrem mudanças de doenças transmitidas pela água e vetores de doenças, em função de alterações locais de temperatura e precipitação (média confiança).

**Conflitos violentos aumentam a vulnerabilidade às mudanças climáticas (evidência média, alta concordância)** – Conflitos violentos em grande escala prejudicam ativos que facilitam a adaptação, incluindo infraestrutura, instituições, recursos naturais e oportunidades de subsistência.

**Mudança de precipitação ou derretimento de neve e gelo (confiança média)** – Em muitas regiões do globo, essas mudanças alteram os sistemas hidrológicos e afetam a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (confiança média). Haverá encolhimento contínuo de geleiras em quase todo o mundo (confiança alta), o que deverá afetar o escoamento de volumes de água a jusante (confiança média). O permafrost (solo congelado de regiões polares e de altitudes elevadas) está se aquecendo e descongelando (confiança alta).

Esses impactos possuem uma elevada correlação com as mudanças de uso do solo, tanto para fins industriais e urbanos, como para fins agrícolas.

### **Modelos climáticos e aspectos gerais da agricultura mundial**

Embora seja possível ter um elevado grau de confiança em relação aos impactos mais esperados, os impactos específicos e seus efeitos ecossistêmicos dependem bastante do aquecimento que venha efetivamente a ocorrer.

É certo que, se todo lançamento de gases de efeito estufa fosse paralisado hoje, suas consequências continuariam a ser sentidas por séculos adiante. Como as condições sistêmicas, que determinam o modelo de produção capitalista vigente, dificilmente podem ser alteradas no curto prazo, dificilmente haverá melhoras em relação aos efeitos danosos previstos como consequência das mudanças climáticas.

Modelos climáticos estimam o grau no qual as atividades serão afetadas. Foram criados quatro cenários chamados de RCP (*Representative Concentration Pathways*), ou Caminhos de Concentração Representativa. Estes são cenários utilizados para fazer projeções com base nos fatores considerados e que descrevem diferentes possibilidades de emissões de GEE, concentrações na atmosfera, emissões de poluição do ar e uso do solo no século XXI.

O clima afeta diretamente a produção agrícola, mas a agricultura também interfere no clima. Segundo o IPCC (2014), os setores que mais emitem gases de efeito estufa são produção de eletricidade e calor (25%), vindo a agricultura e a silvicultura e outros usos da terra com 24%. Por sua vez, a indústria responde por 21%; o transporte por 14%; edifícios e casas somam 6%; e outras fontes de energia, 10%.

Os RCPs incluem um cenário de mitigação rigoroso (RCP2.6), ou seja, de emissão de GEE muito baixa; dois cenários intermediários (RCP4.5 e RCP6.0) e um cenário com emissões de GEE muito altas (RCP8.5). Quando se considera a possibilidade de governos e populações não restringirem suas emissões, os “caminhos de concentra-



ção representativa” variam entre RCP6.0 e RCP8.5. O RCP2.6 é o melhor cenário considerado e representa as ações que possibilitam manter o aquecimento global em até 2°C acima das temperaturas pré-industriais.

O cenário de impacto mais severo é o Representative Concentration Pathways 8.5 (RCP8.5), combinando pressupostos sobre uma população mundial grande e crescimento de renda relativamente lento, com taxas modestas de mudanças tecnológicas e de intensidade energética, o que levaria, no longo prazo, à demanda elevada de energia e de emissões de GEE na ausência de políticas de mudança climática (RIAHI, RAO ET. AL. 2011).

Pelo cenário RCP8.5, pode ocorrer um aumento de temperatura de até 4°C até o final do século, com aumento contínuo até 2100. Esse aquecimento causaria extinção de cerca de 25% das espécies existentes. Os impactos sobre a agricultura seriam extremamente severos, posto que, em diversas regiões do planeta, as temperaturas passariam de 40°C, calor acima do qual as plantas deixam de fazer fotossíntese. Os oceanos teriam suas águas acidificadas pela absorção de carbono do ar e 40% da vida marinha morreriam; o nível dos mares subiria cerca de cinco metros, atingindo cidades e zonas agrícolas costeiras ou abaixo do nível do mar (NOBRE, 2017).

A absorção de CO<sub>2</sub> nos continentes afetaria plantas, beneficiando, até certo ponto, algumas que obtêm melhor absorção de carbono e prejudicando outras. Em geral, os solos devem perder a fertilidade, afetando a capacidade de germinação (EMBRAPA/UNICAMP, 2008).

Em um cenário mais brando, de aumento da temperatura da Terra em aproximadamente 2°C em relação aos níveis de temperaturas pré-industriais, o que já parece inevitável, haverá redução de produção agrícola nas áreas áridas e semiáridas dos trópicos. Serão mais afetadas, negativamente, as regiões do Saara e da África subsaariana, o sul e o oeste da Ásia, o norte da África, a Índia e partes do Andes secos na América Latina, como o Equador, o Peru e a Bolívia (SWAMINATHAN e KESAVAN, 2012).

É justamente nessas áreas mais secas que residem a maior parte dos pobres no mundo, o que implica que as mudanças climáticas terão um efeito profundo no aumento das desigualdades sociais e, em particular, nas condições de vida e de sobrevivência de milhões de pessoas mais pobres. Essas áreas mais secas ocupam cerca de três bilhões de hectares nos países em desenvolvimento e abrigam 2,5 bilhões de pessoas. Ou seja, as mudanças climáticas devem afetar de forma mais severa 41% da área terrestre e mais de um terço de sua população, sendo que aproximadamente 16% dessa população vive em pobreza crônica e tem problemas de segurança alimentar.

Como dito, algumas regiões do globo, no entanto, devem se beneficiar. Territórios de alta latitude no hemisfério Norte, hoje gélidas, irão observar ganhos de produtividade, por se tornarem mais quentes. As regiões agrícolas, que seriam positivamente afetadas pela possibilidade de os solos tornarem-se férteis, em especial para a produção de cereais, seriam o norte dos Estados Unidos, o Canadá, a Europa e a Escandinávia, a Federação Russa e a China (CLINE, 2007). A concentração de carbono na atmosfera, juntamente com a



presença de luz solar, garante a fotossíntese das plantas. Se a concentração de carbono e o calor aumentam, as plantas tendem a fazer mais fotossíntese e a se desenvolver melhor – pelo menos até um determinado liminar que não se conhece completamente.

Tal possibilidade de obter benefícios pelas mudanças climáticas, porém, pode não se realizar. Regiões terrestres, como a China, que detêm poucos recursos hídricos e que dependem em alguma escala das águas de degelo, podem aumentar a competição pela água entre usos humanos, atividades industriais, geração de energia, produção agrícola, e dessedentação de animais.

### **Lidando com sintomas: medidas de mitigação e adaptação**

Embora a melhor alternativa seja evitar impactos, a certeza de que mudanças climáticas já estão ocorrendo e a possibilidade de elas se ampliarem em função das dificuldades de alteração no modo de produção capitalista, traz consigo a narrativa das medidas de mitigação e a adaptação aos efeitos já existentes, bem como aos vindouros. Essas formas de lidar com as mudanças climáticas são bastante criticadas por aqueles que defendem uma mudança radical no modelo de desenvolvimento. Para eles, mitigação e adaptação são como tratar dos sintomas sem cuidar das causas do problema.

Por mitigação entende-se a redução dos efeitos negativos, tanto os existentes como os previstos. Por adaptação entende-se as medidas que visam adequar estruturas e práticas existentes. É possível mitigar sem adaptar, mas toda forma de adaptação implica em algum grau de mitigação. Por exemplo, é pos-

sível criar uma compensação financeira pelos prejuízos causados pelas mudanças climáticas, sem que qualquer medida de adaptação seja tomada.

A amplitude, o caráter sistêmico e os “efeitos cascata” das mudanças climáticas fazem com que mitigação e adaptação sejam complexas, envolvam diversas ações simultâneas e coadunadas, demandando invariavelmente a ação de políticas públicas dispendiosas. Como adendo de complexidade, a política pública deverá ser capaz de atender às peculiaridades de impactos diferenciados por regiões, como forma de produzir resultados justos.

Além da complexidade própria da ação política, ocorre a complexidade das interações entre elementos físicos e da natureza e entre esses últimos. Segundo o IPCC (2014), particularmente nas interseções entre água, energia, uso do solo e biodiversidade ocorrem maiores graus de complexidade, mas as ferramentas para entender e gerenciar essas interações permanecem limitadas.

Exemplos de áreas de ação para mitigação e adaptação citadas pelo IPCC incluem:

- Melhoria da eficiência energética e uso de fontes de energia mais limpas;
- Redução do consumo de energia e água nas áreas urbanas através de cidades ecológicas e reciclagem de água;
- Aumento da sustentabilidade na agricultura e na silvicultura; e
- Proteção de ecossistemas para armazenamento de carbono e outros serviços ecossistêmicos.



## O RCP8.5 - consequências para a agricultura e sistemas agroalimentares

Existem diversas correlações entre mudanças climáticas e agricultura, que têm paralelo com as dimensões de uso e da mudança de uso da terra, de florestas, das águas doces e salgadas, da pesca, da interação com a biodiversidade e das interações com os sistemas produtivos agroalimentares, resultando em impactos na segurança e na soberania alimentares. Essas correlações são exploradas no RCP8.5 e apresentadas a seguir.

A agricultura é altamente sensível ao clima. Ela é impactada em termos de tendências de longo prazo nas condições médias de precipitação e temperatura, que determinam a distribuição espacial de culturas alimentares. Impactos ocorrem também em termos interanuais, pela variabilidade e ocorrência de secas, inundações, ondas de calor, geadas e outros eventos extremos.

São diversas as dimensões interconectadas de impacto entre agricultura, gestão dos recursos naturais e clima, qualquer que seja o RCP. Mesmo que o aumento da temperatura esteja apenas entre 1°C e 2°C acima dos níveis pré-industriais – o que já é praticamente certo que irá ocorrer – diversos sistemas naturais únicos (ex.: Mata Atlântica) e outros ameaçados devem sofrer impactos fortes e, também, devem ocorrer riscos associados a eventos climáticos extremos.

No entanto, parece inevitável que o aquecimento global venha a superar os 4°C acima dos níveis pré-industriais, o que deve ocorrer por volta de 2100. Nesse cenário, diversas espécies da fauna e da flora devem

desaparecer. Haverá insegurança alimentar global e regional, diversas atividades humanas comuns sofrerão restrições e, em alguns casos, as sociedades não terão alternativas de adaptação.

Embora seja possível considerar os impactos específicos para os sistemas de produção agrícola e, conseqüentemente, para a segurança e a soberania alimentares, não se deve perder de vista que a agricultura é interligada com a produção industrial e com serviços, e seus produtos são, na quase totalidade, consumidos em regiões urbanas. Portanto, impactos específicos em cidades podem implicar em impactos também para a agricultura e vice-versa. O IPCC fala em impactos “em cascata”, indo do clima físico até os sistemas intermediários e depois para as pessoas.

Em um cenário RCP8.5, muitas regiões podem ficar inabitáveis e haverá grande impacto na produção rural, quer pela impossibilidade de manter a produção agrícola, quer por não haver mais consumidores. Aparentemente até hoje, a dimensão humana dos impactos climáticos parece não ter alcançado a atenção da sociedade, mas em todo o mundo haverá (na verdade, já está havendo) alterações substanciais nas formas de vida e de produção, tanto nos ambientes rurais como nos urbanos. São mudanças na maneira como o homem desfruta atualmente da vida na Terra e que é resultado de bilhões de anos de evolução.

Aquilo que produzimos em termos agrícolas, na atualidade, é consequência dessa evolução lenta e paulatina, que moldou a biodiversidade como a conhecemos hoje. Fauna e flora sempre mudaram e muitas espécies animais e vegetais que a Terra possuía foram extintas.



Mas essa foi uma mudança paulatina. O que se vê, hoje, é uma mudança abrupta das condições climáticas, com a qual a natureza tem muito mais dificuldade de lidar do que os elementos construídos – como a infraestrutura e os bens industriais. Algumas regiões de maior vulnerabilidade ambiental correm maior risco, como as regiões rurais sensíveis à seca, aquelas de solo frágil e de declividade elevada.

O RCP8.5 mostra um cenário que pode ser catastrófico para a agricultura. Tal aumento de temperatura, combinado com o aumento da demanda por alimentos, representaria grandes riscos para a segurança alimentar, globalmente. Considere-se que a população mundial em 2017 deve ser de aproximadamente 7,5 bilhões e deverá chegar a 11,2 bilhões em 2100.

Há que, portanto, avaliar riscos. E tal análise precisa considerar que as mudanças climáticas colocam em movimento alterações no ambiente natural, que não se estabilizam com a mesma rapidez dos elementos causais: é possível parar de usar motores a combustão e trocá-los pelos elétricos, mas o carbono já emitido passará anos afetando a atmosfera. Ademais, a estabilização da temperatura média global da superfície da Terra não implica estabilização para todos os aspectos do sistema climático. Mudanças nos biomas, no carbono do solo, nas camadas de gelo, nas temperaturas do oceano e no aumento do nível do mar têm dinâmicas e prazos próprios. Essas mudanças, que já estão em andamento, deverão ocorrer por centenas a milhares de anos, após ocorrer a estabilização da temperatura da superfície global.

Um caso de risco com consequências desconhecidas é o impacto sobre a diversidade

de dos recursos genéticos. As variedades endêmicas são menos capazes de se mover e sobreviver à medida que as condições agroecológicas mudam. Cerca de 20% dos parentes selvagens de culturas de três grandes culturas (amendoim, feijão e batata) devem sofrer ameaça de extinção até 2050 (JARVIS *ET AL.*, 2008). Sete dos 25 lugares mais críticos com altas concentrações de espécies endêmicas estão na América Latina e estas áreas estão passando por perda de habitat (JARVIS *ET AL.*, 2011). Essa dimensão é especialmente importante para o Brasil, por ser um dos países de maior biodiversidade no mundo.

As áreas rurais, avalia o IPCC (2014), devem experimentar grandes impactos na disponibilidade e oferta de água, segurança alimentar, infraestrutura e renda agrícola, incluindo mudanças nas áreas de produção de alimentos e culturas não alimentares em todo o mundo. O Painel de Mudanças Climáticas considera existir alta confiança de que todos os aspectos da segurança alimentar em todo o mundo são potencialmente afetados pelas mudanças climáticas, incluindo a produção de alimentos, o acesso e o uso, bem como a estabilidade de preços.

A segurança alimentar, conforme compreendida pela FAO (2008), refere-se ao estado no qual todas as pessoas tenham acesso físico e econômico, de forma contínua e estável, a uma alimentação que seja suficiente, segura e nutritiva, e que atenda às necessidades nutricionais e preferências alimentares, de modo a propiciar uma vida ativa e saudável. Mais amplo é o conceito de soberania alimentar, que coloca as práticas, os conhecimentos tradicionais e os sistemas locais de produção no centro do debate – e compreendem que a



comida não deve ser vista, prioritariamente, como uma mercadoria.

Os conceitos de soberania e segurança alimentar não são excludentes; mas a ideia de soberania é mais ampla, e agrega a capacidade dos povos de escolher sua alimentação à luz das consequências que a produção de alimentos possui para o conjunto das sociedades, o que traz à tona, de um lado, o aspecto nutricional e, de outro, a compreensão da alimentação (e da saúde) como um direito das pessoas e uma necessidade de preservação ambiental (DE SCHUTTER E CORDES, 2011).

Algumas práticas agrícolas modernas prejudicam a qualidade do solo através da erosão, compactação, acidificação e salinização e reduzem a atividade biológica como resultado de aplicações de pesticidas e herbicidas, fertilização excessiva e perda de matéria orgânica. Além de contribuírem fortemente para as mudanças climáticas, também causam impactos afetando de modo negativo os padrões de exclusão social no campo e na relação campo-cidade, afetam a qualidade da comida, o tipo de dieta, e o direito dos povos de manterem suas tradições alimentares (BELLO, 2012).

Esse tipo de agricultura das corporações privadas, que solapa a segurança e a soberania alimentar, é responsável pelo consumo de cerca de 70% da água doce existente no mundo, em rios e aquíferos. Considerando que 20% dessa água é compartilhada por ao menos dois países, deverá haver aumento nas disputas internacionais e conflitos pelo recurso (DE STEFANO *ET AL.*, 2017). Beddington *et al.* (2012) destacam que a alteração climática afeta também perdas pós-co-

lheita e causa pressão de espécies invasoras, pragas e doenças, além de serem afetadas, da mesma forma, a capacidade de manejo do solo, a infraestrutura e o transporte.

Os impactos não serão uniformes nas regiões e entre os produtores rurais. Os pequenos produtores devem ter mais dificuldades para encontrar alternativas econômicas e tecnológicas, e acessar políticas destinadas à mitigação e adaptação, que, adicionalmente, podem ter custos proibitivos. Em regiões nas quais a mortalidade diminuiu, como na África rural, o aumento da pressão pelo uso da terra e da demanda por comida nas cidades aumenta também os conflitos, que atingem os pequenos produtores rurais.

Dado que os padrões históricos de clima e precipitação vão deixar de servir como referência, os custos de informação para a gestão da produção rural devem subir e tornar-se (ainda mais) proibitivos ao pequeno produtor. Também deve subir o custo de uso da água, que se tornará mais escassa.

As contribuições do setor agrícola para as mudanças climáticas são estimadas pela FAO (2014) em nove setores da agricultura e quatro de usos florestais e outros setores. Os relativos à agricultura, apontados pela agência, são os seguintes:

- Fermentação entérica – o sistema digestivo de ruminantes gera gás metano (CH<sub>4</sub>); uma contribuição menor é feita por não ruminantes.
- Estrume – O uso de estrume emite nitrogênio (N).
- Cultivo de arroz – Geram gás metano (CH<sub>4</sub>).
- Fertilizantes sintéticos, resíduos de culturas



e cultivos em solos orgânicos – Emitem de forma direta e indireta óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

■ Queima de cerrados (savanas) e de resíduos de colheitas – Lançam gases CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O.

■ Uso de energia na agricultura – As emissões provenientes do consumo de energia consistem em gases de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso associados à combustão direta de combustível e geração de eletricidade para agricultura, incluindo pescas, como também estimativas de energia utilizada em máquinas, irrigação elétrica e embarcações de pesca.

### **Correlações com a segurança e a soberania alimentar**

Do ponto de vista da segurança e da soberania alimentar e nutricional, as mudanças climáticas relacionam-se com um modelo de produção agroalimentar marcado pela forte presença de um regime corporativo, com clara redução da atividade de pequenos produtores rurais – camponeses que produzem para o autoconsumo e produtores da agricultura familiar ligada aos mercados consumidores – em benefício de uma produção em larga escala ligada ao agronegócio alimentar e exportador.

Esse modelo agroalimentar resultou, atualmente, em cerca de um bilhão de pessoas no mundo que passam fome. São vítimas de um sistema agroalimentar que destina recursos e conhecimentos ligados a financiamento, tecnologia, assistência técnica e extensão rural (Ater) e infraestrutura para a agricultura corporativa vinculada às cadeias regionais e globais do agronegócio. Produz alimentos industrializados, processados e ultraprocessados, com baixo valor nutricional

e com elevado teor de gordura. De um lado, os famintos são desnutridos e, de outro, há pessoas alimentadas e cada vez mais obesas e, muitas vezes, subnutridas.

Cada vez mais, busca-se o consumo de proteína animal e o crescimento de pastagens para rebanho bovino, com forte impacto em desmatamento e na concentração fundiária. De outro lado, a demanda por cereais deve aumentar em 70% até 2050 e duplicará em muitos países de baixa renda, o que pressionará pelo aumento de grandes áreas de monocultura (OXFAM, 2016).

Como resultado da baixa prioridade conferida à agricultura camponesa e familiar e pelo crescimento do modelo de agricultura corporativa, em todo o mundo, ocorre forte tendência monopolista em todos os elos da cadeia produtiva agroalimentar, da terra à prateleira do supermercado. Essas empresas agroindustriais mesclam investimentos em mercados financeiros e em moedas, de tal forma a gerar volatilidade nos preços agrícolas e na valorização da terra que, muitas vezes, tem seu uso destinado à produção de combustíveis. Custos de merchandising e publicidade ajudam a elevar os preços dos alimentos industrializados (MAGDOFF E TOKAR, 2010).

Esse modelo traz diversos problemas relacionados a cadeias de alimentos, incluindo o fato de que diversos países produzem para exportar ou para produzir agrocombustíveis destinados a abastecer carros e não para o consumo de sua própria população (HOUTART, 2010). A pesquisa e o desenvolvimento na agricultura, feitos principalmente por empresas privadas e por alguns governos, estão direcionados à grande agricultura e às empresas agroalimentares.



De Schutter e Cordes (2011) notam que, cada vez mais, as regiões produtoras localizam-se distantes dos consumidores, aumentando o custo do transporte e a perda. Há, também, elevado desperdício no consumo e, muitas vezes, na produção. Como a necessidade de alimentos aumenta em um mundo onde a desigualdade social persiste e o consumo de proteína animal ainda é baixo, será difícil conter as emissões de GEE da agropecuária, a não ser pela redução do desmatamento e queima de florestas, de forma a aumentar a locação dos pastos (quantidade de cabeças por hectare).

Nesse modelo, entende-se que a segurança alimentar é propiciada pelos mercados. Ou seja, mesmo que não exista produção local, a segurança alimentar seria garantida pelos produtos disponíveis para compra. Obviamente, os custos de transporte e as emissões de GEE associadas não são consideradas nessa equação. O processamento e a refrigeração constituem fontes adicionais de emissões de GEE.

Segundo Bebbington *et al.* (2011), entre 1961 e 2003, o comércio mundial de alimentos aumentou de 1500 Gkcal/dia para mais de 7000 Gkcal/dia. Os países da América Latina e os da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE) são exportadores líquidos de calorias alimentares, enquanto a Ásia, a África e o Oriente Médio são regiões importadoras líquidas.

De outro lado está o modelo que entende a alimentação como uma forma de viver e de produzir com sustentabilidade. De fato, para aprofundar a ideia de segurança alimentar e enquadrá-la na perspectiva de autodeterminação dos povos e soberania das nações, tal

modelo foi apresentado por diversas organizações camponesas internacionais reunidas no Fórum Internacional de Soberania Alimentar, realizado no Mali, em 2007, chamado de fórum de Nyéléni, em homenagem a uma camponesa. As resoluções do fórum estão registradas no documento Forum for Food Sovereignty - Nyéléni 2007 (NYÉLÉNI, 2007) e estabelecem os seis pilares da soberania alimentar.

De forma resumida, esses pilares podem ser interpretados como: colocar as pessoas no centro das políticas de alimentos; respeitar, valorizar e garantir a sobrevivência dos camponeses e pequenos agricultores familiares; aproximar os fornecedores de alimentos e os consumidores; propiciar o controle local, os valores e direitos das populações locais nos sistemas agroalimentares; fazer uso dos conhecimentos e habilidades locais, transmitindo esse conhecimento para as futuras gerações.

Trata-se de uma visão que compreende a agricultura como um sistema de produção associado a formas de vida, a valores, e à integração dos sistemas produtivos com saberes tradicionais que formam a base de um modelo produtivo, que se realiza com a natureza e não apesar da natureza – como ocorre no atual modelo agroalimentar corporativo, no qual a produção de alimentos segue padrões de lucro e rentabilidade das corporações, que se remuneram pela venda de alimentos e de produtos e serviços a eles associados, incluindo serviços financeiros (De PAULA, SANTOS E PEREIRA, 2015), de tal forma que a comida, em si, é apenas um elemento em uma ampla cadeia de formação de renda.



## Mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar no Brasil

Em 2013, cientistas brasileiros apresentaram o Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM, ou *Brazilian Earth System Model*), um modelo baseado em um conjunto de programas computacionais que acopla os componentes de superfície continental, oceano, atmosfera e química globais, com foco no Brasil. A iniciativa reuniu pesquisadores de diversas instituições brasileiras e estrangeiras, integrantes do Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais, da Rede Brasileira de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Mudanças Climáticas (INCT-MC).

O objetivo de desenvolver um modelo no Brasil e para o Brasil residiu no intuito de gerar cenários de mudanças climáticas com perspectiva brasileira. A perspectiva local é dada pela incorporação da formação de nuvens, da dinâmica da vegetação e do conhecimento criado no país em relação à influência dos biomas brasileiros sobre o clima global. O BESM permite uma visão mais detalhada de queimadas e do desmatamento, em especial na Amazônia, gerando cenários com resolução de 10 a 50 quilômetros (NOBRE, 2013). O modelo irá ajudar na predição de mudanças ambientais regionais e globais, que poderão ocorrer nas próximas décadas. O BESM faz parte da Earth System Grid Federation (ESGF), um sistema colaborativo “peer-to-peer” (P2P) que reúne os principais laboratórios climáticos do mundo.

A partir do cenário RCP8.5, o BESM apresentou como resultados iniciais um aumento significativo de temperatura para o território

brasileiro, porém em escala menor do que aquele sugerido pelo modelo global. Devem ocorrer alterações nos regimes pluviométricos, tanto com aumento de chuva, como com diminuição. A região a ser mais afetada pela seca será o Nordeste, onde reside cerca de 35% da população brasileira, mas estão concentrados apenas 4% dos recursos hídricos. O rio São Francisco será o mais atingido no país, podendo chegar a uma “redução drástica na descarga” (MARENGO, TOMASELLA e NOBRE, 2017). Os autores apontam que não apenas na bacia do São Francisco, mas em todo o país, são necessárias e urgentes ações de adaptação e mitigação em relação às águas.

As imagens a seguir são resultado da modelagem do BESM e mostram a tendência de extremos pluviométricos para 2050, em alinhamento com o modelo RCP8.5, e a tendência de extremos de temperatura, também em alinhamento com o modelo RCP8.5.

A figura 1 mostra a redução no regime de chuvas atingindo parte significativa do Nordeste. A região próxima ao litoral do Nordeste deverá ser a mais afetada no Brasil, em especial o sul da Bahia. Um território compreendendo desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Norte, adentrando nos estados de Minas Gerais, Goiás (norte do estado), sul do Tocantins e Pantanal, deverá ter redução de chuvas. Em várias regiões da Amazônia e da Caatinga, a redução de chuvas poderá ser de até 40%.

São esperados aumentos de chuva nas áreas coloridas do verde escuro ao laranja – mostrando um aumento significativo de chuvas nos pampas. Para as demais áreas do Brasil, a confiabilidade das projeções ainda é menor, mas há indícios de que pode aumentar a



chuva em porções da Mata Atlântica do Sul e do Sudeste. Esse aumento é positivo em termos de disponibilidade de água, mas deve gerar inundações e deslizamentos, requerendo grandes investimentos em infraestrutura. O aumento do nível dos oceanos deve atingir a maior parte das capitais do Brasil localizadas no litoral, além de várias cidades.

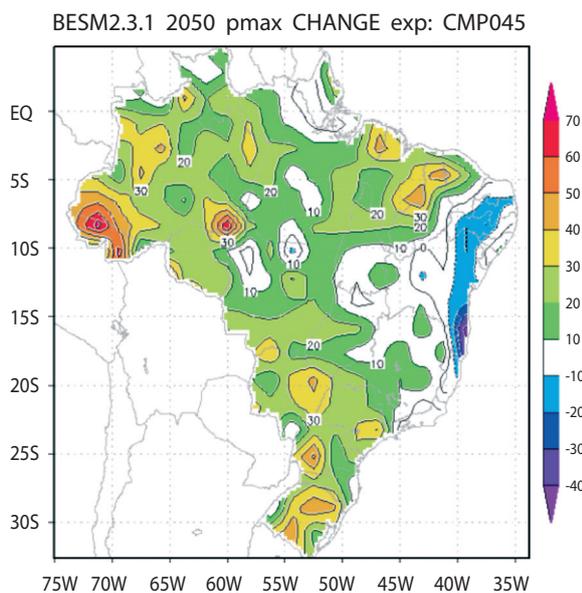
A figura 2 apresenta a variação de temperatura, com aumento em praticamente todo o país: em 2100 a temperatura deverá ser de 3°C a 6°C mais elevada do que no final do século XX. A região leste de Minas Gerais e o sul da Bahia serão os mais afetados pelo calor. Também haverá aumento de temperatura em toda a região amazônica, especialmente nos estados do Pará e Mato Grosso, bem como no meio-sul da Bahia.

Talvez a implicação mais significativa das descobertas, até o momento, seja de que o país

deverá ter, de uma maneira geral em todo seu território, mais dias com chuva consecutivos e mais dias com seca consecutivos (Nobre, 2017). Ou seja, deverá haver aumento na severidade das condições climáticas, podendo ocorrer tanto inundações, como falta de água, ambos com impactos significativos na infraestrutura e na geração de eletricidade. Note-se que a infraestrutura das zonas rurais descampadas possui maior vulnerabilidade aos impactos climáticos, em especial pela ocorrência de ventos fortes.

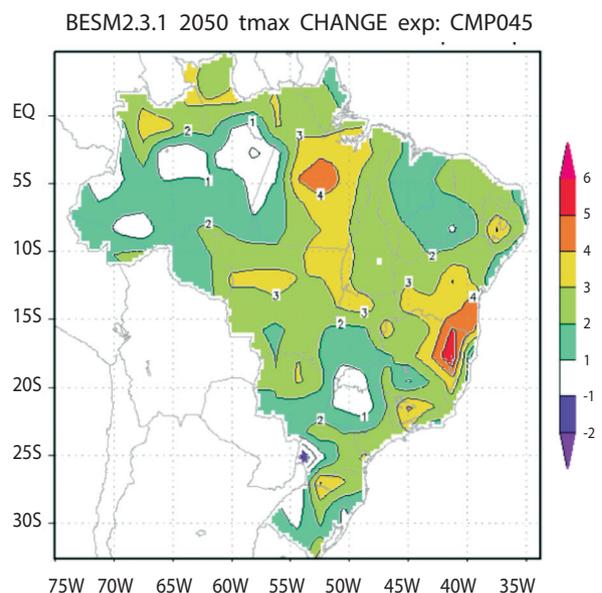
Para lidar com o cenário de mudanças climáticas, o Brasil instituiu, por meio da Lei nº 12.187 de 2009, a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC). Ela estabelece o compromisso nacional voluntário de adoção de ações de mitigação, com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do país entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas até 2020.

**Figura 1 - Alterações Pluviométricas, BESM/RCP8.5 - 2050**



Fonte: NOBRE, 2014

**Figura 2 - Alterações na Temperatura, BESM/RCP8.5 - 205**



Fonte: NOBRE, 2014



A regulamentação da PNMC ocorreu em 2010, por meio do Decreto 7.390, no qual se projeta que as emissões de gases de efeito estufa para 2020 (com equivalência para CO<sub>2</sub>) devam estar em 3,236 Gt CO<sub>2</sub>e (gigatoneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, sendo que 1 Gt equivale a 1 bilhão de toneladas). Assim, estima-se que a redução correspondente aos percentuais estabelecidos encontra-se entre 1,168 Gt CO<sub>2</sub>e e 1,259 Gt CO<sub>2</sub>e, respectivamente, para o 2020. A elaboração das estimativas de emissão e o acompanhamento dos dados são de responsabilidade do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI).

As atuais estimativas brasileiras de emissão de GEE foram apresentados pelo MCTI, em 2016, para os diversos setores da atividade econômica em relação às emissões de GEE (CO<sub>2</sub>-equivalente) entre os anos de 1990 e 2014. A maior contribuição decorre da mudança de uso da terra e florestas, que foi também o setor que apresentou maior redução, em função da queda no desmatamento e de queimadas na região amazônica. Destaca-se que a contribuição de emissões oriundas diretamente da pecuária é pequena, porém cresceu paulatinamente desde 1990 e, no atual momento de redução da atividade econômica, possui dimensão comparável às emissões dos processos industriais. Os dados mostram que, no setor de energia, as emissões continuaram a crescer entre 2005 e 2014, mesmo após o período de “pico” do crescimento econômico no Brasil, em 2010. Também com crescimento contínuo nesse período foi o setor de tratamento de resíduos.

É notável a variação na mudança do uso da terra e florestas causada pela formação de pastos para a pecuária, com redução de 81,7%

com remoções e 58,7% sem remoções. O conceito de remoções refere-se a situações nas quais existe crescimento da vegetação, o que resulta na transformação de CO<sub>2</sub> em carbono fixado e na consequente liberação de oxigênio por fotossíntese. A metodologia adotada segue os critérios do IPCC e faz a contabilização de remoções de CO<sub>2</sub> apenas das áreas nas quais existe interferência humana (MCTI, 2016).

Portanto, dois fatos são importantes: o primeiro é a redução do desmatamento na Amazônia e o aumento de áreas de reflorestamento. Dados do MCTI (2016) sobre a contribuição dos biomas para emissões líquidas de CO<sub>2</sub>, em 2014, indicam que o bioma na Amazônia apresentou uma redução de 12%, diante de um crescimento de 45% no cerrado, 62% na Mata Atlântica, 6% no Pantanal e uma pequena redução de 2% na Caatinga. O segundo fato notável é que a vegetação de cerrado no Brasil, em especial no Centro-Oeste, está sendo completamente destruída e ali implantada a agricultura de monocultura do modelo corporativo. Como é no cerrado que nascem as principais águas das bacias hidrográficas brasileiras, os impactos para o fornecimento de água no Brasil deverão ser sentidos em breve.

A agricultura deverá ser o setor mais afetado, mesmo que a quantidade de chuva fique inalterada (PBMC, 2013). Isso porque a disponibilidade de umidade no solo deve diminuir, em consequência da elevação da temperatura média anual, o que intensifica a evapotranspiração e afeta a produção agrícola, especialmente onde já existe pouca água. No Nordeste do país, as culturas de milho, arroz, feijão, algodão e mandioca deverão ser severamente afetadas (MARENGO, 2006),



ao mesmo tempo em que diversas áreas da região devem sofrer um processo de desertificação. Estima-se que o Nordeste passará por um novo movimento migratório das áreas rurais para as urbanas, e para fora da região, agravando problemas de doenças e de infraestrutura (habitação, escola, saúde, transporte e saneamento).

De um modo geral, irão ocorrer perdas agrícolas em todo o país, quer por aumento ou diminuição de chuvas, associadas ao aumento de temperatura. Uma das principais avaliações da extensão dos impactos climáticos na agricultura foi apresentada pelo MCTI no estudo “Modelagem Climática e Vulnerabilidades Sociais à Mudança do Clima no Brasil” (MCTI, 2016A). As conclusões da pesquisa indicam que é forte a tendência de que ocorram, com mais frequência, dias com temperaturas superiores a 34°C nos próximos anos.

Tal temperatura deve levar ao abortamento de flores de café e feijão, resultar na morte em frangos, abortamentos em porcas e redução da produção de leite. Se a temperatura continuar a subir nas atuais taxas de 0,3°C por década, deve haver redução de 90% na produção de milho safrinha e de 80% na produção de soja e, ainda, afetar as culturas de arroz, feijão, milho e trigo (MCTI, 2016A). O aquecimento também provoca problemas fitossanitários, deve afetar a forma como pragas e plantas invasoras se proliferam (GHINI, 2006; HAMADA E GHINI, 2017) e afetar a saúde humana. Um clima mais quente também afeta a reprodução de fungos e bactérias, que podem comprometer estoques de alimentos em sistemas de armazenamentos, que não foram projetados para temperaturas mais elevadas.

## Políticas e programas para as mudanças climáticas

Há duas décadas, desde o Protocolo de Kyoto de 1997, o Brasil tem mostrado protagonismo em políticas públicas relativas ao clima, em especial pelo controle de emissões – o que se deu sobretudo pela redução do desmatamento na Amazônia. Também foi relevante a contribuição do país à criação do mercado de carbono, e à política de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), particularmente as ações que incluem a conservação florestal, o manejo florestal sustentável e o aumento dos estoques de carbono em áreas de floresta, chamados de REDD+.

O compromisso brasileiro de redução de emissões prevê que até 2030, o Brasil deva reduzir em 43% as emissões de carbono em relação a 2005. Um objetivo intermediário foi estabelecido para até 2025, quando o país já deverá ter cortado 37% das emissões de todas as fontes. Para o setor de Agricultura, Florestas e Usos do Solo (Afolu), os valores de mitigação correspondem a 11 MtCO<sub>2e</sub>, em 2025, e a 157 MtCO<sub>2e</sub>, em 2030. Para atingir esse objetivo, serão necessárias medidas direcionadas a expandir o plantio de florestas comerciais, ampliar os sistemas integrados de cultivo e plantio direto, bem como o aporte de nitrogênio via fertilização biológica, além de continuar a redução do desmatamento, ao mesmo tempo em que devem ser ampliadas as ações de restauração florestal e de confinamento na bovinocultura de corte.

Essas medidas fazem parte do chamado “Acordo de Paris”, tratado assinado no âmbi-



to da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês). O acordo foi aprovado durante a Conferência das Partes (COP-21), na cidade de Paris, em dezembro de 2015. O Brasil depositou o instrumento de ratificação do acordo em setembro de 2016, quando assumiu o compromisso de adotar medidas para redução de emissão de gases por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), de 43% em 2030.

No início do governo de Michel Temer, em maio de 2016, foi extinto o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDS), cuja estrutura e programas passaram a fazer parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Dessa forma, os programas da área rural – tanto para a pequena como para a grande propriedade rural – relativos às mudanças climáticas encontram-se, atualmente, alocados no Mapa.

Há programas em diversos outros ministérios que possuem relação direta ou indireta com mudanças climáticas e/ou com a segurança alimentar. Pode-se compreender a complexidade da ação institucional federal, bem como nas unidades subfederativas, por meio das entidades que fazem parte do Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC), instituído pelo Decreto Presidencial Nº 9.082 de 26 de junho de 2017.

São membros do FBMC, na qualidade de representantes do setor público, 14 ministros de estado, os principais dirigentes de 13 instituições públicas e autarquias, além de representantes do Legislativo, todos os governadores dos estados e do Distrito Federal, prefeitos de todas as capitais, e presidentes

das principais instituições públicas do Sistema Financeiro Nacional. O decreto também prevê a participação de representantes de entidades do terceiro setor, do setor empresarial e do setor científico-acadêmico, que não são especificados. Desta forma, o mapeamento das iniciativas públicas, que guardam relação direta e indireta com a interface entre mudanças climáticas e produção rural, torna-se bastante difícil.

De qualquer forma, é na pasta da Agricultura na qual se concentram as ações, que guardam relação direta entre clima e produção rural. As metas aceitas pelo Brasil no Acordo de Paris, em 2015, já faziam parte da agenda pública brasileira desde 2012, quando foi criado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também chamado de “Plano ABC”, para a implementação de uma agricultura de baixa emissão de carbono (MAPA, 2012).

Ao todo, o plano visa intervir em 35,5 milhões de hectares, sendo que o reflorestamento com finalidades ambientais deve atingir 12 milhões de hectares, conforme compromisso assumido pelo Brasil em 2012, no chamado Desafio de Bonn. Além de intervenções diretamente relacionadas à agricultura, diversos planos setoriais têm ação direta sobre mudanças climáticas, nas áreas ambiental, de energia, na indústria, na mineração, no transporte, na saúde e na siderurgia.

### **Considerações finais: um outro caminho?**

A alimentação é condição básica da exis-



tência humana e possui relação direta com a configuração socioeconômica, cultural e política das sociedades e seu uso do território. É certo que a atividade agrícola possui inter-relações fortes com o clima: ao mesmo tempo que causa mudanças climáticas, por elas é afetada. Mas essas inter-relações precisam ser compreendidas para além de aspectos técnicos e devem levar em consideração que o modelo de agricultura, que de fato impacta o clima, é o da agricultura capitalista, intensiva no uso de capital e de recursos naturais. Ela traz consigo enormes impactos para as sociedades.

As mudanças climáticas parecem ser um grito de alerta dos ecossistemas terrestres pela violência que sofrem no modo de exploração do capitalismo contemporâneo. O padrão monopolista desse desenvolvimento capitalista traz implicações severas para o uso do solo e de todos os recursos naturais. O uso de químicos, o desmatamento e as dietas, baseadas em larga escala no consumo de proteína animal, levam à emissão de GEE, formando um ciclo autodestrutivo.

Diante desse cenário, a agricultura capitalista, atendendo às demandas corporativas, propõe como “solução” uma receita que é “mais do mesmo”: no lugar de recuperar as condições naturais e fazer um novo modelo de agricultura, propõe-se a adaptar a natureza às mudanças que foram impostas a ela.

Essa é a narrativa e o caminho da adequação tecnológica e do uso de transgênicos, um caminho que visa manter a estrutura do modelo agrícola existente, mas sem modificar suas bases de funcionamento. Busca-se encontrar novas tecnologias, que alterem a resistência

das plantas às mudanças climáticas, mantendo ou ampliando a capacidade produtiva por meio de um rol de ações, dentre as quais aquelas sugeridas pela Embrapa/Unicamp (2008) servem de exemplo: integração pastagem-lavoura; sistemas florestais; plantio direto; arborização de cafezais; convivência com a seca; e melhoramento genético e transgenia.

Essas opções representam alternativas que vão de um perfil mais ecológico (como a integração pastagem-lavoura e o plantio direto), até a aplicação de novas técnicas de transgenia – o que parece ser a rota preferida do agronegócio. Por meio do desenvolvimento de estudos de transgênicos de segunda geração, essa rota busca adaptar soja, milho, feijão, café, mandioca e algumas frutas a altas temperaturas e ao déficit hídrico.

A estratégia da transgenia para as mudanças climáticas, segundo pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Embrapa, é a de identificar plantas naturais da flora brasileira que têm elevada resistência ao clima seco e quente, delas retirar genes para inseri-los nas espécies produtivas, tornando-as mais resistentes às mudanças climáticas. Exemplo de espécies já identificadas são pau-terra da folha grande, pau-terra da folha miúda, pacari, faveiro e sucupira preta (IICA, 2008).

Em outra dimensão e escala, encontra-se a proposta de alterar o conteúdo, o modelo e as práticas da agricultura. Por essa visão, a resposta adequada às mudanças climáticas ocorreria pelo retorno a um modelo de agricultura, que respeite as dinâmicas ecossistêmicas naturais e se aproveite delas. Seria



uma agricultura com a natureza, e não uma agricultura apesar da natureza.

Nesse campo, os modelos de agricultura orgânica e de sistemas agroecológicos representam duas alternativas compatíveis com formas de produção, que possuem baixa emissão de GEE e que produzem produtos in natura ou processados isentos de contaminantes. Eles são obtidos em sistemas orgânicos de produção agropecuária ou provenientes de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local, com atenção à reciclagem e às boas práticas de manuseio e processamento.

Nos dois casos são permitidos alguns insumos químicos, chamados de produtos fitosanitários ou químicos de baixo impacto, definidos pelo Mapa como “produtos fitosanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica”. De preferência, buscam utilizar apenas produtos naturais. O fato é que, em sistemas produtivos nos quais procura-se preservar a diversidade biológica dos ecossistemas naturais, bem como na recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados, não apenas ocorre menor emissão de GEE, mas a qualidade dos solos e das águas é mantida ou melhorada.

A agricultura agroecológica busca, além de uma produção verdadeiramente sustentável, modificar as relações sociais de produção nas quais se assenta. Há preocupação com as relações de trabalho, que devem ser baseadas em parâmetros claros de justiça, dignidade e equidade, independentemente das formas de contrato de trabalho.

O governo brasileiro está implementando a segunda fase do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo, 2016-2019), que compreende que as ações destinadas à disseminação de tecnologias sustentáveis de manejo da água, do solo e das florestas, aliadas a práticas de produção primária e à regularização ambiental, são alternativas sustentáveis de adaptação às mudanças climáticas (MDS, 2016).

Infelizmente, os recursos financeiros oficiais e as ações públicas de assistência técnica e extensão rural são escassos e deficientes. Refletem a baixa prioridade que um modelo de agricultura chamado de “alternativo” recebe dos órgãos oficiais. Um desafio é fazer com que os sistemas produtivos agroecológicos e orgânicos encontrem escala de produção. Existem experiências bem-sucedidas, realizadas por agricultores vinculados ao Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST) em diversas regiões do país. No Sul, em Minas Gerais e em São Paulo, existem sistemas produtivos agroindustrializados, com experiência de grande escala. O MST é hoje o maior produtor de arroz orgânico da América Latina. Também existe a experiência de produção agroecológica em um modelo empresarial capitalista, como o desenvolvido na Fazenda da Toca, em São Paulo.

No entanto, o contexto que informa a produção agrícola capitalista também informa a indústria, o sistema financeiro e os modos de vida. Mesmo que houvesse uma mudança no modo de produção agrícola em todo o mundo, optando-se pela agroecologia em sistemas produtivos locais, por exemplo, dificilmente haveria alteração rápida na trajetória das mudanças climáticas; para isso é necessário alterar o modo de produção do capitalismo. No ponto em que estamos, esse



já é o cenário que se avizinha, um cenário de desastres.

Isso não significa que não há o que ser feito. Ao contrário, é justamente porque muitos impactos das mudanças climáticas já são inevitáveis, que se torna ainda mais premente alterar as formas de produção da agricultura para que ela se torne sustentável, garantindo a soberania e a segurança alimentar. E o melhor caminho deve ser aquele que muda as causas-raiz do problema, com alteração no modo de produção e não aquele que se contenta com medidas paliativas de mitigação e adaptação.



## Referências bibliográficas

- BEDDINGTON, J.; ASADUZZAMAN, M.; FERNANDEZ, A.; CLARK M.; GUILLOU, M.; JAHN, M.; ERDA, L.; MAMO, T.; Van BO, N.; NOBRE, CA.; SCHOLE, R.; SHARMA, R.; WAKHUNGU, J. *Alcançar segurança alimentar face às mudanças climáticas: Resumo para decisores políticos da Comissão para Agricultura Sustentável e Mudanças Climáticas*. CGIAR - Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas, Agricultura e Segurança Alimentar (CCAFS). Copenhagen: Dinamarca, 2011. Disponível em: [www.ccafs.cgiar.org/commission](http://www.ccafs.cgiar.org/commission).
- BELLO, W. *Food Wars – Crise alimentaria y políticas de ajuste estructural*. Bilbao: Imprenta LUNA, 2012.
- CLINE, W.R., *Global warming and agriculture: Impact estimates by country* (Washington: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics), 2007.
- DE PAULA, Nilson Maciel, SANTOS, Valéria Faria, e PEREIRA, Wellington Silva. A financeirização das commodities agrícolas e o sistema agroalimentar. *Estudos Sociedade e Agricultura*, ano 23, vol. 2, outubro de 2015.
- DE SCHUTTER, O. e CORDES, K.Y. *Accounting for hunger – The right to food in the era of globalisation*. Hart Publishing, Oxford, 2011.
- DE STEFANO, L.; PETERSEN-PERLMAN, Jacob D.; SPROLES, Eric A.; EYNARD, Jim; WOLF, Aaron T. Assessment of transboundary river basins for potential hydro-political tensions. *Global Environmental Change*. vol. 45, julho 2017, pp 35-46.
- EMBRAPA/UNICAMP. *Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil*. São Paulo: Cepagri/Unicamp, 2008. Disponível em: [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/CLIMA\\_E\\_AGRICULTURA\\_BRASIL\\_300908\\_FINAL.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_300908_FINAL.pdf)
- FAO. *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990–2011 Analysis*. FAO Statistics Division Working Paper Series, 14/01. Roma: Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf>
- FAO. *Climate change and food systems: global assessments and implications for food security and trade*. Roma: Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4332e.pdf>
- FAO. *Introduction to the Basic Concepts of Food Security*. Roma: Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/013/al936e/al936e00.pdf>
- GHINI, R. *Mudanças climáticas globais e doenças de plantas*. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2005.
- HAMADA, E.; GHINI, R. *Efeitos das mudanças climáticas sobre doenças de plantas com suporte da análise integrada do geoprocessamento*. Trabalho apresentado ao XL Congresso Paulista de Fitopatologia. Instituto Agrônomo de Campinas, fevereiro de 2017. Disponível em: [http://www.cpfito.net.br/40cpfito/cd/Resumos/Resumo40CPFito\\_114.pdf](http://www.cpfito.net.br/40cpfito/cd/Resumos/Resumo40CPFito_114.pdf)



HLPE. *Food security and climate change. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. Roma: Food Agriculture Organization of the United Nations (FAO/HLPE), 2012. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/hlpe/hlpe\\_documents/HLPE\\_Reports/HLPE-Report-3-Food\\_security\\_and\\_climate\\_change-June\\_2012.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-3-Food_security_and_climate_change-June_2012.pdf)

HOUTART, F. *A Agroenergia*. São Paulo: Vozes, 2010.

IICA. *Situação e perspectivas da agricultura brasileira*. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), 2008. Disponível em: [http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2014/03/situacao\\_perspectivas2008.pdf](http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2014/03/situacao_perspectivas2008.pdf)

IPCC - WGIIAR5. Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014, Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

IPCC. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

JARVIS, A., RAMIREZ, J., BONILLA-FINDJI, O. and ZAPATA, E. Impacts of climate change on crop production in Latin America. In Yadav, S. S.; Redden, R. J.; Hatfield, J. L.; Lotze-Campen, H. e Hall, A. E. (eds.), *Crop Adaptation to Climate Change*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2011.

JARVIS, A.; LANE, A.; HIJMANS, RJ. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 126, no. 1-2, pp. 13-23. Jun 2008.

MAGDOFF, Fred e TOKAR, Brian. *Agriculture and food in crisis: An Overview*. In MAGDOFF, Fred e TOKAR, Brian. *Agriculture and food in crisis – Conflict, resistance, and renewal*. Nova Iorque: Monthly Review Press, 2010.

MARENGO J.A., TOMASELLA J., NOBRE C.A. Climate change and water resources. In: De Mattos Bicudo C., Galizia, Tundisi J., Cortesão, Barnsley Scheuenstuhl M. (eds.) *Waters of Brazil*. Springer, Cham, 2017.

MARENGO, J.A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2006. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/\\_arquivos/14\\_2\\_bio\\_Parte%201.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/14_2_bio_Parte%201.pdf)

MCTI. *Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), 2016a. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/349195826/Modelagem-Climatica-e-Vulnerabilidade-Setoriais-a-Mudanca-Do-Clima-No-Brasil>

MCTI. *Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Sumário Executivo*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. Disponível em: [http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706739/MCTI\\_TCN\\_SUMARIO+EXECUTIVO\\_port.pdf/7aad0f1d-332b-45b4-9fda-88e9e-fb049fd](http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706739/MCTI_TCN_SUMARIO+EXECUTIVO_port.pdf/7aad0f1d-332b-45b4-9fda-88e9e-fb049fd)



MDS. *Brasil agroecológico: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Plano: 2016-2019*. Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDS), 2016. Disponível em: <http://www.agroecologia.org.br/files/2016/06/Plano-po-2016-2019.pdf>

NASA/NOAA. *NASA, NOAA Analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2015*. National Aeronautics and Space Administration (NASA) e National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Disponível em: <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20160120/>

NOBRE, P. Apresentação no seminário “Eventos climáticos extremos, desastres e impactos sobre a saúde. O que dizem os sistemas de informação? Fiocruz, Rio de Janeiro, 7 de maio de 2014. Disponível em: <https://www.icict.fiocruz.br/sites/www.icict.../Apresentação%20Paulo%20Nobre.pdf>

NOBRE, P. Climate simulation and change in the Brazilian climate model. *Journal of Climate*, Vol. 26, 2013, pp. 6716-32.

NOBRE, P. Predicting climate extremes: the need for a Brazilian earth system model. Fiocruz Symposium on Climate and Health: Seminário eventos climáticos extremos, desastres e impactos sobre a saúde. O que dizem os sistemas de informação? Rio de Janeiro, 07 de maio de 2014. Disponível em: <https://www.icict.fiocruz.br/sites/www.icict.fiocruz.br/files/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20Paulo%20Nobre.pdf>

NYÉLÉNI. *Forum for Food Sovereignty - Nyéléni 2007*. Sélingué, Mali, february 23 - 27, 2007. Disponível em: [https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyeleni\\_EN.pdf](https://nyeleni.org/DOWNLOADS/Nyeleni_EN.pdf)

OXFAM. *Terrenos da Desigualdade - Terra, agricultura e desigualdades no Brasil rural*. São Paulo: Oxfam, 2016.

PBMC. *Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2*. Rio de Janeiro: Plataforma Brasileira de Mudanças Climáticas (PBMC), 2013.

PINTO, H.S.; ASSAD, E.D. *Aquecimento global e a produção agrícola do Brasil*, 2008. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/causa-e-efeito.html>.

RIahi, K., RAO, S., KREY, V. ET AL. RCP 8.5 - A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions. *Climatic Change*, 109: 33, 2011.

SWAMINATHAN, M. S., e KESAVAN, P.C. Agricultural research in an era of climate change. *Agricultural Research*, Vol. 1, No. 1, março 2012, pp. 3-11.



## **Autores**

**Olympio Barbanti Jr.** é doutor em Políticas Sociais pela London School of Economics and Political Science (LSE), é professor do curso de Relações Internacionais da Universidade Federal do ABC (UFABC), onde é coordenador do Núcleo de Estudos Estratégicos sobre Democracia, Desenvolvimento e Sustentabilidade (NEEDDS). Ministra, entre outras, a disciplina Economia Política da Segurança Alimentar Global.

## **Responsável**

Friedrich-Ebert-Stiftung (FES) Brasil  
Av. Paulista, 2001 - 13º andar, conj. 1313  
01311-931 | São Paulo | SP | Brasil  
[www.fes.org.br](http://www.fes.org.br)

### **Friedrich-Ebert-Stiftung (FES)**

A Fundação Friedrich Ebert é uma instituição alemã sem fins lucrativos, fundada em 1925. Leva o nome de Friedrich Ebert, primeiro presidente democraticamente eleito da Alemanha, e está comprometida com o ideário da Democracia Social. No Brasil a FES atua desde 1976. Os objetivos de sua atuação são a consolidação e o aprofundamento da democracia, o fomento de uma economia ambientalmente e socialmente sustentável, o fortalecimento de políticas orientadas na inclusão e justiça social e o apoio de políticas de paz e segurança democrática.

As opiniões expressas nesta publicação não necessariamente refletem as da Friedrich-Ebert-Stiftung.

O uso comercial de material publicado pela Friedrich-Ebert-Stiftung não é permitido sem a autorização por escrito.

ISBN 978-85-9565-018-3

