



Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil



Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.



Ministério do
Planejamento



Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil

Haroldo Machado Filho; Cássia Moraes; Paula Bennati; Renato de Aragão Rodrigues; Marcela Guilles; Pedro Rocha; Amanda Lima e Isadora Vasconcelos

Esta publicação é fruto de uma parceria entre o Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo (IPC-IG), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e o Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA).

Copyright© 2016

Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo
Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo (IPC-IG)

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SBS, Quadra 1, Bloco J, Ed. BNDES, 13º andar

70076-900 Brasília, DF - Brasil

Telefone: +55 61 21055000

ipc@ipc-undp.org ■ www.ipc-undp.org

O Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo é uma parceria entre o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD, e o Governo do Brasil.

Direitos e Autorizações

Todos os direitos reservados.

O texto e dados desta publicação podem ser reproduzidos desde que as fontes sejam citadas. Reproduções com fins comerciais são proibidas.

O Centro Internacional de Pesquisa para o Crescimento Inclusivo divulga os resultados de seu trabalhos em andamento para incentivar a troca de ideias sobre os temas de desenvolvimento. Os artigos são assinados pelos autores e devem ser citados de acordo. Interpretações e conclusões expressas são dos autores e não necessariamente do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento ou do Governo do Brasil.

Diretor do IPC-IG/PNUD: Niky Fabiancic
Coordenadores de Pesquisa do IPC-IG/PNUD:
Diana Sawyer, Fábio Veras Soares,
Rafael Guerreiro Osorio (Ipea) e
Luis Henrique Paiva.

Presidente do Ipea: Jessé Souza

Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA)
Country Programme Manager no Brasil: Paolo Silveri

FIDA:
Leonardo Bichara Rocha, Oficial de Programas para o país
Hardi Vieira, Oficial de Programas do FIDA para o país
Octavio Damiani, Consultor
Arilson Favareto, Consultor
Adenike Ajagunna, Assistente Administrativa

SEMEAR:
Dirce Ostroski, Coordenadora
Elisa Tavares, Suporte Administrativo

MUDANÇA DO CLIMA E OS IMPACTOS NA AGRICULTURA FAMILIAR NO NORTE E NORDESTE DO BRASIL

Haroldo Machado Filho; Cássia Moraes; Paula Bennati;
Renato de Aragão Rodrigues; Marcela Guilles; Pedro Rocha;
Amanda Lima e Isadora Vasconcelos¹

O ponto de partida deste estudo foi a consideração de cenários futuros da mudança do clima e as respectivas incertezas. As projeções globais disponíveis no Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) – AR5 foram apresentadas e comparadas com cenários regionais (*downscaling*), desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O foco deu-se em dois cenários principais do IPCC (RCP 4.5 e RCP 8.5) e também em dois principais modelos globais (*MIROC e Hadley Centre*) para os períodos de 2011-2040 e 2041-2070. O objetivo foi identificar as principais tendências em termos de mudanças na temperatura e na precipitação para as regiões Norte e Nordeste do Brasil – mais especificamente nos biomas Amazônia, Semiárido e Cerrado – escopo do estudo.

Ao avaliar os possíveis cenários da mudança do clima e os impactos relacionados à agricultura familiar nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, percebeu-se, fundamentalmente, que os pequenos agricultores terão de se adaptar a um mundo de crescente variabilidade climática. Apesar da falta de literatura e de estudos mais refinados no Brasil, fez-se um esforço para apresentar uma visão geral dos potenciais impactos da mudança do clima para uma lista específica de culturas agrícolas existentes que são significativas para a agricultura familiar no Norte e no Nordeste do Brasil.

Apesar de os futuros cenários serem negativos para muitas das culturas avaliadas, o estudo indica que, com o planejamento prévio e técnicas inovadoras, é possível reduzir as vulnerabilidades e construir a resiliência, agora e no futuro. Antes de serem mostradas as opções de resposta para a agricultura familiar aos impactos adversos da mudança do clima, o estudo avalia os problemas atuais que afetam os produtores familiares rurais nas regiões selecionadas – por meio da lente das três dimensões do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental – que poderiam ser intensificados com a mudança do clima e/ou eventos climáticos extremos.

1. A coordenação desta pesquisa agradece à Dra. Sin Chan Chou do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)/CPTEC e a sua equipe pelo apoio para a realização desse trabalho, bem como a Beatriz Abreu dos Santos, pela contribuição à versão do *Working Paper*.

Autor coordenador: Haroldo Machado Filho, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).
Autores principais: Cássia Moraes, consultora; Paula Bennati, consultora; Renato de Aragão Rodrigues, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); e Marcela Guilles, consultora. Autores colaboradores: Pedro Rocha, consultor; Amanda Lima, PNUD; e Isadora Vasconcelos, PNUD.

Após avaliação dos principais problemas, o estudo indica potenciais opções de resposta para a agricultura familiar em relação aos impactos adversos das alterações climáticas, incluindo técnicas e tecnologias. Entre as opções, o estudo destaca que, pelas abordagens agroecológicas e outras opções sustentáveis para a agricultura, os pequenos produtores e agricultores familiares de pequena escala podem desempenhar um papel importante para compensar os elementos da atual crise ambiental, bem como daqueles relacionados com a ameaça da mudança do clima. Quanto à dimensão de governança, no que se refere às instituições existentes e às políticas públicas no contexto da mudança do clima no Brasil, verificou-se que o espaço para as questões relacionadas com a agricultura é muito limitado, especialmente para a agricultura familiar.

Dessa forma, para que os interesses do setor se reflitam em potenciais políticas e regulamentações, incluindo a mobilização de fundos, o aumento da sensibilização e a participação das partes interessadas desse setor é fundamental. A mentalidade deve ser modificada com o objetivo de que os investimentos possam ser canalizados para as pessoas em áreas rurais, que são as mais pobres e vulneráveis, a fim de reduzir as desigualdades, especialmente pela luta contra a pobreza, a fome e a desnutrição.

1 MODELOS GLOBAIS DE MUDANÇA DO CLIMA E CENÁRIOS DOWNSCALING PARA O NORTE E NORDESTE DO BRASIL

As emissões antropogênicas de Gases de Efeito Estufa (GEE) têm aumentado desde a era pré-industrial, principalmente impulsionadas pelo crescimento econômico e populacional, e atualmente são maiores que nunca. De 1750 a 2013, a concentração de CO₂ aumentou de 280 ppm (partes por milhão) para 400 ppm. Por conseguinte, as últimas três décadas têm sido mais quentes que qualquer década anterior desde 1850, enquanto as temperaturas das superfícies terrestres e oceânicas combinadas aumentaram, aproximadamente, 0,85 °C de 1880 a 2012 (IPCC, 2013).

Se a atual tendência de emissões de GEE continuar, haverá ainda mais o aquecimento e as mudanças de longo prazo em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos graves, generalizados e irreversíveis para as pessoas e os ecossistemas. Assim, limitar a mudança do clima exigirá reduções substanciais e sustentadas de emissões de GEE – mitigação – que, com medidas de adaptação, poderá diminuir os riscos da mudança global do clima.

A fim de permanecer meta estipulada de 2° C, considerado ser um nível que evitaria uma interferência antropogênica perigosa com o sistema climático,² há um entendimento geral de que as concentrações de GEE devem ser estabilizadas entre 450 e 550 ppm de CO₂ equivalente em relação aos níveis pré-industrial. Quanto maior for o pico das emissões globais, maior deverá ser a taxa de corte necessária dessas emissões.

Com vistas a oferecer orientações para as políticas de adaptação e mitigação, vários cenários são produzidos para prever alterações futuras no clima global. No entanto, esses cenários têm limitações em razão de incertezas, tais como as trajetórias de emissões, “circuitos de retorno” (*feedback loops*), e as consequências sistêmicas não lineares do aumento das temperaturas médias globais.

Para o seu Quinto Relatório de Avaliação – AR5 (2013), o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sua sigla em inglês) selecionou quatro Trajetórias Representativas de Concentração (*Representative Concentration Pathways* – RCP, na sua sigla em inglês) para compor seus cenários. As RCPs representam trajetórias percursos diferentes para o forçamento radiativo³ total até 2100, e são identificados por seus níveis totais de forçamento radiativo: RCP2.6 = 2,6 W m⁻²; RCP4.5 = 4,5 W m⁻²; RCP6.0 = 6,0 W m⁻²; e RCP8.5 = 8,5 W m⁻². Cada RCP reflete diferentes trajetórias para as emissões de gases de efeito estufa, partindo de um cenário de maior mitigação (RCP2.6) até um cenário de maior emissão de GEE (RCP8.5). Há também dois cenários de estabilização intermediários: RCP4.5, que estima a estabilização das emissões de GEE até 2100; e RCP6.0, que considera que o forçamento radiativo atingirá o pico após 2100.

Até o fim do século XXI, é esperado que a mudança de temperatura da superfície global⁴ exceda 1,5 °C em todos os cenários RCP, com exceção do RCP 2.6 (cenário de baixa emissão: 1,0 °C), sendo provável que não deva exceder 2 °C em todos os cenários de emissões mais elevadas: 1,8 °C para o RCP 4.5; 2,2 °C para o RCP 6.0; e 3,7 °C para o RCP 8.5. Esse aquecimento também é projetado para se estender além de 2100 em todos os cenários, com exceção do RCP 2.6 (IPCC, 2013a). No entanto, é difícil determinar trajetórias de emissões futuras.

Em seu Quarto Relatório de Avaliação (AR4), lançado em 2007, o IPCC usou outra técnica para apresentar os respectivos cenários, que é conhecido como Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (SRES, na sua sigla em inglês). Os cenários SRES consideram diferentes trajetórias para o aumento das concentrações de GEE e aerossóis, com base em premissas sociais e econômicas, como o crescimento da população e as mudanças tecnológicas ao longo do tempo. A abordagem do SRES é composta por quatro principais famílias de cenários: (1) A1 – um crescimento econômico rápido e globalizado, com pico de crescimento da população em meados do século; (2) A2 – crescimento econômico regionalmente focado, com elevado crescimento da população; (3) B1 – mesma população que o A1, com mais melhorias tecnológicas; e (4) B2 – -foco em soluções locais, menor crescimento econômico, com o aumento da população (IPCC, 2014).

Em uma breve tentativa de comparar os cenários do AR4 e AR5, poderia ser salientado que o forçamento radiativo do cenário RCP 8.5 do AR5 assemelha-se ao forçamento radiativo do cenário A2 do AR4; o A1B situa-se entre o RCP 6.0 e 8.5; e o RCP 4.5 aproxima-se do cenário B1 do AR4, até o fim do século XXI.

As projeções de cenários de mudança do clima para o século XXI são derivadas dos modelos climáticos globais usados pelo IPCC. Apesar de sua importância, eles podem não fornecer informações adequadas para o desenvolvimento de políticas públicas, uma vez que: (i) cenários globais são fundamentados em horizontes temporais maiores que os necessários para a elaboração de políticas; (ii) cenários globais têm escalas espaciais que são muito maiores que as necessárias para entender os impactos no âmbito local (BAETHGEN, 2010).

Estudos que avaliam os impactos da mudança global do clima, bem como vulnerabilidade e adaptação, precisam de uma abordagem mais localizada (INPE, 2015a). No entanto, apesar das melhorias desde o lançamento do AR4, em 2007, as simulações de escala regional de mudanças de temperatura e padrões de precipitação são menos precisas que aquelas em grandes escalas (IPCC, 2013).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem avaliando os diferentes cenários de mudança global do clima propostos pelos modelos globais acoplados AR4 e AR5 do IPCC e tem desenvolvido métodos de *downscaling*⁵ para o Brasil, que são aplicados a projeções de mudança do clima a partir de modelos regionais de mudança do clima, a fim de obter projeções climáticas mais detalhadas, com melhor resolução espacial.

Para este fim, o INPE desenvolveu o modelo climático regional Eta-CPTEC (RCM) para a América do Sul, que é rodado em supercomputadores, dada a necessidade de enorme processamento em tempo real.

Os resultados iniciais dos modelos climáticos regionais RCM derivados do modelo climático global do *Hadley Centre* (Reino Unido) foram disponibilizados em 2007. Mais recentemente, simulações Eta RCM conduzidas por três modelos globais—HadGEM2-ES, BEMS e MIROC5—foram utilizadas para a avaliação das projeções de mudança global do clima na América do Sul, na América Central e no Caribe, com uma resolução de 20 km.

Além disso, quatro conjuntos de simulações *downscaling* com base no Eta RCM realizados a partir de dois modelos climáticos globais, o HadGEM2-ES e o MIROC5 (que têm mostrado resultados mais consistentes), e dois cenários RCP (4.5 e 8.5), foram elaborados a fim de avaliar a mudança do clima na América do Sul com base nas simulações Eta. As futuras mudanças foram avaliadas em faixas de tempo de 30 anos: 2011-2040; 2041-2070 e 2071-2100.

Esta seção avalia dois dos principais cenários do IPCC (RCP 4.5 e RCP 8.5) e cenários *downscaling* para as regiões Norte – NO/Nordeste – NE do Brasil, que são o foco do estudo, com base em dois principais modelos globais (MIROC e Hadley Centre), para as faixas temporais de 2011-2040 e 2041-2070.

Os cenários globais do (RCP 4.5 e RCP 8.5) sugeriram um aquecimento de 0,5-2 °C para as regiões Norte e Nordeste do Brasil entre 2016 e 2035. Por um período de tempo semelhante (2011-2040), cenários de *downscaling* usando o Eta RCM apontam uma faixa semelhante para o aumento da temperatura utilizando as hipóteses do RCP 4.5 (0,5-1,5 °C). No entanto, é possível destacar as diferenças locais, como, por exemplo, o fato de se esperar que as zonas costeiras sejam menos impactadas que o interior. Esse fato é particularmente problemático, uma vez que o interior do Nordeste é atualmente mais seco. Ademais, é a área onde a agricultura familiar está concentrada e que enfrenta maiores desafios em relação à erradicação da pobreza. Tendências semelhantes podem ser observadas nas projeções de *downscaling* com base no cenário RCP 8.5 (0,5-2,0 °C).

Entre 2041 e 2070, os impactos da mudança global do clima na região são projetados para serem maiores, mas dentro de uma faixa de aumento de temperatura que é semelhante a das projeções do IPCC. Para o cenário *downscaling* do RCP 4.5, as mudanças são menores durante o inverno (JJA) e maiores durante o outono (MAM) e primavera (SON). Diferenças também são mais elevadas para os níveis máximos de temperatura, tanto nos cenários *downscaling* RCP 4.5 e RCP 8.5. Estimativas feitas pelo INPE para os cenários *downscaling* RCP 8.5 mostram uma pequena mudança na variação máxima de temperatura em comparação com os cenários globais usados pelo IPCC, com alterações chegando a um aumento de 4.5 °C. Da mesma forma que para o RCP 4.5, as projeções de *downscaling* RCP 8.5 também mostram aumentos de temperatura mais elevada no interior da região.

As figuras seguintes abordam duas faixas temporais (2011-2040 e 2041-2070), que são mais relevantes para este estudo, cujo foco são as mudanças esperadas nos padrões de temperatura e de precipitação nas regiões Norte e Nordeste do Brasil ao longo dos próximos 50 anos e apresentados de tal forma que as variações interanuais, em cada trimestre do ano, possam ser observadas (dados para os meses DJF, MAM, JJA, SON), que são de extrema relevância para o rendimento das culturas agrícolas.

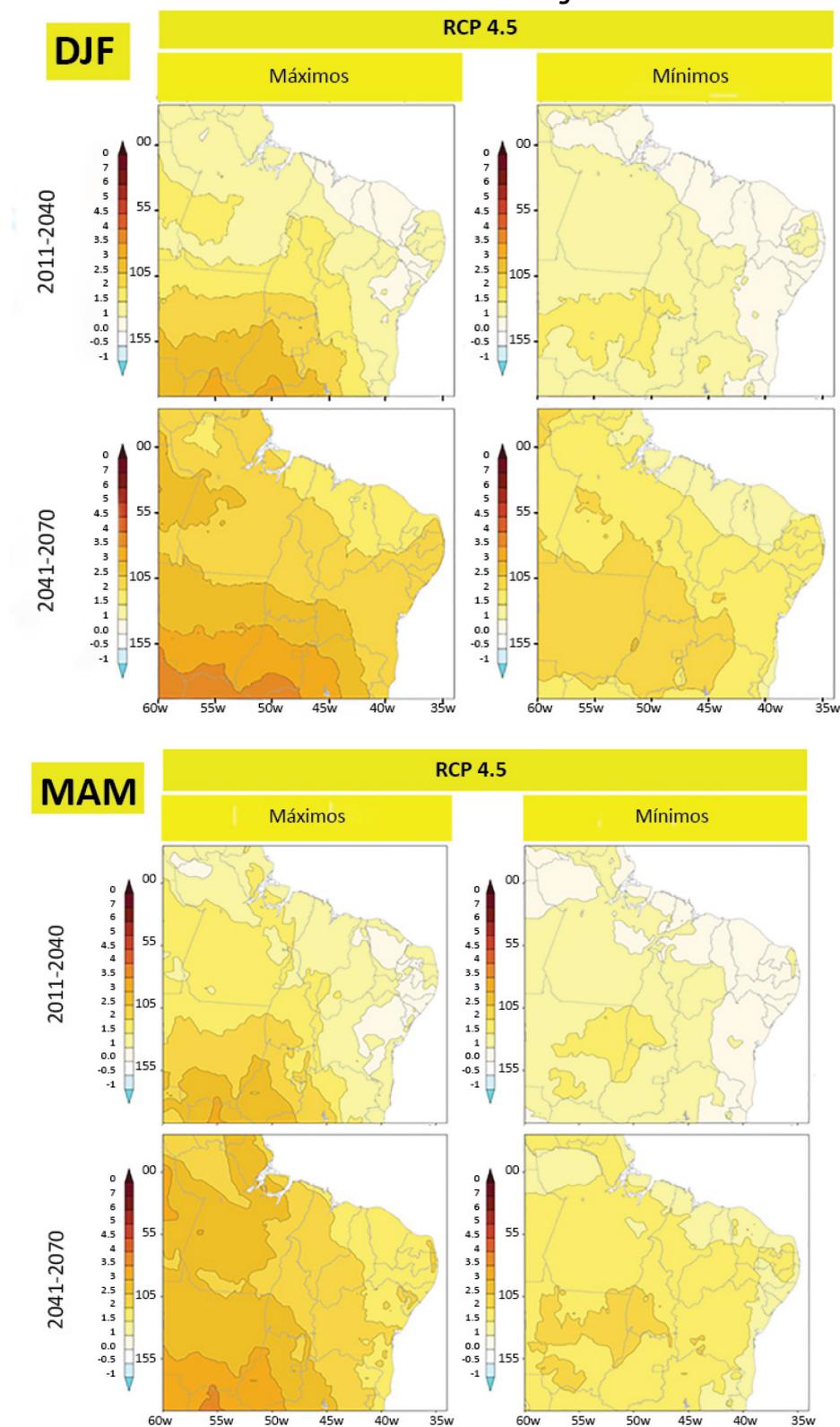
É importante mencionar que as figuras foram especialmente cedidas para este estudo pelo INPE,⁶ com o objetivo de melhor visualizar as regiões Norte (particularmente do Estado do Pará) e Nordeste.

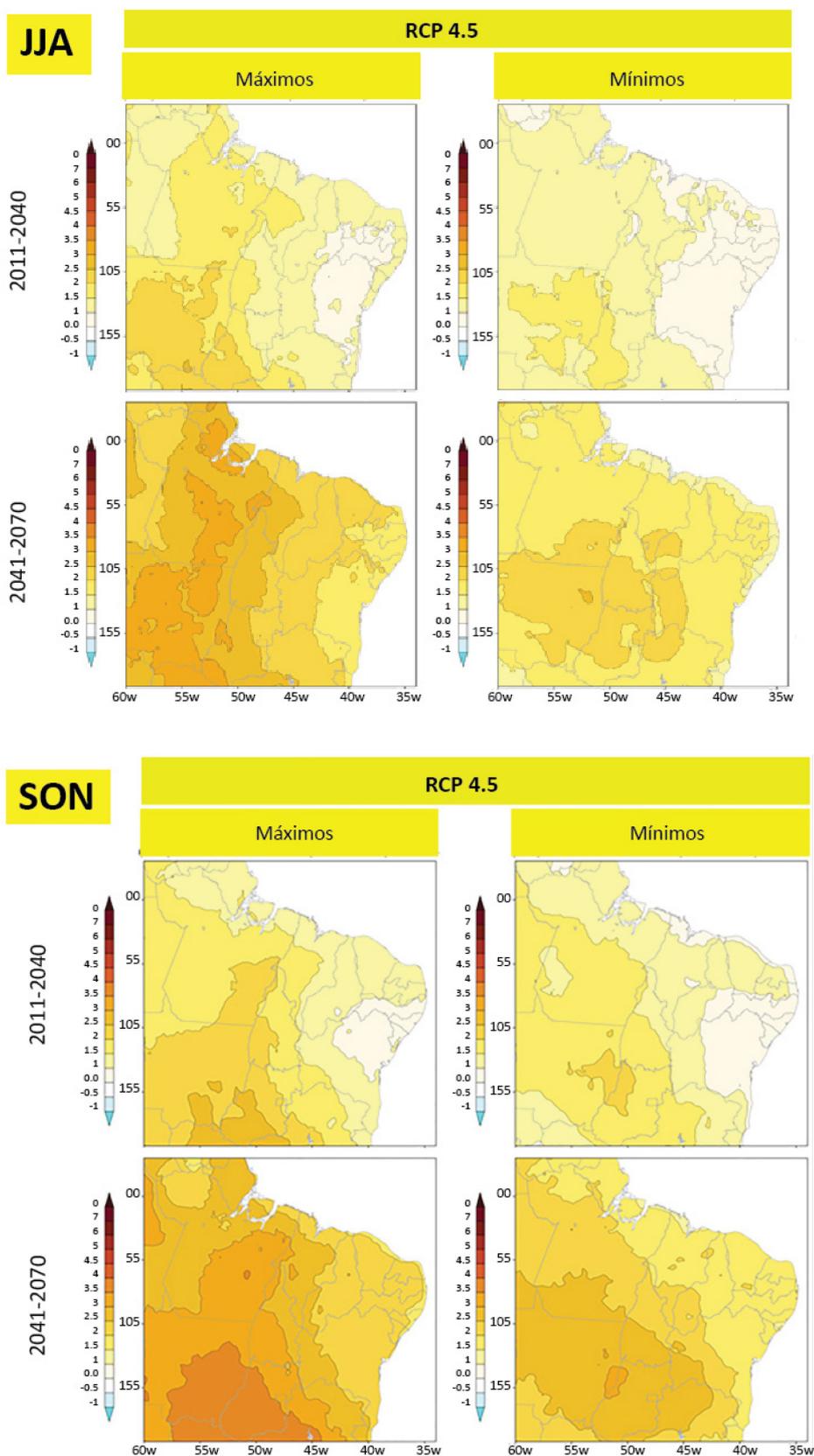
As projeções de precipitação, em geral, têm ainda maior incerteza que aquelas de aumento da temperatura. Em relação a mudanças nos padrões de precipitação, o RCP 4.5 estima uma mudança de -10 por cento a 20 por cento para o período 2016-2035 para as regiões Norte e Nordeste do Brasil, e uma faixa semelhante de mudança (-20 por cento a 20 por cento), com uma distribuição espacial ligeiramente diferente, para o período seguinte de 2046-2065. A presença de áreas de “incubação” mostra que as mudanças são relativamente pequenas se comparadas com a variabilidade existente, com a variabilidade entre os modelos mais elevada que o normal (INPE, 2015). As estimativas do RCP 8.5 apresentam a mesma faixa para a mudança nos padrões de precipitação que o RCP 4.5, mas uma mudança de -20 por cento seria mais provável (distribuição multimodelo de 25 por cento).

Para os padrões de chuva, os cenários de *downscaling* proporcionam ainda mais detalhes se comparados aos modelos globais. É possível ver os diferentes padrões para regiões específicas e compará-los, em seguida, com as tendências atuais. Por exemplo, no norte do NE brasileiro, a estação chuvosa ocorre durante fevereiro, março, abril e maio (FMAM), e as projeções de *downscaling* para MAM apresentam reduções nos padrões de precipitação, com mais chuvas durante o verão (DJF). A parte sul da Bahia experimenta mais chuvas durante o verão (DJF), e os cenários de *downscaling*, a seguir, mostram uma redução da precipitação para esta região durante a estação chuvosa. Finalmente, a estação chuvosa da costa leste do Nordeste acontece durante o inverno (JJA), e grandes mudanças não são mostradas nos cenários de *downscaling*. As reduções na precipitação durante a estação chuvosa, como previstas nos dois primeiros casos, são particularmente problemáticas caso não sejam compensadas por chuvas em outras épocas do ano.

FIGURA 1

Máximos e mínimos – temperatura (4 estações):
Eta HADGEM2-ES Eta MIROC5 – cenários *downscaling* RCP 4.5

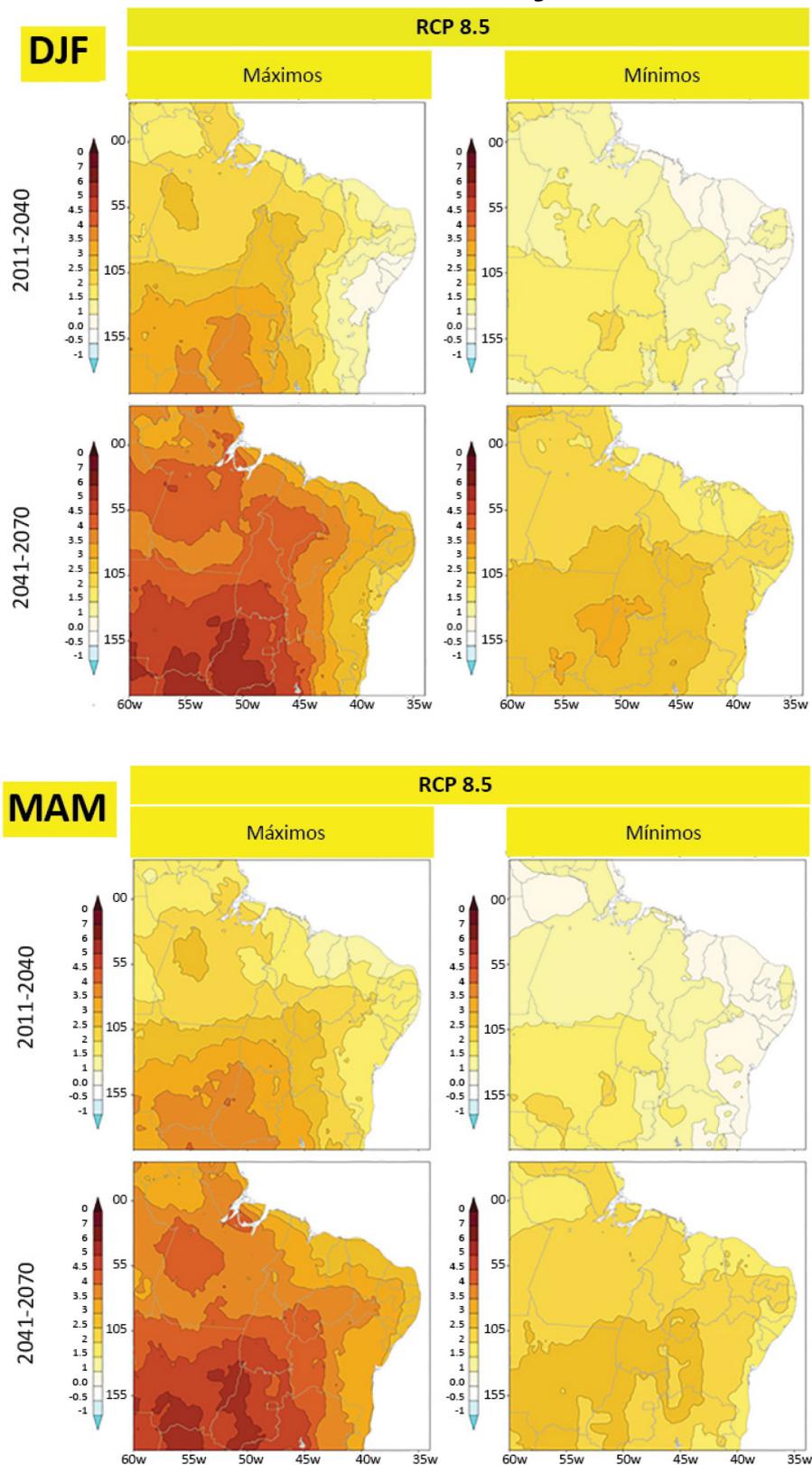


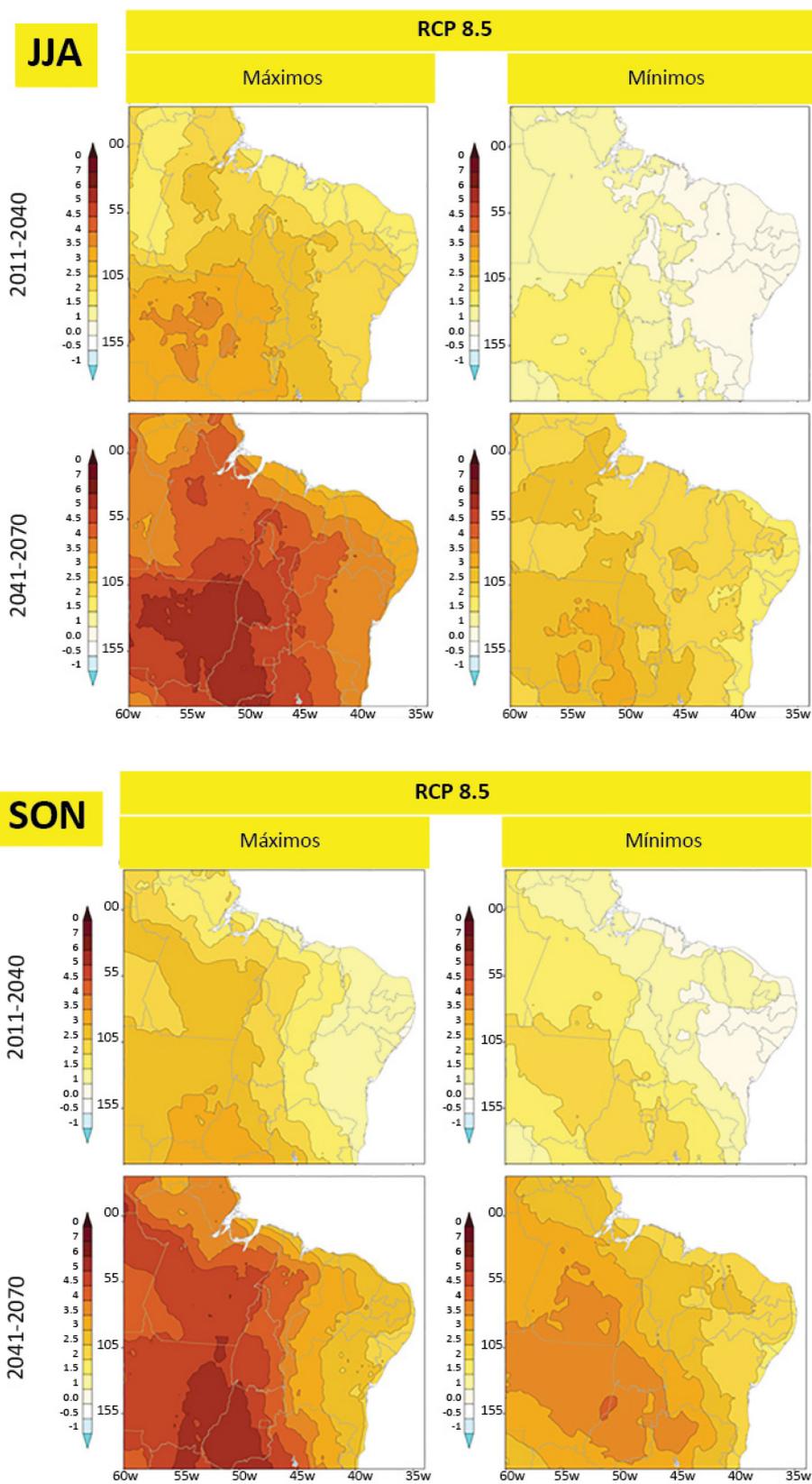


Fonte: INPE, 2015.

FIGURA 2

Máximos e mínimos – temperatura (4 estações):
Eta HADGEM2-ES Eta MIROC5 – cenários *downscaling* RCP 8.5

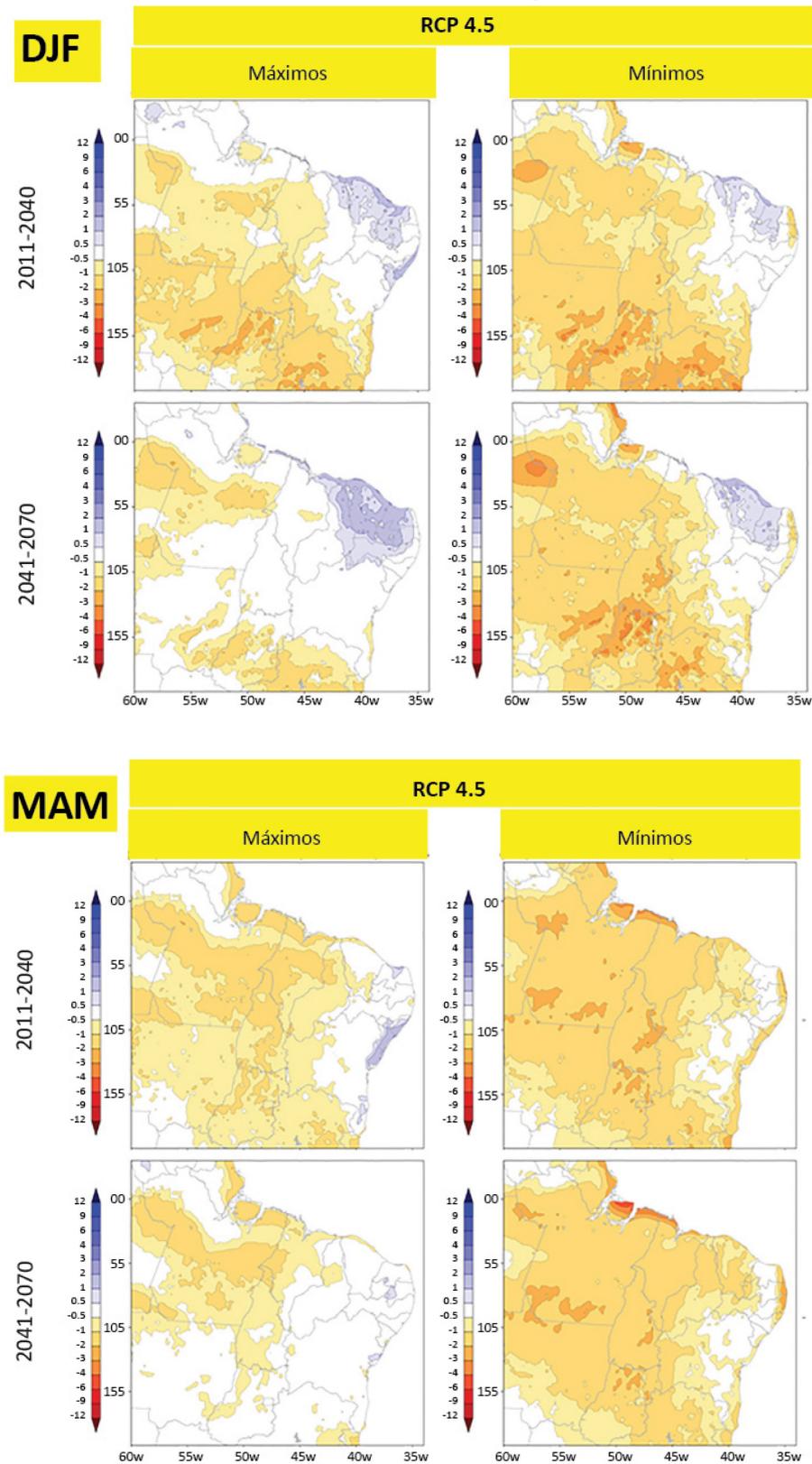




Fonte: INPE, 2015.

FIGURA 3

Máximos e mínimos – precipitação (4 estações):
Eta HADGEM2-ES Eta MIROC5 – cenários *downscaling* RCP 4.5



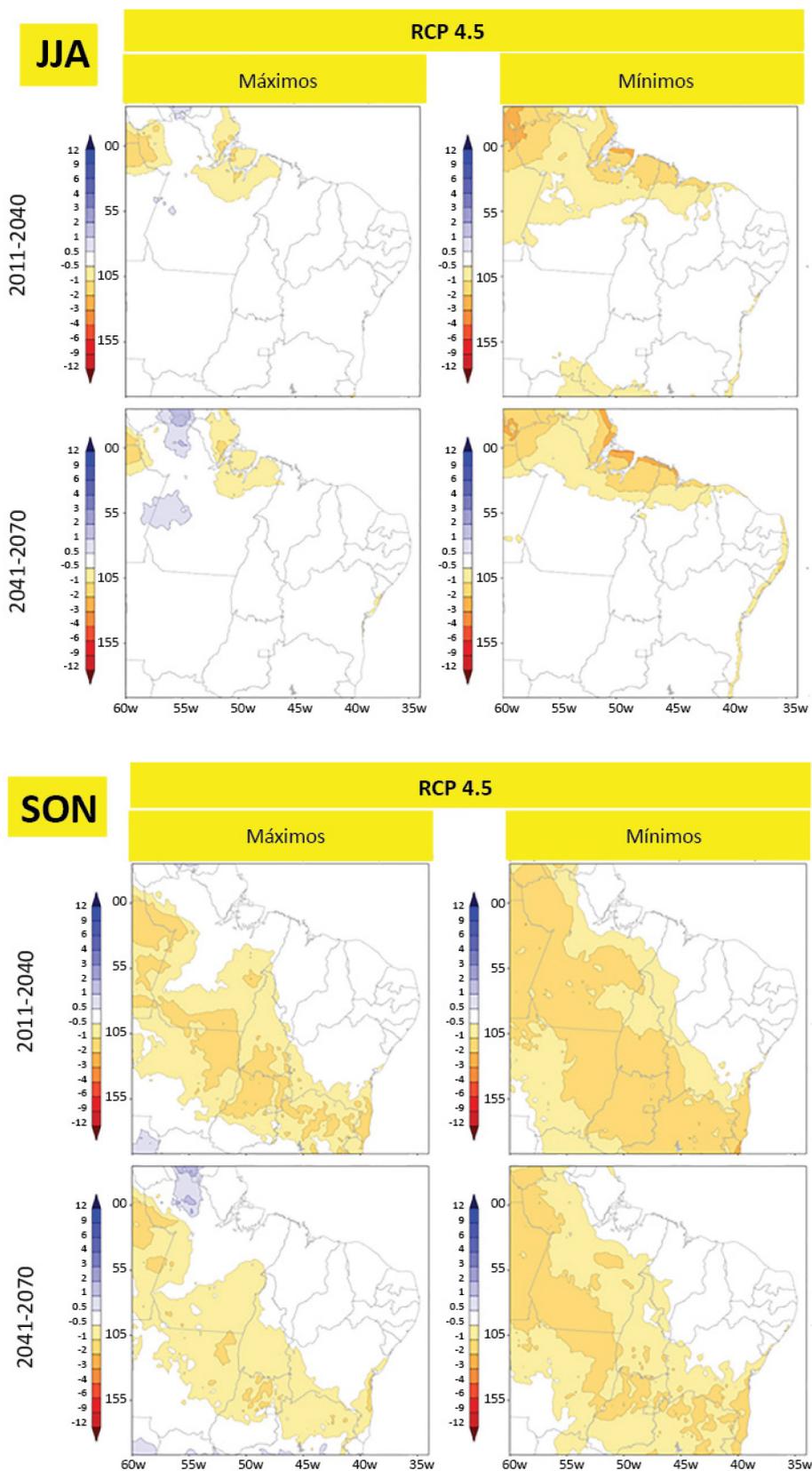
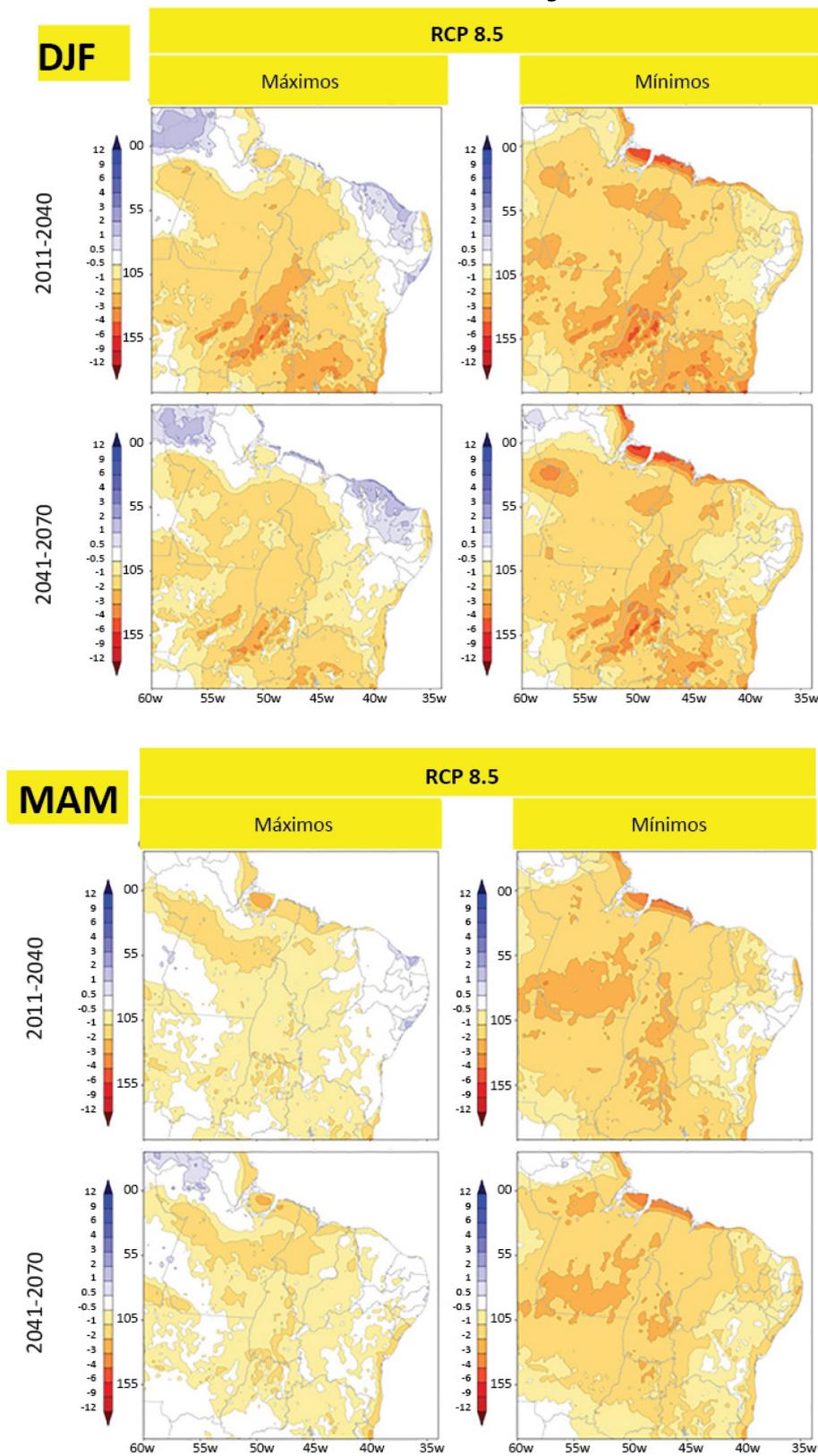
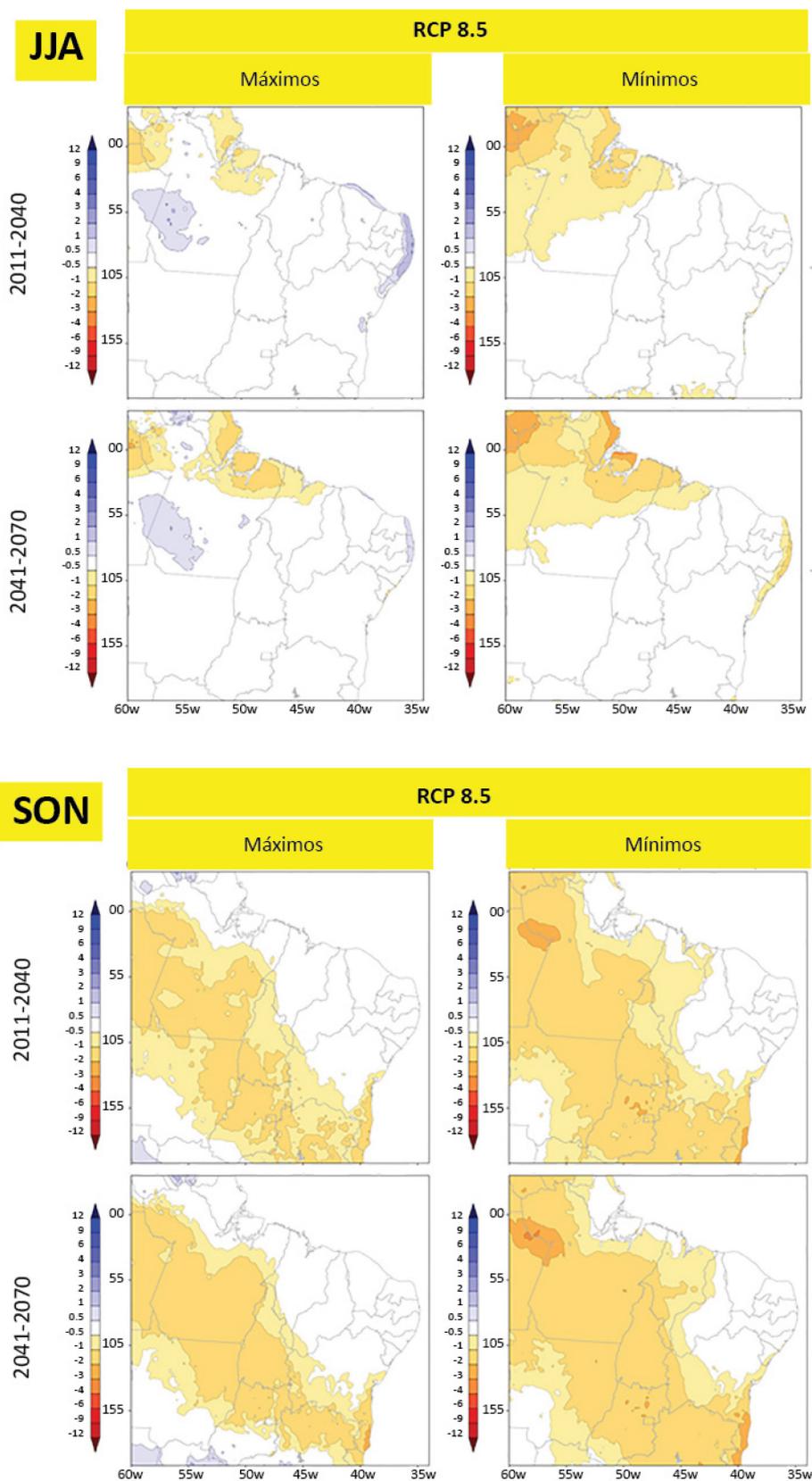


FIGURA 4

Máximos e mínimos – temperatura (4 estações):
Eta HADGEM2-ES Eta MIROC5 – cenários *downscaling* RCP 8.5

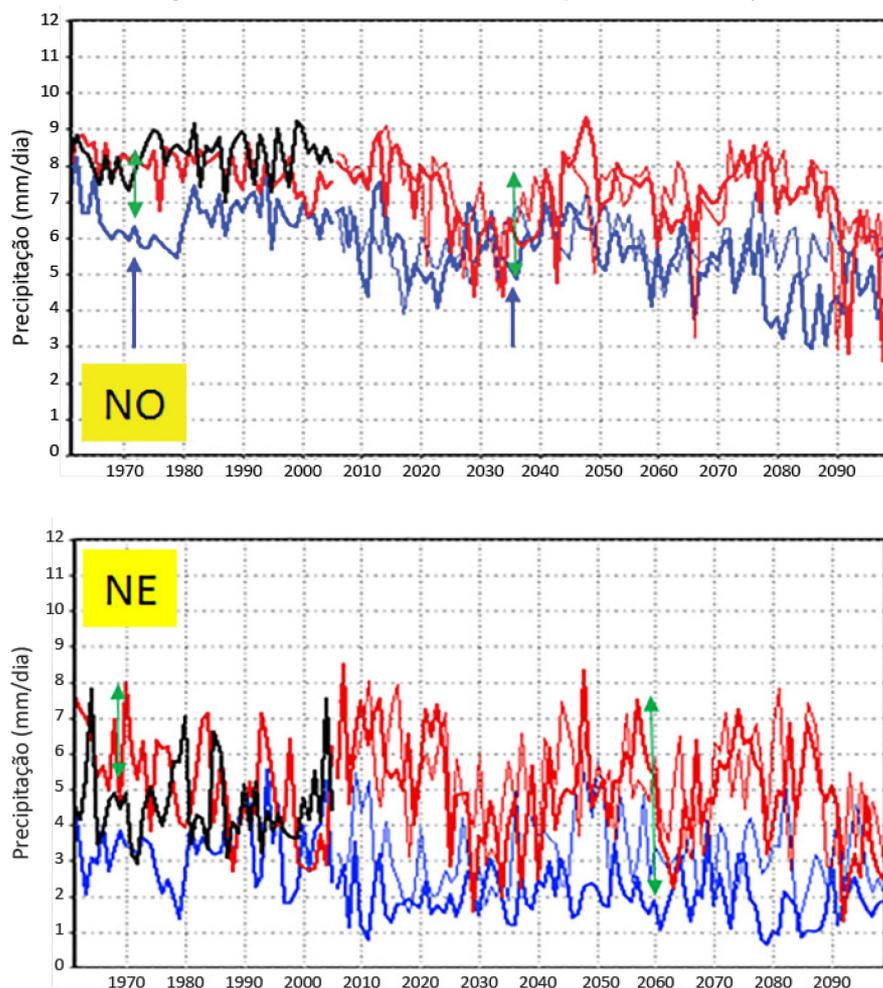




Ao considerar-se que a variabilidade de curto prazo tem um impacto maior sobre a agricultura e que as estimativas mostram possibilidades tanto de aumento como de diminuição nas tendências de precipitação, os formuladores de política devem buscar iniciativas que possam fazer com que colheitas e agricultores sejam mais resilientes a uma maior vulnerabilidade em relação ao regime de chuvas (BAETHGEN, 2010). Também se espera que a variabilidade de precipitação ao longo de diferentes anos aumente nessas regiões, como mostrado na Figura 5.

FIGURA 5

Precipitação (mm/dia), valores anuais simulados a partir de 1961 até 2100, média dos estados das regiões Norte (NO) e Nordeste (NE) para dezembro-janeiro-fevereiro



Fonte: Elaboração dos autores, adaptado de Chou et al. (2014).

Nota: As linhas pretas indicam observações reais, as linhas azuis indicam simulação de downscaling ETA por meio de HadGEM2-ES, e a linha vermelha indica downscaling ETA por meio de MIROC5, para os cenários de emissão RCP4.5 (linhas finas) e RCP8.5 (linhas grossas). A figura demonstra o aumento da variabilidade (tamanho das setas verdes) rumo ao fim do século.

Se for considerado que os eventos extremos devem crescer tanto em quantidade como em intensidade, políticas de adaptação sob medida para os pequenos agricultores devem levar em conta os riscos de um aumento da variabilidade climática. As consequências esperadas desse novo padrão climático são secas mais constantes, bem como excesso de chuvas, por

vezes, na mesma região durante anos diferentes. As políticas públicas para a agricultura também devem considerar a intensificação das anomalias de temperatura locais, que na região pode resultar em ondas de calor mais extremas (HANSEN et al., 2012b). Se políticas públicas direcionadas não forem aplicadas, tais fenômenos terão consequências graves para a população rural no Norte e no Nordeste do Brasil.

BOX 1

Principais destaques dos padrões de precipitação para as regiões Norte e Nordeste do Brasil

<p>No Brasil, a região com maior aumento na média de temperaturas nas próximas décadas é o Centro-Oeste. No entanto, até o fim do século, há uma expansão dessa tendência também para o Norte e Nordeste, principalmente nas áreas centrais dessas regiões. Há também uma tendência geral para o Brasil de menor precipitação na estação de chuvas (verão), embora essa tendência seja mais forte para as regiões Sudeste e Centro-Oeste.</p> <p>As regiões Norte e Nordeste devem experimentar maior variabilidade interanual de precipitação durante a estação chuvosa – DJF.</p>	
Norte	Nordeste
<ul style="list-style-type: none"> • Expansão de tendência de aumento da temperatura para o Norte, principalmente nas áreas centrais das regiões. • Para o verão, as projeções estimam, até o fim do século, um aumento nas temperaturas médias de cerca de 3 °C a 8 °C na região Norte. • O Norte do Brasil também vivenciará um aumento na variabilidade interanual. • A região deve enfrentar menos chuva durante o outono, e o norte da região também terá menos chuva no inverno. • A maior parte da redução de precipitação está projetada para ocorrer na região Norte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão da tendência de elevação da temperatura para a região Nordeste, principalmente nas áreas centrais. • Para o verão, as projeções estimam elevação moderada entre 2 °C e 6 °C na região. • A parte nordeste da região Nordeste enfrentará elevação nas taxas de precipitação durante o verão.

Fonte: INPE, 2015.

Além de ondas de calor e eventos climáticos extremos, o fenômeno “El Niño” (Oscilação Sul-El Niño – OSEN) também reforça flutuações climáticas sazonais, com consequências graves para o ambiente natural e as populações locais. As variações em eventos OSEN têm impacto global, pois criam alterações nos padrões de aquecimento da atmosfera tropical, mudando, assim, a circulação atmosférica global (CANE, 2005).

Embora ainda seja difícil dizer como a mudança do clima terá um impacto nos padrões OSEN, é possível esperar que a mudança do clima intensifique as perdas associadas a tal fenômeno. Eventos tais como secas severas podem ter ainda piores resultados à luz das projeções de temperatura e de precipitação antes indicadas para a região do Nordeste.

2 CENÁRIOS DE MUDANÇA DO CLIMA E IMPACTOS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO NORTE E NO NORDESTE DO BRASIL

Na seção anterior, foram apresentadas as principais incertezas e cenários de mudança global do clima nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, incluindo características que são importantes para a agricultura, como mudanças na temperatura e precipitação. Em poucas palavras, a mensagem principal daquele exercício é que os pequenos agricultores terão de se adaptar a um mundo de crescente variabilidade climática.

Embora a agricultura seja uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa,⁷ a atividade é também altamente vulnerável à mudança do clima. Essa constatação deriva-se das consequências projetadas e decorrentes do aumento da temperatura global e da crescente variabilidade dos padrões de precipitação. Como discutido na seção anterior, existem incertezas relacionadas aos cenários de mudança do clima. No entanto, a Embrapa evidencia que uma mudança expressiva na paisagem agrícola deve ser esperada no Brasil durante as próximas décadas (EMBRAPA, 2008), incluindo nas regiões Norte e Nordeste do país.

Apesar de o impacto da mudança do clima no conjunto do setor agrícola, os agricultores familiares são os agentes mais vulneráveis e precisarão de mais suporte para se adaptar. Embora seja um país com alta concentração de terra, no Brasil, a agricultura familiar é responsável pela produção de grande parte da comida produzida nacionalmente. Decorrentes disso, as perdas causadas por eventos referentes ao clima no âmbito da agricultura familiar impactarão não somente a segurança alimentar dos agricultores diretamente dependentes dessa atividade, mas também os demais consumidores dependentes indiretamente dos produtos cultivados.

No Brasil, os estudos focados nas vulnerabilidades e nas estratégias de adaptação à mudança do clima ainda estão em estágio preliminar. No entanto, com o objetivo de preparação da Segunda Comunicação Nacional para o UNFCCC, publicada em 2010, foram mobilizados grupos de pesquisa para elaborar análises dos impactos da mudança do clima e suas implicações para determinadas áreas, como a agricultura. Como parte desse processo, um grupo de pesquisadores da Embrapa, em colaboração com pesquisadores da Universidade de Campinas (Unicamp), preparou um reporte intitulado *Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil* (ASSAD et al., 2008).⁸ Trata-se do estudo mais abrangente sobre os potenciais impactos da mudança do clima na produção agrícola no país.

Nesse estudo realizado pela Embrapa e Unicamp, os pesquisadores consideraram dois cenários principais, a saber: A2 (pessimista) estima que um aumento na temperatura global entre 2 °C e 5,42 °C até 2100; e o B2 (otimista) estima um aumento na temperatura global entre 1,4 °C e 3,8 °C até 2100.

A avaliação dos impactos da mudança do clima foi feita com base na tecnologia de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)⁹ para as seguintes culturas: algodão, arroz, café, cana de açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja – juntamente com pastagens e gado de corte. A partir da perspectiva da mudança do clima e com base no zoneamento de colheitas realizado em 2007, foram simulados cenários para o setor agrícola brasileiro para os anos 2020, 2050 e 2070.

Não obstante, o foco principal da pesquisa realizada pela Embrapa e pela Unicamp foi o agronegócio com poucas referências à agricultura familiar e aos pequenos agricultores, os quais foram mencionados apenas quando analisadas as projeções para as culturas de milho, feijão, girassol e mandioca. A revisão de literatura mostra que a maioria dos estudos sobre a relação entre a mudança do clima e a agricultura consideram apenas grandes culturas e produtores, com limitadas referências à agricultura familiar. Essa tendência, não somente observada no Brasil, corresponde ao contexto global.¹⁰

A partir da revisão de literatura, foram elaboradas considerações sobre a relação entre a mudança do clima e a agricultura, que são apresentadas no *box* a seguir.

BOX 2

Considerações gerais sobre o impacto de eventos extremos e da variabilidade do clima na agricultura familiar

Revisão de literature

- Noventa e cinco por cento das perdas no setor agrícola brasileiro ocorreram em razão de inundações ou secas (ASSAD et al., 2008). Projeta-se que tais eventos ocorram com mais frequência.
- Considerando a magnitude relativa da variabilidade das precipitações em três escalas temporais-interanual, decenal e no longo prazo (100 anos), “a proporção da variação total explicada pela variabilidade do curto-prazo é três vezes maior do que a variabilidade no longo prazo (mudança do clima), e duas vezes maior do que a variabilidade decenal” (BAETHGEN, 2010).
- A tendência geral indica redução das chuvas ao longo do tempo para as regiões Norte e Nordeste (INPE, 2015).
- As principais perdas no ambiente rural projetadas pela Embrapa indicam a perda de terra agricultáveis como principal fator.
- As regiões semiáridas do Nordeste ficarão mais secas, enquanto a parte leste da Amazônia brasileira se tornará um bioma mais parecido à savana.
- Para a agricultura, a tendência de seca pode levar a resultados negativos no âmbito da segurança alimentar, fator que acarretará em preocupações para os agricultores familiares. Um exemplo que reflete essa preocupação é a projeção de que a mandioca pode desaparecer das regiões semiáridas do Nordeste. Projeta-se que a produção de milho também seja severamente impactada no Agreste do Nordeste. (ASSAD et al., 2008).
- Algumas culturas de sementes adaptadas ao clima tropical poderão migrar para o Sul do Brasil ou regiões mais altas para compensar o aumento na temperatura (ASSAD et al., 2008). Essa migração pode resultar na concorrência entre as áreas, bem como na migração do trabalho rural para regiões mais favoráveis.
- Outros fatores esperados no âmbito do estresse criado nos sistemas agrícolas são a redução da fluidez das águas e no potencial de irrigação, aumento da incidência de pestes e doenças, mudanças nos biomas e diminuição na biodiversidade de animais e plantas (WORLD BANK, 2013).

Considerações da literatura

- Os esforços de adaptação aos impactos da mudança do clima também seriam mais bem estruturados, a partir do aumento da resiliência à variabilidade do clima.
- Os tomadores de decisão deveriam considerar o investimento em culturas mais resilientes a climas secos.
- Estratégias futuras de desenvolvimento rural, incluindo pequenos agricultores, devem levar em consideração as mudanças na terra no momento de decisão do investimento nas culturas.

Se for considerada a revisão de literatura destacada, a seção apresentará um panorama geral dos potenciais impactos da mudança do clima para culturas de cultivo específicas¹¹ presentes nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. A seleção das culturas não foi motivada apenas por interesses comerciais, mas também acompanhou duas premissas, a saber: (1) as culturas estão entre as mais relevantes para os pequenos agricultores nas regiões selecionadas; e (2) os impactos na produção desses pequenos agricultores terão resultados negativos em termos de segurança alimentar, principalmente para comunidades rurais de baixa renda.

Ressaltando que ainda não foram elaboradas pesquisas mais detalhadas sobre as simulações das culturas ZARC quanto aos novos cenários AR5, as considerações seguintes são uma tentativa de revisão da curta literatura disponível sobre os potenciais impactos da mudança do clima no ambiente rural (primeiramente utilizando os resultados dos cenários AR4).

Uma avaliação preliminar dos cenários *downscaled* produzidos pelo INPE também foi considerada para estimar as diferentes reações das plantas cultivadas a esperadas mudanças na temperatura e na precipitação. O resultado dessa pesquisa exploratória foi resumido na Tabela 1.

TABELA 1

Impacto da mudança do clima na produtividade de sementes cultivadas pela agricultura familiar no Brasil, nas regiões Norte e Nordeste

Colheita	Brasil	Região Nordeste	Região Norte
Mandioca (<i>Manihot esculenta</i>)	(↑)	(↓)	(↑)
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Café (<i>Coffea arabica</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Feijão caupi (<i>Vigna unguiculata</i>)	(↓)	(↓)	-
Milho (<i>Zea mays</i>)	(↓)	(↓)	(↑)
Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)	(↓)	(↓)	(↓)
Banana (<i>Musa spp</i>)	?	(↓)	(↓)
Cacau (<i>Theobroma cacao</i>)	?	?	?
Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	?	?	?
Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	?	?	?
Palma (<i>Elaeais guineensis</i>)	(↓)	(↓)	?
Açaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	?	?	-
Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	(↓)	(↓)	-

Ao tomarem-se como referência dois principais cenários AR5 (RCP 4.5 e 8.5), a Tabela 2 apresenta as projeções dos cenários *downscaled* para as regiões Norte e Nordeste do Brasil em termos dos impactos das mudanças da temperatura e da precipitação. Os quatro cenários simplificados são fundamentados na combinação das possíveis mudanças na temperatura e nos padrões de precipitação como uma tendência da variabilidade do clima no curto ou no longo prazo.

A Tabela 2, considerando as incertezas das modelagens climáticas, assim como o aumento de eventos extremos e da variabilidade do clima no decorrer do tempo, tem por objetivo oferecer uma estrutura simplificada para avaliar a vulnerabilidade das culturas de cultivo escolhidas.

TABELA 2

Culturas de cultivo vulneráveis desagregadas por cenários de precipitação e temperature

	 Temperatura (RCP 4.5) Tendência para o aquecimento	 Temperatura (RCP 8.5) Temperatura extrema
(+) Precipitação  Precipitação extrema	<ul style="list-style-type: none"> • Mandioca • Café 	<ul style="list-style-type: none"> • Mandioca • Algodão • Café • Feijão • Milho • Abacaxi • Palma
(-) Precipitação  Tendência a secura	<ul style="list-style-type: none"> • Algodão • Café • Milho • Feijão caupi • Abacaxi • Banana • Palma 	<ul style="list-style-type: none"> • Mandioca • Palma • Algodão • Café • Feijão • Milho • Feijão caupi • Abacaxi • Banana • Cacau

Mais pesquisas são necessárias para aumentar a resiliência da agricultura familiar nas regiões Norte e Nordeste do Brasil às pressões da mudança global do clima. No entanto, essa avaliação preliminar apresenta algumas considerações importantes. Em primeiro lugar, a produção futura de mandioca é uma das principais preocupações, principalmente no Nordeste, onde a cultura é uma “âncora” fundamental e parte importante da cultura regional. O pior cenário apresenta-se com um aumento maior de temperatura no cenário RCP (8.5) e com uma diminuição das taxas de precipitação. Pressão adicional é também esperada a partir de um aumento de eventos climáticos extremos, uma vez que várias culturas analisadas são vulneráveis a oscilações dramáticas de temperatura e precipitação. No entanto, as culturas tradicionais podem oferecer alternativas para compensar as perdas de outras culturas.

É provável que os impactos da mudança global do clima representem grande ameaça para a segurança alimentar nas comunidades rurais. No entanto, é importante esclarecer que este estudo tentou avaliar os potenciais impactos da mudança do clima em culturas selecionadas no cenário “business-as-usual” (BAU), ou seja, se nada for alterado ou feito para mitigar, que, normalmente, é a metodologia utilizada para a avaliação realizada a partir da perspectiva da mudança do clima. Com planejamento antecipado e técnicas inovadoras, é possível reduzir as vulnerabilidades e aumentar a capacidade de resiliência, agora e no futuro. Na seção 4, serão apresentadas mais opções de adaptação, incluindo técnicas e tecnologias inovadoras.

3 PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE AFETAM OS PRODUTORES FAMILIARES NO NORTE E NO NORDESTE DO BRASIL

Antes de apresentar as opções de resposta para a agricultura familiar diante dos impactos adversos da mudança do clima, incluindo técnicas e tecnologias, é fundamental compreender melhor os problemas que já atingem os produtores e que poderiam ser agravados com as mudanças na temperatura e na precipitação.

Esta seção concentra-se em atuais problemas multidimensionais que afetam produtores familiares rurais nas regiões selecionadas. Os problemas serão abordados em termos gerais para todas as regiões e os biomas (Semiárido, Cerrado e Amazônia), mas quaisquer circunstâncias específicas relacionadas a essas regiões e esses biomas serão destacadas.

Muitos são os problemas enfrentados pelos agricultores familiares nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente aqueles relacionados à pobreza e seus efeitos. As atuais vulnerabilidades sociais dessas populações são suscetíveis a aumentar, se os impactos esperados da mudança do clima ocorrerem nessas regiões. Assim, uma compreensão abrangente dos principais fatores sociais que prejudicam a vida dos agricultores familiares é importante para que medidas sejam tomadas a fim de aumentar a sua resiliência.

Para os grupos mais vulneráveis, mesmo pequenas mudanças no clima podem ter impactos desastrosos sobre suas vidas e seus meios de subsistência. A maioria dos modelos de mudança do clima prevêem que os danos serão desproporcionalmente suportados pelos agricultores de pequena escala, particularmente para os agricultores pluviais em países em desenvolvimento (ALTIERI; KOOHAKKAN, 2008).

No Brasil, o contingente de agricultores familiares ocupava em 2006 uma área de 80,25 milhões de hectares, o que representava 24,3 por cento da área ocupada pelos estabelecimentos agrícolas brasileiros (IBGE, 2006). Como em outras regiões do mundo, a maioria da população pobre rural também vive em áreas que são pobres em recursos, altamente heterogêneas e propensas a risco. Na região Norte do Brasil, estão localizados 413.101 estabelecimentos de agricultura familiar, representando um total de 16.647.328 hectares. A região Nordeste concentra metade do número total de tais estabelecimentos: 2.187.295, em uma área de 28.332.599 hectares.

No Semiárido nordestino, a maioria dos agricultores pobres têm terra insuficiente, a alocação de capital é insignificante, o capital humano é baixo, o nível de organização produtiva é incipiente e os indicadores de progresso tecnológicos revelam regresso (SILVA e COSTA, 2014). Na região Norte, embora a terra geralmente não seja o principal problema, as demais dificuldades são muito semelhantes, e, em geral, os agricultores enfrentam vários obstáculos para comercializar sua produção.

De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), os ganhos e os aumentos na produtividade da terra e da força de trabalho não conseguiram eliminar as condições de extrema pobreza dos agricultores familiares, e mais de 50 por cento deles têm renda mensal equivalente à metade do salário-mínimo.

Este cenário ocorre, além disso, em um quadro permanente de desigualdade na posse da terra. Dos 4,3 milhões de estabelecimentos de agricultores familiares, 3,2 milhões tiveram acesso à terra como proprietários, correspondente a 74,7 por cento do total das terras da agricultura familiar, e que cobre 87,7 por cento da área total ocupada pela atividade no Brasil.

Aproximadamente, 170.000 produtores declararam o acesso à terra como "assentamento sem direitos formais à terra". No entanto, 691.000 produtores tiveram acesso temporário ou precário à terra, quer como inquilinos (196.000 produtores), parceiros (126.000 produtores) ou ocupantes (368.000 produtores) (IBGE, 2006).

A pobreza é, na sua essência, um fenômeno multidimensional que não se manifesta apenas por insuficiência de renda, mas também pela fome, pelo analfabetismo, pela falta de habitação, de eletricidade e de acesso à água. E, no contexto rural, devem ser adicionados à lista os limites da qualidade da educação rural, do acesso à saúde, as más condições de trabalho e a escassez localizada. No entanto, independentemente da pobreza nas zonas rurais, há uma correlação inicial entre a pobreza, a fragilidade da agricultura familiar e a alta concentração de terra (SOARES, 2003). Assim, muitos defendem que a reforma agrária é essencial para a segurança e a soberania alimentar.

A pobreza tradicional está concentrada na região Nordeste – acompanhada de fatores determinantes, como a ocorrência de secas e privação no acesso à água e à terra, e na Amazônia, em que a pobreza está relacionada com a falta de acesso à terra e à precariedade das relações de trabalho. Assim, o agronegócio associado a outros processos, tais como a expansão da extração mineral, pode reproduzir a pobreza e, em alguns casos, fortalecer suas causas fundamentais, como a expropriação e a concentração de terras por latifundiários de terra, bem como a exploração do trabalho rural (ROMANO et al. 2013).

A baixa taxa de alfabetização entre os agricultores familiares põe em risco o potencial real da produção agrícola. De acordo com pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), apenas 5,2 por cento das famílias rurais são responsáveis por 63,5 por cento da produção total dos agricultores familiares. Entretanto, mais de metade das famílias (66,4 por cento) geram apenas 10 por cento do valor total da produção.

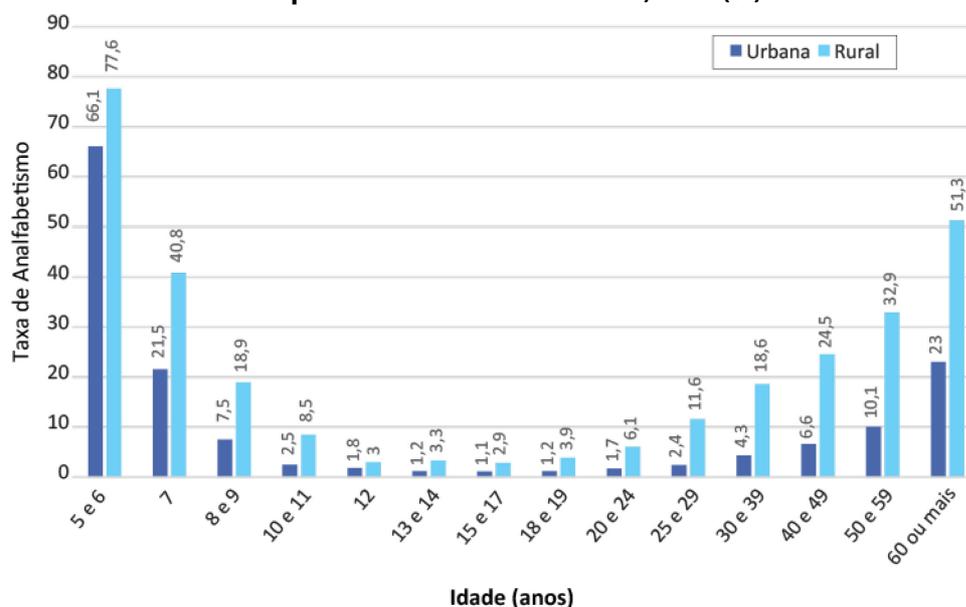
Vieira Filho, pesquisador do Ipea, argumenta que esse fato se deve à concentração de acesso aos recursos tecnológicos – apenas 16 por cento dos domicílios têm conhecimentos relativos à tecnologia de ponta. Acredita-se que se o acesso à tecnologia e à educação fosse disseminado em apenas 5 por cento dos domicílios com lacunas tecnológicas, a produção agrícola atual desses agricultores familiares poderia dobrar (VIEIRA; SILVEIRA, 2012).

As taxas de analfabetismo em áreas rurais são três vezes maiores do que em áreas urbanas, como pode ser observado no Gráfico 1.

As universidades e as instituições locais agrícolas podem ajudar a desenvolver as capacidades das pessoas e trabalhar no sentido de minimizar as desigualdades na produção e na renda entre regiões geográficas brasileiras. A falta de oportunidades no campo é uma das principais razões para os movimentos populacionais, especialmente a crescente migração das zonas rurais para as áreas urbanas. Em 1950, 63,8 por cento dos brasileiros viviam em áreas rurais, enquanto apenas 36,2 por cento nas áreas urbanas. Em 2010, a população urbana passou para 84,3 por cento, e a proporção da população rural 15,7 por cento (IBGE, 2010).

A região Semiárida do Nordeste do Brasil é uma das regiões mais afetadas em termos de movimentos populacionais. A expansão massiva das monoculturas comerciais, a degradação dos solos, a potencial desertificação e a crescente instabilidade climática têm provocado uma situação de instabilidade social e econômica, forçando milhões de habitantes de sequeiro a migrar para os centros urbanos (MARSHA, 2000).

FIGURA 6

Taxa de analfabetismo* por idade e residência – Brasil, 2009 (%)

Fonte: IBGE, PNAD. Tabela feita pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE).

Nota: *Porcentagem de pessoas analfabetas por idade em relação ao número total de pessoas em cada faixa etária.

Em muitas situações, o migrante não é o mais pobre ou o mais vulnerável, mas sim aquele que foi capaz de superar o analfabetismo e está à procura de novas oportunidades. Normalmente, quando as pessoas têm acesso à educação ou adquirem certos conhecimentos em áreas pobres e remotas, elas migram para outras regiões em busca de melhores oportunidades, o que implica a interrupção da transmissão de conhecimento nas áreas rurais pobres.

Em muitas circunstâncias, a pobreza pode ser uma das principais causas da degradação ambiental, que geralmente é agravada pela falência institucional e de mercado. Os pequenos agricultores são geralmente lembrados como um dos principais agentes responsáveis por atividades de desmatamento insustentáveis na Amazônia brasileira, de acordo com um estudo de 1988 (SOUTHGATE; PIERCE, 1988 in Duraiappah, 1996). Infelizmente, o desmatamento por pequenos agricultores não é somente observado na região Norte. No Nordeste do Brasil, a biodiversidade da Caatinga também sofre efeitos negativos, uma vez que, aproximadamente, 33 por cento do fornecimento de energia em áreas rurais é derivado da lenha obtida por exploração não sustentável de sua vegetação.

Além disso, como indicado por Hawkes e Ruel (2006), em comunidades agrícolas, a precariedade da saúde reduz a renda e a produtividade, o que diminui ainda mais a capacidade das pessoas de lidar com problemas de saúde e inibe o desenvolvimento econômico. Leishmaniose, tuberculose, malária, dengue e hanseníase estão presentes em quase todo o território brasileiro. Não diferente de outros países, as regiões Norte e Nordeste do Brasil, que têm os mais baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), também apresentam as maiores taxas de doenças tropicais. Outra preocupação sobre a saúde pública no Brasil associada à agricultura é o uso de pesticidas.

Atualmente, o país é o maior mercado consumidor de agrotóxicos do mundo. No entanto, ainda existem alguns estudos sobre os fatores de risco associados à utilização de pesticidas.

O último relatório do IPCC destacou que a mudança do clima, até meados deste século, exacerbará problemas de saúde que já existem, e os maiores riscos serão para as populações que atualmente são mais afetadas por doenças relacionadas com o clima (IPCC, 2014).

Além dos problemas sociais, muitos são os problemas de gestão de recursos ambientais e naturais.

A temperatura e a precipitação são os principais fatores climáticos que influenciam diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, uma vez que afetam todas as reações bioquímicas da fotossíntese. Assim, o aumento da temperatura e as alterações nos padrões de precipitação podem afetar a duração do ciclo de cultivo, a retenção final das vagens, a qualidade do fruto por meio da acumulação de açúcares e corantes, bem como desencadear o aborto de flores, entre outros impactos (INSA, 2011). Certamente, algumas culturas de cultivo são mais frágeis quando comparadas a outras mudanças apontadas.

A seção anterior apresentou uma lista selecionada de culturas de cultivo importantes para a agricultura familiar no Norte e no Nordeste do Brasil que podem ser afetadas pelos efeitos adversos da mudança do clima. Entretanto, existem outras culturas de cultivo frágeis e atividades pecuárias que não foram consideradas anteriormente – algodão, arroz, café, cana de açúcar, feijão, girassol, milho e soja, além de pastagens e de gado de corte – que são normalmente associados a atividades agrícolas comerciais.

De acordo com a pesquisa elaborada pela Embrapa em 2008, já mencionada, um dos principais impactos esperados em decorrência do aumento da temperatura é a redução do número de municípios com potencial agrícola nos anos de 2020, 2050 e 2070, em comparação com a situação atual para quase todas as culturas de cultivo (exceto cana e mandioca). Assim, mesmo que o aumento da temperatura reduza o risco de geadas na região Sul do país, permitindo que áreas hoje restritas ao cultivo de plantas tropicais tornem-se favoráveis a elas no futuro, isso não irá compensar os danos climáticos causados por temperatura mais quente (ASSAD et al., 2008).

Os impactos do aquecimento global podem ser minimizados se o sistema de produção for capaz de usar mais intensamente as áreas de cultivo adequadas identificadas nesse estudo. Parte da resposta deve vir da rotação de áreas de pastagem para culturas de cultivo, onde haja o encurtamento do período de utilização de pastagens plantadas com um ciclo de três a cinco anos de culturas de cultivo intensivas.

Uma das principais culturas de cultivo do agronegócio, a soja, é também uma das culturas de cultivo que devem ser mais afetadas pela mudança do clima nas próximas décadas. A soja é altamente vulnerável à elevação de temperatura, e a sua plantação no nordeste do bioma Cerrado deve ser altamente impactada (ASSAD et al., 2008).

Dado que a soja é atualmente o principal produto agrícola do Brasil, essas perdas representam metade de todas as perdas agrícolas projetadas para o país (ASSAD et al., 2008). Há dois potenciais resultados desse cenário, a saber: a diminuição da produção de soja na região NE pode também diminuir as pressões do agronegócio sobre a agricultura familiar; a diminuição na disponibilidade de terras para a produção de soja pode intensificar a expansão do agronegócio para terras atualmente ocupadas por pequenos agricultores.

Além da fragilidade das culturas de cultivo aos efeitos adversos da mudança do clima, existem muitos outros problemas ambientais que afetam a agricultura familiar nas regiões de Cerrado, Semiárido e Amazônia: processos que afetam os animais, monoculturas ou culturas de subsistência, coleta de plantas silvestres, degradação do solo, pragas, doenças e manifestação de ervas daninhas, recursos hídricos, seca, assim como outros problemas de precipitação e desertificação.

Métodos insustentáveis de uso da terra, tais como o plantio repetido de culturas de cultivo comerciais no mesmo pedaço de terra, irrigação excessiva da terra – que pode causar salinização – pastoreio excessivo por gado doméstico, eliminação inadequada de resíduos, são atribuídos à falta de educação e de conhecimento técnico que pode levar à degradação ambiental por parte dos pobres ou de pequenos agricultores.

A perda de biodiversidade é outra preocupação importante porque as espécies e os *habitats* são pilares dos meios de subsistência humanos, além de ser a fundação para a produção de culturas de cultivo florestais, de pesca e agrícolas. A maior proteção e gestão dos recursos biológicos também irão contribuir para as soluções, visto que as nações e comunidades se esforçam para se adaptar à mudança do clima (BANCO MUNDIAL, 2008).

O Brasil tem ecossistemas únicos, a maior biodiversidade do planeta e uma variedade de gradientes ecológicos. Infelizmente, essa riqueza natural está ameaçada pelo avanço das fronteiras agrícolas resultantes de um rápido crescimento da produção agrícola e pecuária.

De acordo com AR5 do IPCC, há uma série de principais impactos da mudança do clima sobre a biodiversidade no Brasil, como pode ser observado no *Box 3*.

Ao ter-se em vista tal ameaça, conhecer a biodiversidade do Semiárido, do Cerrado e da Amazônia, incluindo os processos bióticos e abióticos que afetam sua biota, é o primeiro passo para que os seus recursos sejam utilizados de forma sustentável, o que reduz a degradação ambiental e melhora a qualidade de vida de seus habitantes (INSA, 2011). Conhecer em detalhes como esses biomas e a atividade agrícola podem agir em sentido contrário aos efeitos adversos da mudança do clima nas condições climáticas brasileiras, de solo e de gestão, é uma ação efetiva para conciliar a produção de alimentos com a qualidade ambiental.

Algumas atividades econômicas (agronegócio em larga escala, criação de animais em larga escala, atividades de mineração), que ganharam terreno em detrimento da agricultura familiar, e as implicações em termos de gestão sustentável (elevação nos preços de algumas culturas agrícolas, dificuldades no acesso aos mercados de sementes e dificuldades comerciais) do Semiárido, do Cerrado e da Amazônia, no contexto de cenários da mudança do clima, devem ser cuidadosamente consideradas.

A contribuição dos agricultores familiares a algumas das cadeias de fornecimento da pecuária e da agricultura do Brasil é extremamente essencial. De acordo com dados do Censo Agropecuário de 2006, a agricultura familiar é responsável por cerca de 70 por cento dos alimentos produzidos no Brasil; constitui 90 por cento da renda econômica em alguns pequenos municípios brasileiros; é responsável por, aproximadamente, 10 por cento do PIB nacional, com o crescimento de recursos de financiamento para o crédito rural este ano (R\$ 24,1 bilhões).¹² No Brasil, a agricultura familiar produz percentagens diárias elevadas de culturas de cultivo alimentares, como, aproximadamente, 87 por cento da mandioca,

70 por cento do feijão, 46 por cento do milho e 34 por cento de arroz. É também responsável por, aproximadamente, 60 por cento da produção de leite; 59 por cento do rebanho suíno; e 50 por cento de carne de aves no país.

BOX 3

Principais impactos de mudanças climáticas na biodiversidade no Brasil

<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do nível do mar, variabilidade meteorológica e do clima, e extremos impactos pelo aquecimento global são muito propensos de afetar os manguezais. • 38-45 por cento das plantas no Cerrado com risco de extinção, com aumento de temperatura de 1,7 °C acima dos níveis pré-industriais. • Espécies de aves endêmicas (Marini et al., 2009) e espécies de plantas (em 2055, cenários HHGSDX50 e HHGGAX50; Siqueira e Peterson, 2003) do Cerrado indicam que a distribuição irá deslocar em direção ao Sul e Sudeste, precisamente onde a fragmentação e a perda de habitat são piores. 	
Norte	Nordeste
<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de florestas tropicais por savanas. • Em florestas da Amazônia não fragmentadas, os efeitos diretos do CO₂ na fotossíntese, bem como taxas de rotatividade florestais mais rápidas, podem ter causado um aumento substancial na densidade de lianas nas últimas duas décadas. • As estimativas de risco de extinção de espécies de plantas na Amazônia, não levando em conta possíveis impactos da mudança do clima, variam na faixa de 5 a 9 por cento até 2050, com uma redução de habitat de 12 a 24 por cento (FEELEY; SILMAN, 2009) para 33 por cento em 2030 (HUBBELL et al., 2008). • Aumentos na temperatura e diminuição da água do solo levaria à substituição da floresta tropical por vegetação de Cerrado no leste da Amazônia. 	<ul style="list-style-type: none"> • As reduções na precipitação e o aumento da evapotranspiração são esperados. • Diminuição dos recursos hídricos em decorrência da mudança do clima. • Vegetação semiárida tende a ser substituída pela vegetação árida.

TABELA 3

Distribuição da quantidade produzida pelo tipo de produção/produto, de acordo com os tipos de agricultura – Brasil, 2006

Tipo de produção/produto	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Produção vegetal	40,0	60,0	100,0
Arroz	33,9	66,1	100,0
Feijão preto	76,8	23,2	100,0
Feijão colorido	53,9	46,1	100,0
Feijão fradinho	83,8	16,2	100,0
Mandioca	86,7	13,3	100,0
Milho em grão	45,9	54,1	100,0
Soja	15,7	84,3	100,0
Trigo	21,2	78,8	100,0
Café Arábica em grão (verde)	34,2	65,8	100,0
Café Canephora em grão (verde)	55,0	45,0	100,0
Pecuária*			
Gado	30,3	69,7	100,0
Leite de vaca	58,1	41,9	100,0
Leite de cabra	67,1	32,9	100,0
Aves domésticas	50,0	50,0	100,0
Suínos	59,0	41,0	100,0

Fonte: IBGE, 2006. Tabela feita pelo DIEESE.

Nota.: *Não foi possível obter a soma dos produtos animais, tendo em conta as diferentes unidades de medida para tais produtos.

A despeito da importância desse setor no contexto da economia e segurança alimentar brasileira, há muitos fatores econômicos que limitam ou impedem o desenvolvimento da agricultura familiar.

Segundo Buainain e Garcia (2013), a disponibilidade de infraestrutura influencia as condições de produção e a competitividade dos produtores, pois determinam as oportunidades de inserção em mercados locais e o desenvolvimento de inovações. O *deficit* de infraestrutura tende a penalizar os pequenos produtores, enquanto favorece a produção em grande escala. A precariedade da rede de estradas secundárias no Brasil ilustra as dificuldades de acesso dos pequenos agricultores aos mercados locais que oferecem produtos diários de abastecimento.

O problema da infraestrutura deficiente não se restringe à região Nordeste. Ele também é um obstáculo para o crescimento econômico nacional. Mas o que torna o desafio no Nordeste mais difícil é o abismo das desigualdades sociais. Nesse sentido, e para além dos fatores socioeconômicos apresentados, a viabilidade econômica dos estabelecimentos de agricultores familiares também enfrenta o desafio da escala, bem como da dispersão e do isolamento espacial (BUAINAIN; GARCIA, 2013), que são ainda mais desafiadores para os estabelecimentos de agricultura familiar no Norte do país.

Muitas tecnologias rurais exigem escalas de produção relativamente elevadas, fator que adiciona dificuldades para o uso eficaz pelas pequenas unidades produtoras; particularmente, inovações associadas a equipamentos e a máquinas. A dispersão geográfica e o isolamento espacial também impõem barreiras à comunicação entre os pequenos produtores e o acesso a diferentes mercados locais.

A dificuldade do comércio enfrentada pelos agricultores familiares é percebida desde o acesso a sementes de boa qualidade, por meio do processo de colheita e armazenagem de grãos, até o descarregamento.

A questão dos resíduos também permeia todas as fases do comércio. De acordo com um pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, a agricultura brasileira desperdiça, em média, 10 por cento da sua produção. Em alguns casos específicos, como para frutas e vegetais, tais perdas chegam a 30 por cento e 35 por cento, respectivamente (PORTAL ECODSENVOLVIMENTO, 2015).

No que diz respeito à colheita e ao armazenamento das culturas de cultivo, é necessário fazer com que os pequenos agricultores melhorem o manejo durante a colheita e o armazenamento, de modo que o produto seja mais protegido contra condições adversas. O agricultor precisa de infraestrutura suficiente para permitir a circulação e o fluxo de sua produção. Um grande obstáculo para a competitividade da agricultura no Brasil, principalmente no Nordeste, é o custo do frete no país.

Alguns desses fatores abordados nesta seção mostram a dificuldade de separar fatores sociais e ambientais dos puramente econômicos. Os itens anteriormente mencionados abordaram os elementos restantes ou adicionam uma perspectiva econômica para aqueles considerados nas seções anteriores.

Independentemente da natureza dos problemas, tais efeitos negativos têm o potencial de serem amplificados no contexto da mudança do clima.

4 OPÇÕES DE RESPOSTA PARA PRODUTORES RURAIS FAMILIARES

Após avaliar os principais problemas que afetam os produtores rurais familiares nas regiões Norte e Nordeste, serão avaliadas as possibilidades de resposta para a agricultura familiar diante dos impactos adversos da mudança do clima, incluindo técnicas e tecnologias.

Esta seção, por meio da lente do desenvolvimento sustentável, focará as potenciais soluções para dar resposta aos problemas que atingem as famílias de produtores rurais nas regiões selecionadas, em que a mudança do clima e/ou eventos [condições] meteorológicas extremas podem ser intensificadas.

As possibilidades de resposta serão focadas, em termos gerais, para as regiões e os biomas selecionados nesse estudo – Semiárido Cerrado e Amazônia – mas qualquer circunstância relacionada aos biomas e às regiões específicas será claramente salientada.

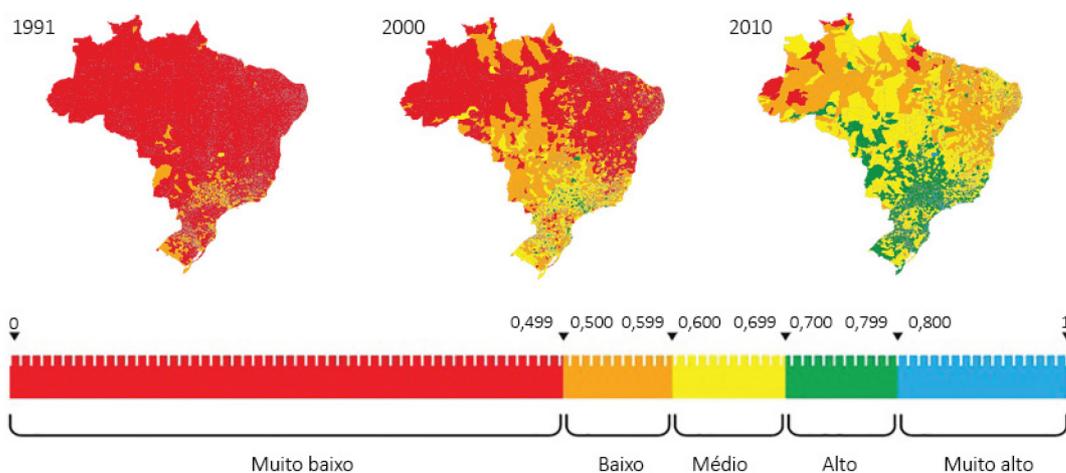
O Brasil é frequentemente citado como exemplo de sucesso na implementação de políticas eficazes para reduzir a vulnerabilidade e construir resiliência por meio de políticas ativas de redução das desigualdades, da erradicação da pobreza e da extrema pobreza. A fim de ilustrar esse progresso, a Figura 6 mostra a evolução do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), entre 1991 e 2010.

Embora ainda enfrente desafios, a imagem revela que o Brasil tem avançado, consideravelmente, em termos do desenvolvimento humano nos últimos 20 anos. Entre 1991 e 2010, o IDH no país cresceu 47,5 por cento, ascendendo da categoria de “Muito Baixo” para “Alto Desenvolvimento Humano”. O avanço foi acompanhado

por uma redução de disparidades regionais em razão do progresso notável dos municípios mais pobres, que têm os piores indicadores.

FIGURA 7

Evolução do IDH no Brasil, de 1991 até 2010



Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud, Ipea e Fundação João Pinheiro (FJP).

No Relatório de Desenvolvimento Humano, o programa Bolsa Família (PBF)¹³ é citado como exemplo de política social que tem colaborado para a criação de um piso de proteção social. O PBF foi responsável por reduzir a pobreza em 16 por cento e por reduzir as desigualdades no país em 20-25 por cento nos anos recentes, com um investimento de 0,5 por cento do PIB em 2006 e 0,3 por cento em 2008-2009.

O Brasil também é lembrado quando o assunto é o crescimento do consumo das famílias mais pobres. O crescimento do consumo dos 40 por cento mais pobres tem sido mais rápido que da população em geral. É também necessário ressaltar a alta taxa de emprego com um decréscimo da taxa de informalidade, embora sua sustentabilidade possa ser um desafio à luz da recente crise econômica e fiscal.

Em resumo, três determinantes estão conectadas ao acentuado declínio da pobreza e extrema pobreza no Brasil: aumento dos empregos formais, crescimento da renda (especialmente ao rendimento mínimo) e efeitos da transferência de renda.

Assim, deve ser ressaltada a importância de políticas e de ações destinadas a combater vulnerabilidades sociais, como programas relacionados à erradicação e ao combate à pobreza no interior do país, ao aumento da segurança em relação à propriedade da terra, ao combate ao analfabetismo e ao fornecimento de assistência técnica, à construção de capacidades e treinamento, assim como à necessidade de vidas saudáveis. Entretanto, apesar dos esforços realizados na década anterior, identificou-se que ainda existem grandes disparidades regionais no país, especialmente nas áreas rurais das regiões Norte e Nordeste, como pode ser visto no mais recente mapa de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais recente, de 2010. Essas áreas apresentam o menor IDH entre o país.

Além disso, também vale a pena considerar que se os aspectos adversos da mudança do clima forem verificados no futuro próximo, eles têm o potencial de zerar os ganhos sociais recentes, considerando que a mudança do clima e o rápido crescimento da exposição a riscos e a desastres representam ameaças ao desenvolvimento social, principalmente ao crescimento e à manutenção dos empregos. Assim, deve ser ressaltada a importância de considerar a resiliência na avaliação das políticas e opções.

Na parte mais otimista do estudo, estratégias de adaptação ao gerenciamento de recursos naturais são avaliadas, considerando a perspectiva que elas podem aumentar a resiliência dos agricultores familiares no enfrentamento dos efeitos adversos da mudança do clima. Nesse sentido, opções de adaptação, incluindo alternativas econômicas às famílias, devem ser exploradas, incluindo a visibilidade e a adoção de tecnologias agroecológicas, gerenciamento de práticas e outras tecnologias que aprimoram o gerenciamento de recursos naturais nos biomas do Semiárido, Cerrado e Amazonas. Devem ser consideradas opções de tal forma que combinem aspectos de adaptação/mitigação para avaliar as atividades.

Uma importante informação é que por meio de práticas agroecológicas e outras práticas sustentáveis (por exemplo: sistemas de múltiplas culturas de cultivo; sistemas agroflorestais; jardinagem doméstica; coleta de plantas selvagens; uso da diversidade genética local, melhoria do solo, incluindo material orgânico; prevenção de peste, de doenças e de manifestação de ervas daninhas; melhoramento genético; gerenciamento da água; cultivo de plantas resistentes à seca; produção de plantas de biomassa, entre outras), pequenos agricultores e produtores familiares de pequeno porte podem compensar os efeitos da atual crise econômica e ambiental, assim como aqueles relacionados à futuras ameaças à mudança do clima.¹⁴Essas abordagens envolvem a manutenção e o aperfeiçoamento da biodiversidade e representam uma estratégia viável de longo prazo para aprimorar a resiliência do ecossistema agrícola aos efeitos da mudança do clima.

Como foi indicado pela FAO, o principal desafio para alcançar uma ampla disseminação da agroecologia não é técnico, mas, sim, político. Para superá-lo, há a necessidade de transpor o poder político, econômico e ideológico do agronegócio e dos governos que impulsionam a contínua expansão do modelo agrícola industrial. Em contraste, a agricultura familiar tem a capacidade de desenvolver sistemas agrícolas produtivos, sustentáveis, inovadores, responsáveis e dinâmicos e de contribuir para a resolução das crises alimentar, financeira, energética e climática prevalentes no mundo hoje (FAO, 2014).

O Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (Proinf), gerenciado pela Secretaria de Desenvolvimento Territorial do MDA, tem contribuído para a qualificação econômica e de processos produtivos para a agricultura familiar em territórios rurais. A parceria com estados e municípios, além da participação da sociedade civil, tem apoiado o processo de aquisição de equipamentos e o crescimento da infraestrutura de produção e negócios de produtos da agricultura familiar. Esses resultados provam que o Proinf é uma importante ferramenta para processos inclusivos, geração de renda e autossuficiência econômica de estabelecimentos de agricultores familiares em territórios rurais.

Outra ferramenta relevante que pode contribuir para o sucesso de políticas públicas para a agricultura familiar é o Cadastro Ambiental Rural (CAR). O CAR é um registro eletrônico cujo objetivo final é integrar informações ambientais no quadro jurídico das Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal, Áreas Florestais e Remanescentes de Vegetação Nativa, Áreas de Uso Restrito e Áreas consolidadas em

Propriedades Rurais e Assentamentos em todo o país. O registro no CAR é requerido e compulsório para todos os estabelecimentos rurais.

O Plano Safra de Agricultura Familiar 2015/2016 transferiu um montante considerável de recursos para a elaboração do CAR e para a produção agroecológica. Em razão do baixo acesso ao CAR até 31 de maio de 2015, apenas 53,56 por cento da população rural se registrou enquanto 184,6 hectares ficaram fora do cadastro. A Região Sul é a que tem menos registros: apenas 17,54 por cento do total de propriedades são registradas. O Norte tem a maior porcentagem de áreas registradas: 75,3 por cento e os Estados do Acre, Amazônia e Rondônia já completaram o processo.

Ações em regiões pobres e vulneráveis são prioridades para reduzir o risco da produção e garantir o acesso ao conhecimento e ao crédito para agricultores familiares. O Censo de 2006 já apontou as vulnerabilidades das zonas secas da região Semiárida, onde vive 47 por cento da população rural do país.

A principal tarefa é aumentar substancialmente a média de produtividade das zonas secas do Semiárido e, conseqüentemente, a integrar aos mercados. Estratégias de geração de tecnologia para a produção de alimento orgânica para essa região tiveram que ser desenvolvidas e direcionadas para todos os níveis de produção, incluindo pequenos estabelecimentos econômicos rurais. Se essas condições forem seguidas, pequenos produtores podem ser parte da produção sustentável no Semiárido Nordestino, o que pode se transformar em uma ajuda relevante para a obtenção e o aperfeiçoamento da segurança alimentar em todos os níveis para essas pessoas.

A pobreza rural no Brasil deve ser combatida por meio da alteração das causas estruturais da exclusão social e da desigualdade com ações, como: 1) aquelas já implementadas – transferência de renda, produção inclusiva, acesso a serviços e combinação com uma efetiva e séria reforma agrária; 2) a prioridade pelo governo para o desenvolvimento rural sustentável e solidário, ao apoio para agricultores familiares e povos tradicionais, por meio de todas as ações, como crédito, extensão, pesquisa, investimento em infraestrutura, etc. (ROMANO; SOARES; MENEZES, 2013). Nesse sentido, a agricultura familiar é, em sua natureza, uma forma de minimizar graves problemas sociais, apesar dos muitos outros desafios apontados anteriormente. O fortalecimento da agricultura familiar depende da implementação de ferramentas específicas, de políticas públicas de qualidade e da capacidade de organizações representativas terem o controle efetivo das ferramentas de implementação, resistindo à pressão de grandes agricultores.

A fim de aumentar a segurança em relação à propriedade de terra, deve-se avaliar a concepção de um novo desenvolvimento rural, inclusivo e sustentável, que contribua para garantir a segurança alimentar, a soberania alimentar e a geração de renda e oportunidades de trabalho. Essa estratégia depende da avaliação da reforma agrária, que alguns estudiosos discutem ser uma das prioridades da política brasileira.¹⁵

Em relação às regiões Norte e Nordeste do Brasil, ainda há lacunas importantes que precisam ser radicalmente modificadas. Reis (2015) defende que o Brasil, principalmente porque é um país de dimensões continentais e porque apresenta uma das maiores taxas de disparidades socioeconômicas, assim como concentração de riqueza em poder de poucos, precisa, imediatamente, reformar o processo de distribuição de terra, fornecendo oportunidades efetivas para pequenos produtores se juntarem ao mercado a fim de produzirem e gerarem renda suficiente para garantir condições sustentáveis de vida, formarem famílias, e definitivamente deixarem os indicadores de extrema pobreza absoluta.

Nesse sentido, precisam ser buscados meios para que a fraude da terra seja eliminada, uma prática comum nas regiões Norte e Nordeste, onde as leis são criadas pelos próprios donos das terras para proteger os mais interessados na concentração da terra. As regiões Norte e Nordeste, em razão de um contexto histórico e social, são, de fato, os mais atrasados e prejudicados em projetos de reforma agrária, e, portanto, há urgência na implementação e redistribuição justa de terras improdutivas e ociosas (REIS, 2015).

Em junho de 2015, a presidenta Rousseff anunciou para o segundo semestre do mesmo ano, o desenvolvimento de um novo plano para a reforma agrária, sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Essa medida é vista como uma resposta às críticas feitas ao Governo Federal sobre o baixo número de pessoas assentadas nos últimos quatro anos - 54 por cento a menos que o período anterior.¹⁶

É importante ressaltar que, no entendimento da lei brasileira, a propriedade da terra satisfaz plenamente a sua função social quando, simultaneamente: a) promove o bem-estar dos proprietários e trabalhadores, assim como de suas famílias; b) mantém um nível de produção satisfatório; c) garante a conservação dos recursos naturais; d) cumpre as leis regulamentadoras das relações justas de trabalho entre aqueles que detêm a terra e aqueles que a cultivam (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA 2016). É nesse sentido evidente a importância da propriedade para a preservação do meio ambiente assim como para o aumento da produtividade.

No que se refere à assistência técnica, à construção de capacidades e ao treinamento focados na agricultura familiar, a Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) desempenha um papel importante (PEIXOTO, 2014).

A Ater é um serviço público brasileiro formatado para pequenos agricultores familiares, e o programa é fundamentado em educação básica informal, além de promover o gerenciamento, a produção, a moagem e o comércio para agricultura e atividades/serviços pecuários, incluindo atividades de gerenciamento florestal, coleta e artesanato. Ainda que os impactos do serviço estejam focalizados no âmbito dos profissionais e das instituições que possuem uma rede que permite a implementação e desenvolvimento de políticas públicas, ele foi reconhecido como um importante meio de aquisição de conhecimentos e tecnologias. A Ater foi fundada em 1948 e há no Brasil 27 entidades estaduais, com 16.671 extensionistas de campo em 4.596 cidades que atendem a 2,8 milhões de agricultores familiares.

Em 2010, foi constituída a Política Nacional para Assistência Técnica e Extensão Rural para Agricultura Familiar e Reforma Agrária – Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER). A política foi orientada pelo Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pronater), que é fundamentada no desenvolvimento sustentável, incluindo diferentes categorias e atividades de agricultura familiar, considerando elementos como gênero, geração de renda e etnia, assim como o papel de organizações governamentais e não governamentais.

Há muitos programas e ações que são substancialmente apoiadas pelas políticas da Ater, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); Programa de Aquisição de Alimentos (PAA); Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae) e Programa de Biocombustíveis.

Neste contexto, as políticas da Ater devem ser uma das prioridades da agricultura brasileira, visto que é o único organismo com capacidade real de garantir melhor

aproveitamento do crédito do Pronaf para minimizar os riscos de inadimplência e os benefícios da produção agrícola.

A fim de construir resiliência, inclusive relacionada aos desafios da vulnerabilidade à mudança do clima, as políticas da Ater podem ser, exclusivamente, orientadas para agricultores familiares e povos tradicionais. Também é essencial implementar instituições educacionais e escolas de extensão rural, orientando pequenos agricultores no planejamento com respeito ao relacionamento entre conhecimento científico e popular.

O foco desta seção é fornecer possibilidades de adaptação para agricultores familiares, incluindo a viabilidade da adoção de tecnologias agroecológicas, práticas de gerenciamento e outras tecnologias que melhoram o gerenciamento dos recursos naturais nos biomas do Semiárido, Cerrado e Amazônia.

Nesse sentido, práticas agrofloretais e a Integração de Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) resultam na integração econômica e ecológica entre componentes (LUNDGREN, 1982; NAIR, 1993; YOUNG, 1997). Sistemas agrofloretais são aqueles agrícolas que usam árvores e arbustos para o gerenciamento da terra. A produção agrícola e/ou animal é praticada por, aproximadamente, 30 por cento da população rural global (LASCO et al., 2014).

Os sistemas agrofloretais oferecem uma sinergia atrativa entre adaptação e mitigação à mudança do clima, uma vez que aprimora a resiliência de produtores com pequenas posses, por meio da utilização mais eficiente da água, melhora do microclima, controle de pestes e doenças, aperfeiçoamento da produtividade das fazendas, manutenção da produção sustentável, aumento e diversificação do lucro das fazendas, ao mesmo tempo em que sequestra carbono (LASCO et al., 2014).

O potencial de sequestrar carbono em sistemas agrofloretais em regiões tropicais e temperadas é promissor, mas até o momento pouca informação está disponível.

Como um sistema de produção, a agrofloresta é interessante para agricultores familiares nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, uma vez que é projetada a partir da união de vantagens econômicas e ambientais. O uso sustentável de recursos naturais combinado com menor dependência de fatores externos caracteriza esse sistema de produção, resultando em maior segurança alimentar e insumos econômicos, ambos para produtores e consumidores. Deve ser lembrado que não há uma fórmula única de implementação, e que, para cada região – Amazônia, Cerrado e Semiárido –, as escolhas dos componentes que formam o sistema de agrofloresta irão variar. A ILPF é uma alternativa em relação às culturas de cultivo convencionais, pois promove o uso mais sustentável do solo e dos recursos hídricos, resultando no aumento da produtividade.

Especialmente para a região do Semiárido, algumas considerações devem ser feitas. O sistema de agrofloresta apresenta uma alternativa para sistemas agrícolas tradicionais, uma vez que fornece cobertura vegetal do solo e aumenta a quantidade de matéria orgânica de qualidade no solo. O uso desse tipo de gerenciamento é muito importante para a região que sofre com intenso processo de erosão e falta de água. A produtividade de sistemas agrícolas no Semiárido brasileiro é principalmente limitada pela disponibilidade de água e nutrientes. Assim, todas as técnicas de gerenciamento que elevam a umidade do solo tem o potencial de intensificar a produtividade.

No entanto, árvores em sistemas agroflorestais têm outra função importante. Elas também podem ser usadas para prestação de outros serviços, e servem, por exemplo, como coberturas, quebra-vento, apoio à apicultura, assim como fornecem maior conforto térmico aos animais, além de outros usos na propriedade (RIBASKI, 1994).

BOX 4

Sistemas agroecológicos e de integração de lavoura-pecuária-floresta

- Minimizam a dependência de insumos de energia intensiva (externos), aumentam a reciclagem de biomassa e otimizam a disponibilidade de nutrientes.
- Têm efeitos negativos mínimos sobre o meio ambiente e liberam quantidades insignificantes de substâncias tóxicas ou nocivas para atmosfera, solo, águas superficiais ou subterrâneas.
- Minimizam a produção de gases de efeito estufa e trabalham para mitigar a mudança do clima, por exemplo, por meio do aumento da capacidade de sistemas de gestão de armazenamento fixo de Carbono.
- Trabalham para valorizar e conservar a diversidade biológica e genética de plantas e animais, tanto em ambientes selvagens quanto em paisagens alteradas por atividades antrópicas.
- Eliminam a fome, asseguram segurança alimentar de maneira culturalmente apropriada, capacitam e empoderam, sobretudo mulheres e pequenos agricultores e garantem o direito a uma alimentação adequada humana.

Fonte: IFOAM/BIOVISION/MILLENIUM INSTITUTE. *Briefing Note*, 11 de julho de 2015.

De acordo com Ribaski (1994), foram realizados testes exploratórios – com resultados interessantes – para identificar o potencial de determinados materiais para o uso em sistemas agroflorestais. Para o *Eucalyptus*, mais de 25 espécies e 160 variedades foram testadas, cobrindo os Estados de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte, do Ceará e da Bahia. Vale ressaltar, também, o bom desempenho e a resistência à seca de espécies de *Prosopis genus (carob)*, *Leucaena (leucaena)*, *Mimosa (trush)* e *Gliricidia (gliricidia)*, na mesma região, com a grande vantagem de serem árvores polivalentes (lenha, carvão, poles, forragem, sebes, proteção contra vento, fixação de nitrogênio, sombreamento, etc.).

Mais de dez espécies de *Prosopis* foram estudadas na região Semiárida. Os melhores resultados foram encontrados na *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. Affinis*, *P. Cineraria* e *P. Velutina*, que têm potencial de contribuição para aumentar a produção de madeira, de energia e servir de alimento para rebanhos regionais.

A criação de pecuária é muito significativa para a sobrevivência de agricultores, cuja subsistência depende da criação de gado, cabras e ovelhas e tem sido responsável, em grande parte, por manter a população na área rural (HOLANDA e ARAÚJO, 2004). Portanto, a pecuária representa o eixo principal do sistema de produção familiar na região semiárida, porque é estruturada como sistema de apoio à alimentação.

Contudo, o desafio de promover a ampla produção animal na região do Semiárido brasileiro é usar os recursos da Caatinga e preservar a sua sustentabilidade (ANDRADE et al., 2006). Até agora, quase todas as alternativas que se propuseram à exploração têm limitações em razão da dificuldade de acumulação de biomassa, que depende, estritamente, das chuvas

na região. Segundo Campanha e Holanda Júnior (2005), o processo de degradação que essa região vivencia é causado, principalmente, pela adoção de práticas de exploração dos seus recursos biológicos e físicos, ressaltando o gerenciamento predatório dos sistemas agrícolas, com o sobrepastoreio Cerrado, e a extração predatória, a qual está, gradualmente, deteriorando o potencial produtivo da região e gerando constrangimentos de ordem técnica e econômica para as propriedades familiares. Essa situação será ainda pior com os cenários futuros de mudança do clima, com aumento da temperatura e redução da precipitação.

BOX 5

Opções agroflorestais para o bioma semiárido

Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para a região

Gerências como ICLF (sigla em inglês), policulturas e *Advanced Farming Systems* (AFS) são importantes ferramentas que podem ser utilizadas como estratégias de adaptação à mudança do clima.

Para a região do Semiárido, esses instrumentos podem ser alternativas para os pequenos agricultores aumentarem a sua resiliência diante de adversidades ambientais causadas pela mudança do clima. São todos métodos que contribuem para a melhoria das características físicas e químicas do solo; o aumento a biota do solo; a redução da perda de solo e lixiviação de nutrientes; o aumento da umidade do solo; a redução da compactação do solo; a redução das emissões de gases de efeito estufa; entre outras contribuições.

Para além das melhorias do solo, esses tipos de ferramentas de gestão permitem a diversificação da produção; o aumento da produtividade, sobretudo quando os animais são criados para a carne; e também adicionam maior valor agregado aos produtos e às propriedades.

Outra questão importante diz respeito à possibilidade de sua utilização para a recuperação de pastagens degradadas, áreas de reserva legal e áreas de proteção permanente.

Para otimizar os resultados e reduzir os custos, as espécies a serem utilizadas para implementação dessas ferramentas devem ser nativas da região do Semiárido ou espécies exóticas que são adaptadas ao clima da região.

Projeto “Riachos do Velho Chico”

O Projeto “Riachos do Velho Chico” visa revitalizar os córregos Frazão e Queimada que são fontes de água vitais para os agricultores dessa região semiárida de Pernambuco. A revitalização foi feita com a implementação do AFS para a recuperação da mata ciliar por meio de ação comunitária para a recuperação e conservação dos recursos hídricos na região. Os córregos são importantes porque fazem parte das bacias hidrográficas que abastecem o Rio São Francisco ou “Velho Chico”, como é chamado pela população nordestina. Neste projeto, as espécies selecionadas foram, principalmente, as nativas e, em alguns casos, espécies exóticas adaptadas às condições climáticas da região.

Fonte: Projeto Riachos do Velho Chico.

Disponível em: <<http://www.caatinga.org.br/projetos/projeto-riachos-do-velho-chico/>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

De acordo com Carvalho (2003), os sistemas agroflorestais desenvolvidos para a região do semiárido ajudam no estabelecimento da agricultura de diferentes formas – eliminação das queimadas e desmatamento, com contribuição de materiais orgânicos;

promoção de gerenciamento pastoril adequado pelo ajuste da taxa de armazenamento; melhor gerenciamento da vegetação nativa; racionalização do desmatamento, por meio do desmatamento seletivo e gerenciamento da rebrota e redistribuição de nutrientes do agroecossistema. Também diversificam a produção, aumentam a produtividade da terra, e aprimoram a renda e a qualidade de vida dos agricultores (ARAÚJO FILHO et al., 2006).

Além dos impactos financeiros e econômicos favoráveis, o sistema agrossilvipastoril promove melhores condições de vida: unidade produtiva x família com instabilidades relacionada ao clima na região do Semiárido brasileiro, permite o aumento e estabilização do suprimento de alimentos às famílias (milho, grãos, mandioca, leite de cabra e proteína animal); ampliação do armazenamento de forragem para os animais ao longo do ano (uso sustentável dos recursos naturais da Caatinga, reserva estratégica da forragem tolerante à seca, banco de proteínas, grãos e palha de cultura de cultivo, silagem de pasto). Em relação à segurança da água, o sistema trabalha para a proteção de fontes (ribeirinhas) e a redução da perda de água pelo solo (COUTINHO et al., 2013).

Uma vez indicados os benefícios da agrossilvicultura para a região do Semiárido, o mesmo deve ser ressaltado para o Cerrado e Amazônia.

Primeiro, o uso da agrossilvicultura no Cerrado brasileiro é uma alternativa sustentável e econômica aos agricultores dessa região. A expansão da agricultura, especialmente a monocultura e a agricultura intensiva, tem sido responsável pela degradação do ecossistema. O uso de espécies nativas do Cerrado para a implementação desses sistemas é uma importante ferramenta para recuperar as áreas degradadas. A alta diversidade biológica encontrada no Cerrado brasileiro oferece inúmeras opções de espécies que podem ser usadas em sistemas de agrossilvicultura, adicionado mais valor aos produtos. Muitas espécies com múltiplos usos estão sendo valorosamente comercializadas no Cerrado, e o Barú ou Cumbaru (*Dipteryx alata*) é um deles. (RIBEIRO; DUBOC; DE MELO, 2004).

Além disso, espécies de palmeiras, como o buriti, fibra de palmeira e gueroba, têm sido usadas tradicionalmente, assim como comercializadas em comunidades no centro do Brasil. O babaçu, por exemplo, produz óleo que já é usado na indústria de cosméticas nacional e internacional. Neste último caso, empresas adquirem tal produtivo extrativo apenas daqueles que o produzem sustentavelmente, com valores que são compatíveis com tal estratégia (RIBEIRO; DUBOC; DE MELO, 2004.).

Em razão da alta biodiversidade e condições favoráveis ao desenvolvimento de árvores e arbustos no Cerrado, há inúmeras opções do uso de espécies para a agrossilvicultura e implantação da permacultura, como está detalhado na Tabela 6.

No bioma Amazônico, a agricultura familiar é desenvolvida dentro dos sistemas de agroflorestas, que foram e são implantados por mestiços indígenas e comunidades ribeirinhas. Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) foram resgatados de culturas ancestrais e atualizados para atender às crescentes necessidades do uso da terra, especialmente em regiões tropicais. Hoje eles existem virtualmente em todas as regiões onde é possível ter agricultura e cultura de cultivo florestal.

Os povos tradicionais da Amazônia têm vasto conhecimento do gerenciamento dos SAFs e têm desenvolvido técnicas de produção que garantem e asseguram o balanço ecológico dos recursos naturais. Na procura de usos alternativos da terra na região, a importância dos SAFs tem crescido e também a demanda por espécies de múltiplo uso.

TABELA 4

Espécies úteis para a implementação da agrofloresta e permacultura – Cerrado brasileiro

Nome comum	Nome científico	Nome comum	Nome científico
Unha-de-vaca	<i>Bauhinia spp</i>	Pequi	<i>Caryocar brasiliensis</i>
Guatambú	<i>Aspidosperma sp</i>	Banana	<i>Musa sp</i>
Cabeça-de-negro	<i>Ouratea hexasperma</i>	Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>
Jacarandá-muchiba	<i>Macherium acutifolium</i>	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>
Tabebuia	<i>Tabebuia ochracea</i>	Castanha-do-brasil	<i>Bertholletia excelsa</i>
Chumbinho	<i>Trema micrantha</i>	Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>
Pau-terra	<i>Vochysia tucanorum</i>	Ingá	<i>Inga sp</i>
Pau-terra-da-folha-larga	<i>Qualea grandiflora</i>	Côco	<i>Cocos nucifera</i>
Canela-de-ema	<i>Vellozia squamata</i>	Babaçu	<i>Orbygnia speciosa</i>
Abacaxi	<i>Ananas sp</i>	Pupunha	<i>Bactris gasipaeas</i>
Assa-peixe	<i>Vernonia ferruginea</i>	Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i>
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	Café	<i>Coffea arabica</i>
Amendoim-do-campo	<i>Platypodium elegans</i>	Faveira	<i>Parkia pendula</i>
Sapuva	<i>Machaerium acutifolium</i>	Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i>
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	Erytrina	<i>Erythrina speciosa</i>
Faveira	<i>Dimorphandra mollis</i>	Seringueira	<i>Hevea brasiliense</i>
Baru	<i>Dipterix alata</i>	Dendê	<i>Elaeis guineensis</i>
Cajuí	<i>Anacardium humile</i>	Araticum	<i>Annona montana</i>
Carne-de-vaca	<i>Roupala montana</i>	Bacuri	<i>Platonia insignis</i>
Quaresmeira	<i>Tibouchina sp</i>	Baunilha	<i>Vanilla sp</i>
Fruta-de-ema	<i>Couepia grandiflora</i>	Cacau	<i>Theobroma cacao</i>
Araticum	<i>Araticum crassiflora</i>	Cedro vermelho	<i>Cedrela odorata</i>
Bacupari	<i>Rheedia gardnerina</i>	Copaiba	<i>Copaiba sp</i>
Banha-de-galinha	<i>Swartzia langsdorfii</i>	Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i>
Buriti	<i>Mauritia vinifera</i>	Genipapo	<i>Genipa americana</i>
Caju-de-árvore-do-cerrado	<i>Anacardium othonianum</i>	Pau-rosa	<i>Aniba rosoedora</i>
Guariroba	<i>Syagrus oleraceae</i>	Carnaúba	<i>Copernicia cerifera</i>
Curriola	<i>Pouteria ramiflora</i>	Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>
Fruto-do-tatu	<i>Crhysophyllum soboliferum</i>	Tucumã	<i>Astrocaryum vulgare</i>
Gariroba	<i>Compomanesia cambessedeano</i>	Glicirídia	<i>Gliciridia sp</i>
Gravatá	<i>Bromelia balansae</i>	Estacas	<i>Gliciridia sepium</i>
Jaracatiá	<i>Jaracatia heptaphyla</i>	Pinhão-do-paraguai, estacas	<i>Jatropha curcas</i>
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Sete-capotes	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Jatobá-da-mata	<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	Munguba	<i>Pachira aquatica</i>
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i>	Açaí	<i>Euterpe oleraceae</i>
Mama-cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mamão	<i>Caryca papaya</i>
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	Maracujá	<i>Passiflora sp</i>
Marmelada-nativa	<i>Alibertia edulis</i>	Canela	<i>Nectandra myriantha</i>
Pêra-do-cerrado	<i>Eugenia klotzchiana</i>	Guaraná	<i>Paullinia cupana</i>
Pitomba	<i>Talisia esculenta</i>	Murici	<i>Byrsonima verbacifolia</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Sombreiro	<i>Clitoria racemosa</i>
Pinus	<i>Pinus sp</i>	Pau-santo	<i>Kielmeyera coriacea</i>
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Vinhático	<i>Plathymenia reticulata</i>
Leucena	<i>Leucaena diversifolia</i>	Caliandra	<i>Calliandra sp</i>
Leucena	<i>Leucaena shannoni</i>	Ipê-roxo	<i>Tecoma curialisa</i>
Albizia	<i>Albizzia sp</i>	Barbatimão	<i>Stryphonodendron adstringens</i>
Caliandra	<i>Calliandra callotrysurs</i>	Embiruçu	<i>Eriotheca pubescens</i>
Acioa	<i>Acioa sp</i>	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia sp</i>
Sesbania	<i>Sesbaniasp</i>	Eritrina	<i>Erythrina edulis</i>
Fleminga	<i>Flemingia congesta</i>	Ritrina	<i>Erythrina poepigiana</i>

Fonte: Ratter et al., 1998.

De acordo com um estudo de Vieira et al. (2007), no Pará, foram identificadas 38 espécies (7 temporárias e 31 permanentes) crescidas em SAFs, por agricultores na área de estudo (Tabela 5). A preferência de agricultores, na área de estudo, por cultivo de colheitas anuais e espécies permanentes de frutas é, provavelmente, relacionada à segurança alimentar familiar e às demandas do mercado local (venda de fruta para subsistência de famílias locais).

TABELA 5

Espécies cultivadas no sistema de agrossilvicultura – Pará

Nome comum	Nome científico	Fr (%)	Finalidade
Temporário			
Mandioca	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	28,1	A,C
Feijão caupi	<i>Vigna sp</i>	25	A,C
Abacaxi	<i>Ananás comosus L.</i>	3,1	C
Batata doce	<i>Ipomea batatas (L.LAM).</i>	3,1	A
Jerimum	<i>Curcubita sp.</i>	3,1	A
Pimenta-de-cheiro	<i>Capsicum sp.</i>	3,1	A
Permanente			
Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum L.</i>	50	C
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	34,4	A,C
Caju	<i>Anacardium occidentale L.</i>	21,9	A,C
Açaí	<i>Euterpe oleracea Mart.</i>	18,8	A
Maracujá	<i>Passiflora sp</i>	18,8	C
Mogno	<i>Swietenia macrophylla King.</i>	18,8	C
Pupunha	<i>Bactris gasipaes H.B.K</i>	18,8	A,C
Coco	<i>Coccus nucifera L.</i>	15,6	C
Nim Indiano	<i>Azadirachta indica A. Juss</i>	15,6	C
Graviola	<i>Annona muricata L.</i>	12,5	C
Urucum	<i>Bixa orella L.</i>	12,5	C
Andiroba	<i>Carapa guianensis Aubl</i>	9,4	C
Muruci	<i>Byrsonima carssifolia H.B.K</i>	9,4	C
Teça	<i>Tectona grandis Lf.</i>	9,4	C
Acacia mangium	<i>Acacia mangium WILLD</i>	6,3	C
Banana	<i>Musa sp</i>	6,3	A,C
Laranja	<i>Citrus sinensis (L.) Osb.</i>	6,3	A,C
Limão	<i>Citrus sp.</i>	6,3	C
Mamão	<i>Carica papaya L.</i>	3,1	A
Abacate	<i>Persea americana Mill</i>	3,1	A
Bacabi	<i>Oenocarpus minor Mart</i>	3,1	A
Cacau	<i>Theobroma cacao L.</i>	3,1	C
Cedro	<i>Cedrela odorata L.</i>	3,1	C
Cumarú	<i>Dipterix odorata (Aubl.) Wild</i>	3,1	C
Ingá	<i>Inga edulis Mart.</i>	3,1	A
Ipê	<i>Tabebuia serratifolia Rolfe</i>	3,1	C
Manga	<i>Mangifera indica L.</i>	3,1	C
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum (Huber) Ducke</i>	3,1	C
Quaruba	<i>Vochysia sp.</i>	3,1	C
Sumaúma	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn</i>	3,1	C
Tachi	<i>Triplaris surinamensis Cham.</i>	3,1	C

Fonte: Vieira et al. (2007).

Notas: Fr (%): Frequência relativa expressa em porcentagens. A: Consumo próprio. C: Comercialização.

Quando analisada, a Tabela 5 apresenta, entre as espécies temporárias anuais, a mandioca (*Manihot esculenta*), que é a que demonstra a maior identificação com o sistema de agrofloresta, assim como os grãos (*Vigna sp.*), que são espécies muito cultivadas e desenvolvem importante papel na segurança alimentar dos agricultores.

Em uma pesquisa conduzida por Bright et al. (2004), no Estado do Acre, foi descoberto que pupunha, café (*Coffea arabica*) e cupuaçu foram as espécies mais frequentes no SAFs. De acordo com esses autores, a preferência por essas espécies ocorreu em razão de grandes expectativas dos agricultores para comercializar tais produtos.

Pequenos agricultores no bioma Amazônia têm usado o sistema de agrossilvicultura, com espécies de frutas nativas na região, para a produção de fibras e óleos, com mandioca, arroz, grãos e outros recursos, para sua subsistência. Atualmente, muitas empresas de cosméticos usam este tipo de sistema para produzir óleos, essências e polpas a partir do Cerrado e da floresta Amazônica.

A adoção da agrossilvicultura – sistemas agrossilvipastoris e silvipastoril – com cultivos de colheita anual, floresta e pasto podem também reduzir os custos negativos impostos pelo clima tropical nos animais e aprimorar a utilização dos recursos naturais, com o consequente aumento da produtividade e da redução de custos. Assim, o seu uso faz da agricultura uma atividade mais intensificada e sustentável, com rentabilidade nas vendas de produtos e derivados, agregando valor para a propriedade, em complemento à paisagem, permitindo o ecoturismo (CASTRO et al., 2008).

A criação de gado nos pastos cultivados da Amazônia tem sido estigmatizada por ser responsável pela baixa eficiência do uso da terra. A rentabilidade da produção pecuária depende da efetividade da operação, gerenciamento racional do pasto, a reprodução do rebanho, a produção intensiva de carne e/ou leite, a alta produtividade, a economia e a preservação do meio ambiente (VEIGA et al., 1996).

Nos anos recentes, uma alternativa que tem sido usada com sucesso é o “pasto integrado” – usando o potencial produtivo da forragem da planície de inundação na época de seca e o pasto das terras – do gênero *Brachiaria* (*Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*). Este sistema não causou danos significantes ao meio ambiente, quando realizado em áreas pequenas e alternadas.

O sistema agrossilvipastoril, no qual o silvipastoril destaca-se pela produção de búfalos na Amazônia, tem grande potencial e pode ser relevante para a produção de búfalo. O uso de áreas alteradas por uso inapropriado (por exemplo, tecnologias de baixa emissão de carbono, com financiamento do Programa da ABC – ver Seção 5), agrega valor à terra, via componentes de árvores, fornecendo melhor reciclagem de nutrientes e melhora do conforto animal. Eles representam alternativas atrativas para maximizar o uso da terra com sustentabilidade (CASTRO, 2008).

A adoção de sistemas de gerenciamento integrados, como os SFAs e o ILPF, desenvolve importante papel no aumento do estoque de carbono a curto e médio prazo, por meio da assimilação do CO₂ da atmosfera, provinda da incorporação do carbono na biomassa e acima do solo. Outra vantagem desses sistemas é a possibilidade do Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que promovem uma fonte de renda suplementar para agricultores familiares, em acréscimo às melhorias das condições ambientais.

A principal questão no sistema integrado de agrossilvicultura é a importância do solo como um componente essencial do ecossistema natural da Terra. Nas décadas recentes, a produção agrícola e a qualidade cresceram de tal forma que o seu uso e a mobilização intensa têm causado uma redução nas habilidades de manter a produção sustentável (KARLEN; STOTT, 1994).

Nas décadas recentes, grandes áreas do Semiárido do Brasil têm sido degradadas por práticas tradicionais de agricultura (SOUSA et al., 2012). O estudo de tais sistemas descreve as mudanças prejudiciais nas propriedades químicas e físicas do solo por meio da erosão, uma baixa nos estoques de carbono, a deterioração das reservas de água, e a redução dos nutrientes do solo disponíveis, especialmente nitrogênio (N) e fósforo (P) (AGUIAR et al., 2010; MAIA et al., 2007; SILVA et al., 2011). Sistemas de agrossilvicultura representam uma estratégia eficiente para fornecer cobertura do solo e aprimorar os níveis de matéria orgânica (BREMAN; FESSLER, 1997), por meio da manutenção do gerenciamento dos resíduos orgânicos fornecidos pelas árvores, cultura de cultivo e animais (ALTIREI, 2004). Espera-se que as árvores melhorem a fertilidade do solo e beneficiem a cultura de cultivo e pasto por meio da capacidade de aprofundamento das raízes, fixação de nitrogênio em alguns casos, e retenção do solo (BREMAN; FESSLER, 1997).

Os agricultores têm importante papel na manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. O uso de práticas da agricultura sustentável, como agrossilvicultura (ILFC), policulturas e agricultura orgânicas, promove a manutenção da qualidade do solo. Essas práticas aumentam a acumulação de matéria orgânica do solo, mantêm a umidade do solo, reduzem as perdas da erosão do solo e a lixiviação, como também garantem água limpa e segura.

De acordo com a Embrapa do Semiárido, o uso de adubação verde, plantas individuais ou coquetéis vegetais podem ser uma estratégia viável de gerenciamento para aumentar a fertilidade do solo nas regiões do Semiárido, Cerrado e Amazônia. O coquetel vegetal consiste na plantação de uma mistura de sementes de várias espécies e famílias, incluindo legumes, relvas, oleaginosas, entre outros, para promover a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. O material orgânico fornecido pelo coquetel de espécies plantadas também proporciona melhor exploração do solo, reciclando mais eficientemente que a monocultura, e assim favorecendo a diversificação de espécies nos sistemas produtivos (incluindo o aumento e a diversificação da população microbiana presente na rizosfera) e fornecendo material orgânico com uma composição mais rica de nutrientes. O uso de plantas intercaladas na forma de adubação verde permite o uso em grande quantidade de resíduos orgânicos, que colabora no aumento de conteúdo do carbono no solo e na Capacidade de Troca Catiônica (CTC), assim como na redução da lixiviação de cátions e água. Além disso, a produção de material vegetal "in situ" e seu uso como cobertura vegetal, redução da evaporação da água aplicada, minimizando o risco de salinização das áreas de cultura de cultivo.

Em geral, para aumentar o incremento de matéria orgânica no solo, é importante usar espécies de rápido crescimento, capazes de depositar resíduos de plantas no solo e reciclagem de nutrientes. As árvores leguminosas emergem como boa alternativa, na medida em que possuem vasto sistema de raízes, tem o potencial de nodulação e fixação simbólica do nitrogênio atmosférico, além de serem polivalentes.

Por séculos, a pequena agricultura de países em desenvolvimento foi sedimentada no uso de recursos locais da terra, água e outros recursos, assim com nas variedades locais e conhecimento indígena. Estes foram nutrientes biológicos e genéticos de diversas propriedades de pequeno porte e a robustez e a resiliência incorporada ajudaram eles a

se ajustarem rapidamente às mudanças do clima, pestes e doenças (DENEVAN, 1995). A persistência de milhões de hectares de agricultura sob gerenciamento tradicional e ancestral, na forma de criação de campos, terraços, policulturas (com um número crescente de cultivo de cultura no mesmo campo), sistemas agrossilviculturais, e assim por diante, documentam estratégias de sucesso da agricultura indígena e prestam um tributo para a “criatividade” de agricultores tradicionais.

Muitos agricultores familiares nas regiões Semiáridas, Amazônia e Cerrado têm vasto conhecimento sobre as variedades de produção. De acordo com Neto et al. (2012), nas regiões Semiáridas da Paraíba alguns produtores têm 11 cultivares, especialmente milho e feijão. Para as comunidades estudadas, esse estudo analisa que um possível facilitador do desenvolvimento produtivo é a apreciação das sementes locais de grãos (milho e feijão), que registraram um total de seis variedades de feijão e cinco de milho, que são as principais fontes de renda – os cultivos de cultura geral são produto da satisfação dos agricultores.

As tabelas seguintes apresentam as estratégias de adaptação aos problemas de gerenciamento dos recursos naturais e ambientais.

Além da vulnerabilidade à mudança do clima, a população rural já enfrenta restrições em relação ao acesso a fatores econômicos. O setor agrícola e alimentar está no centro do processo de desenvolvimento e é tanto a causa como a solução dos problemas globais ambientais (e.g. clima) e sociais (e.g. não satisfazer necessidades básicas). Produtores de alimentos em baixa escala no planeta enfrentam enormes desafios para cumprir suas necessidades de alimentos e contribuir para a segurança alimentar de suas comunidades e países. Esses desafios são agravados pela mudança do clima. Sem esforços para adaptar e responder às alterações climáticas, as condições meteorológicas irregulares resultarão em menor produtividade de cereais (FAO, 2014).

A falta de políticas para criação de empregos e de apoio de renda, o desemprego, a concentração de renda e os baixos salários são fatores que podem resultar na diminuição do consumo de alimentos e causar fome. Contudo, quando há falta de políticas agrícolas, altas taxas de juros, queda nos preços agrícolas e crises agrícolas, há uma redução no abastecimento alimentar, que também pode causar insegurança alimentar e fome. Adicionam-se a esses elementos a falta de pesquisa agrícola, a transferência de tecnologia e a assistência técnica, assim como a extensão, que também contribuem para a insegurança alimentar (MDA, 2010). Todos esses componentes reunidos criam reação negativa. Especialmente nas últimas décadas, o governo brasileiro tem adotado muitos instrumentos financeiros, que, quando combinados a políticas de proteção social, têm ajudado a reduzir a pobreza e a vulnerabilidade social e a melhorar a renda e a qualidade de vida de pequenos agricultores familiares.

As principais políticas e ações para a segurança alimentar no Brasil são o “Programa Fome Zero”, o Sistema de Vigilância Alimentar Nutricional (Sisvan), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae), o Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar (PGPAF), o Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT), o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e o Microcrédito Rural (Grupo B do Pronaf). Entretanto, isoladamente, esses instrumentos não são capazes de combater a fome, tampouco garantir segurança alimentar para a população (ibid.). Além das ações governamentais, vale a pena ressaltar que a implementação desse conjunto de medidas depende do comprometimento de diversas instituições, como organizações internacionais, ONGs, institutos de pesquisa, entre outros. A formulação de ações de políticas-chave do governo brasileiro será apresentada na próxima seção.

TABELA 6

Estratégias de adaptação aos problemas de gerenciamento dos recursos naturais e ambientais

Tecnologia	Vantagens
Agrossilvicultura e Sistema Integrado de lavoura-pecuária-Floresta (ILPF)	Pode ser aplicada para pequenos, médios e grandes agricultores; controle mais eficiente de insetos, doenças e ervas daninhas, levando à diminuição no uso de pesticidas; melhoria das condições microclimáticas em razão dos componentes: redução da amplitude térmica, aumento da umidade do ar e diminuição da intensidade do vento (características de forte adaptação à mudança do clima); aumento do bem-estar animal em decorrência do aumento do conforto térmico; possibilidade de reduzir a pressão pelo desmatamento; possibilidade de usar as espécies mais adequadas para cada região; grande potencial de sequestro de carbono e mitigação da emissão de gases de efeito estufa; aumento da produção regional de grãos, carne, leite, fibras, madeira e energia; maior rotatividade de diversos segmentos da economia local; diversificação das atividades agrícolas, melhorando a demanda anual de trabalho; menores custos de reflorestamento por meio do pasto e/ou colheitas anuais.
Múltiplas colheitas e sistemas de policultura	Esse tipo de gerenciamento de diferentes colheitas ao mesmo tempo favorece a reposição dos minerais no solo, diferentemente da monocultura, que favorece a sua escassez; a produtividade em termos de colheita de produtos por unidade de uma policultura desenvolvida por pequenos donos de terra é maior quando há uma colheita individual, com o mesmo nível de gerenciamento. Ao gerenciar menos recursos de forma mais intensiva, os pequenos agricultores podem ter mais lucro por unidade de produção, e, assim, ter maior lucro total – mesmo se a produção de cada commodity for menor; as fazendas diversificadas produzem muito mais alimentos; menos vulneráveis às perdas catastróficas porque se cultiva grande variedade de plantas, em diferentes arranjos espaciais e temporais; aumenta a resiliência dos produtores à mudança do clima. Este tipo de manejo deve ser feito com as espécies próprias para cada região – Norte, Nordeste e Semiárido.
Produção orgânica	Sem o uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, reguladores de crescimento ou aditivos sintéticos para a alimentação animal; o uso mínimo de cultivo do solo garante a estrutura e a fertilidade do solo, evitando a erosão e a degradação; permite economias de custos consideráveis para pequenos produtores, bem como acrescenta valor aos produtos que vão para o mercado com relação aos selos ecológicos, com garantia de qualidade; grande estratégia de adaptação à mudança do clima.
Jardins domésticos	A agricultura urbana pode ajudar a fornecer alimentos para as populações subnutridas nas cidades; a jardinagem doméstica pode ser uma parte importante da solução para a mudança do clima, pelo uso de práticas favoráveis ao clima em jardins e paisagens; praticar técnicas de jardinagem e paisagismo sustentáveis pode reduzir drasticamente as emissões de carbono e retardar o aquecimento pelo aumento do armazenamento de carbono no solo e da paisagem; a agricultura urbana pode ser uma das soluções para a escassez de água, erosão, as emissões de gases de efeito estufa, e uma ferramenta importante para promover a segurança alimentar no Norte e no Nordeste do Brasil. Além disso, o uso de jardins agrícolas em meio a cidades também contribui para a beleza cênica dos grandes centros urbanos; quintais domésticos podem ser espaços importantes para a melhoria da renda dos agricultores familiares, uma vez que oferecem um complemento importante para alimentos e outros itens essenciais necessários para a sua subsistência



Colheita de plantas selvagens	Proporcionar uma segunda fonte de renda para muitos agricultores também ajuda no sustento da família. A extração, quando bem gerida, permite o uso sustentável de recursos renováveis para vários usos (indústria farmacêutica, cosméticos e indústria de móveis, entre outros) e permite a manutenção da sociobiodiversidade brasileira e o conhecimento tradicional de certas comunidades. Emprego e renda gerados em atividades extrativistas são de grande importância para a economia rural, especialmente para os pobres e as mulheres.
Prevenção de manifestação de pragas, doenças e ervas daninhas	O uso de controle biológico com pequenos animais, como galinhas, patos, codornas, e outros, é uma ferramenta importante para a prevenção e controle de doenças na agricultura familiar. Este tipo de manejo tem muitas vantagens, uma vez que representa uma nova alternativa de subsistência para a família, com o uso de carne e ovos (se os animais produzem ovos). É mais barato que o uso de inseticidas e não prejudica o meio ambiente nem a saúde dos trabalhadores e consumidores.
Melhoramento genético	A estratégia fundamental em engenharia genética é modificar as plantas para lhes permitir ser produtivas em condições adversas das que são causadas por pragas, patógenos, seca, ambientes salinos e solos inférteis; ou para desenhar plantas para novos objetivos, tais como plantas com teores nutricionais alterados.
Manejo de água	Cisternas: as cisternas, com capacidade normal de acumulação entre sete e 15 metros cúbicos, representam uma oferta de 50 litros de água por dia, para 140 a 300 dias, sendo enchidas até o fim da estação chuvosa e sem serem reabastecidas durante o período. A técnica de utilização do tanque é relativamente fácil de ser incorporada por pequenos agricultores e tem potencial de crescimento em comparação com outros países que adotam esta estratégia. Barragem Subterrânea: a barragem subterrânea é uma intervenção de muito baixo custo, simples na construção e operação e pode ser implementada em larga escala, por ser natural em tais condições.
Plantas produtoras de biomassa	Os biocombustíveis apresentam uma possível alternativa às fontes de energia não renováveis; o aumento dos níveis de emprego na agroindústria de biocombustíveis tem contribuído para a redução da migração rural-urbana e evitado o crescimento da população nas grandes cidades, especialmente nos países em desenvolvimento; o Brasil poderia se tornar um grande ator internacional neste processo, uma vez que o país tem potencial para explorar várias formas da biomassa.

Em relação ao acesso aos benefícios e políticas, técnicos devem aconselhar as famílias para escolherem atividades que gerem renda e garantam a segurança alimentar; assegurem formas de inserção em mercados locais e regionais, incluindo mercados institucionais; forneçam assistência e orientação para a implementação apropriada e desenvolvimento de projetos que tenham retornos positivos.

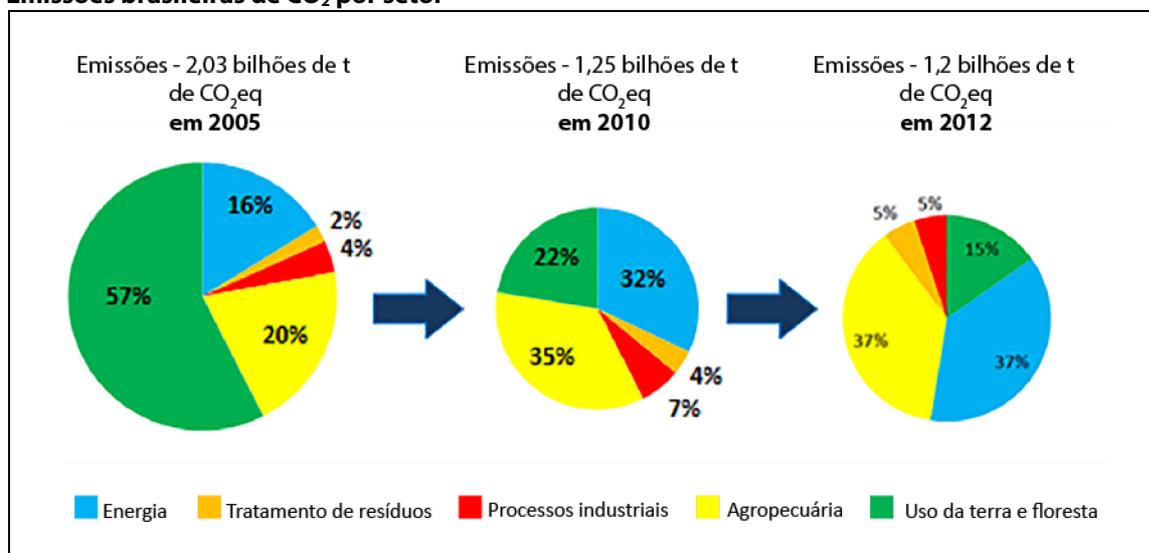
À luz desse estudo, vale observar que, para reduzir as vulnerabilidades e aumentar a resiliência da agricultura familiar aos esperados impactos da mudança do clima, seria fundamental treinar esses técnicos nas estratégias relacionadas, incluindo aqueles incluídos nesta seção.

5 PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS NO CONTEXTO DA MUDANÇA DO CLIMA

A quantidade total de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil tem diminuído significativamente nos últimos anos. Além disso, a composição das emissões brasileiras mudou rapidamente na última década. A Figura 7 mostra que o Brasil emitiu cerca de 2,03 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente em 2005; 1,25 bilhão em 2010; e 1,2 bilhão em 2012. Tais estimativas estão sendo refinadas e deverão ser apresentadas no inventário nacional da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à UNFCCC, com publicação prevista para o ano de 2016. No escopo deste estudo, importa ressaltar que a parcela de emissões de GEE que advém do uso da terra, da mudança no uso da terra e das florestas (LULUCF) diminuiu de 57 por cento em 2005 para 15 por cento em 2012, e a percentagem de emissões do setor agrícola aumentou de 20 por cento em 2005 para 37 por cento em 2012.

FIGURA 8

Emissões brasileiras de CO₂ por setor



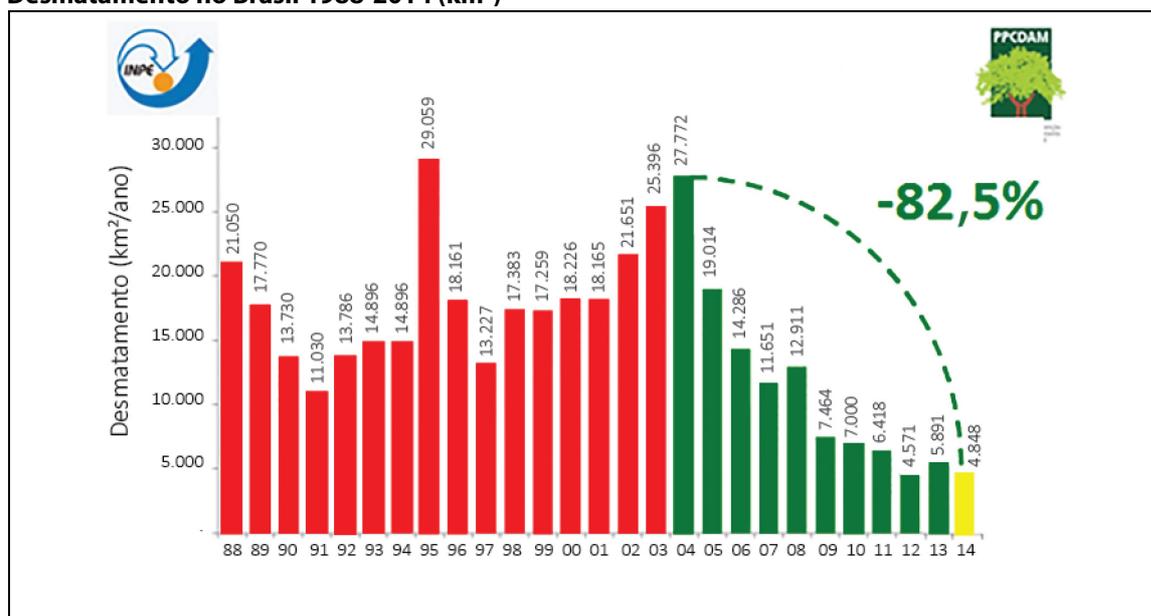
Fonte: MCTI, 2014.

Vale ressaltar que os números finais do terceiro inventário nacional de GEE ainda não estão disponíveis a fim de que se verifique se os valores absolutos do setor de agricultura aumentaram ou não.

De toda maneira, considera-se que a principal mudança apresentada na Figura 7 se deve ao sucesso relativo do Brasil em controlar o desmatamento, especificamente na região Amazônica, na última década, de acordo com dados do projeto Monitoramento do Desmatamento das Formações Florestais na Amazônia Legal (PRODES).

Apesar da redução considerável de emissões de GEE observada, o aumento da parcela de participação de atividades do setor agrícola nas emissões de GEE tem impacto significativo em termos de políticas públicas relacionadas à agricultura no contexto de mudança climática a curto e médio prazo. Não obstante, ainda há de se verificar como (e se) o contexto especial da agricultura familiar será refletido nas políticas públicas.

FIGURA 9

Desmatamento no Brasil 1988-2014 (km²)

Fonte: INPE (2015).

O Plano Nacional de Mudança do Clima, lançado em dezembro de 2008, foi um avanço significativo em direção a um conjunto estruturado e organizado de ações de mitigação com o objetivo de colaborar com os esforços internacionais de combate à mudança do clima. O Plano Nacional deve ser orientado pela Política Nacional de Mudança do Clima, lançada posteriormente ao Plano. Com a adoção da Política Nacional, o Plano Nacional foi revisto e atualizado por este instrumento jurídico mais abrangente.

No tema central deste estudo, é importante notar que o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) integra o Comitê Interministerial, porém não faz parte do Grupo Executivo sobre Mudança do Clima (GEx). O MDA é o Ministério de referência quando se trata de agricultura familiar e sua ausência na instituição responsável pela coordenação da elaboração e implementação dos Planos Nacionais e Setoriais pode impor restrições às considerações relacionadas à agricultura familiar em políticas e regulamentos sobre mudança do clima. Entretanto, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), geralmente associado aos grandes produtores agrícolas, está presente no GEx. Considerando a necessidade em coordenar esforços em direção à construção de resiliência dos agricultores familiares diante dos desafios referentes à mudança do clima, é fundamental uma articulação mais próxima entre os Ministérios sobre o tema da agricultura familiar.

A Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, estabeleceu os próprios princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes. Destina-se, entre outras, à harmonização do desenvolvimento social e econômico, ao mesmo tempo em que se protege o sistema climático; à redução das emissões antrópicas de GEE em relação as suas diversas fontes; ao fortalecimento das remoções antrópicas por sumidouros de GEE no país; e implementação de medidas para promover a adaptação às alterações climáticas nos três âmbitos de governo (federal, estadual e local), com a participação e a colaboração dos agentes econômicos e sociais, particularmente os mais vulneráveis aos seus efeitos adversos (MACHADO FILHO, 2013).

Tal como anunciado na COP 15 e COP/MOP-5, o texto da lei prevê que, a fim de alcançar os objetivos da PNMC, o país adotará, como compromisso voluntário em âmbito nacional, ações para mitigar as emissões de GEE a fim de reduzir suas emissões projetadas para 36,1 por cento -38,9 por cento em 2020.

Em janeiro de 2010, o Governo do Brasil informou o Secretariado da Convenção-Quadro sobre as ações de mitigação nacionalmente apropriadas, as quais pretende empreender, visando manter informadas as Partes deste instrumento internacional.

Essas ações estão disponíveis no *Box 6*.

BOX 6

Ações de mitigação propostas pelo governo Brasileiro

- Reduzir o desmatamento da Amazônia (extensão estimada da redução: 564 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Reduzir o desmatamento no Cerrado (extensão estimada da redução: 104 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Restaurar pastagens (extensão estimada da redução: de 83 a 104 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Integrar agricultura de lavoura e pecuária (extensão estimada da redução: de 18 a 22 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Plantio direto de culturas (extensão estimada da redução: de 16 a 20 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Fixação biológica de nitrogênio (extensão estimada da redução: de 16 a 20 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Eficiência energética (extensão estimada da redução: de 12 a 15 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Expandir o uso de biodiesel (extensão estimada da redução: de 48 a 60 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Aumentar o suprimento de energia de usinas hidrelétricas (extensão estimada da redução: de 79 a 99 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Fontes de energia alternativas (extensão estimada da redução: de 26 a 33 milhões de toneladas de carbono até 2020);
- Ferro e aço (substituir o carvão do desmatamento pelo carvão de reflorestamento) (extensão estimada da redução: de 08 a 10 milhões de toneladas de carbono até 2020).

O trabalho para a implementação da PNMC iniciou-se em 2010, com foco no estabelecimento de planos setoriais prioritários para o alcance das metas sobre ações de mitigação. Esse fato incluiu um Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM); um Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – savana brasileira (PPCerrado); e um Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, conhecido como Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono).

O Plano ABC foi originalmente estabelecido pela Portaria Interministerial Mapa e MDA nº 984/13. Tem por objetivo promover a mitigação das emissões de GEE na agricultura, melhorar o uso eficiente dos recursos naturais, aumentar a resiliência dos sistemas produtivos e comunidades rurais, e, finalmente, permitir a adaptação do setor empresarial da lavoura-pecuária com as alterações climáticas.

No âmbito nacional, o Plano ABC segue as orientações da Política Nacional sobre Mudança do Clima, e o Mapa e o MDA compartilham sua coordenação. Do ponto de vista operacional, estão sendo criados Grupos de Gestão do Estado, que serão encarregados de promover a coordenação e a articulação do Plano Setorial de Agricultura nível estadual. Os grupos incluem representantes da sociedade civil (setor produtivo, trabalhadores, universidades, pesquisadores, cooperativas, federações, ONGs, entre outros), presenças essenciais para que as reivindicações dos agricultores familiares possam ser levadas em consideração.

A consolidação das Parcerias Público-Privadas (PPP) também é essencial para reforçar as ações do Plano e replicá-las nos âmbitos estadual e municipal. Tais ações podem ser mais eficientes por meio da divulgação e da adoção de práticas sustentáveis destinadas a reduzir as emissões de GEE na agricultura, e, assim, minimizar os possíveis impactos negativos da mudança climática mediante práticas de adaptação.

Como parte da Política Nacional sobre Mudança do Clima, há também o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima (PNA), que foi coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. O PNA é um instrumento desenvolvido pelo governo federal em colaboração com o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, sociedade civil, setor privado e governos estaduais, bem como visa promover a redução da vulnerabilidade nacional diante da mudança do clima e do gerenciamento do risco associado a este fenômeno.

O PNA abrange os setores de agricultura, recursos hídricos, segurança alimentar e nutrição, setores que estão estreitamente relacionados à agricultura familiar. O processo de elaboração PNA ainda está em curso e consultas públicas foram realizadas em 2015. A participação de todos os *stakeholders* da agricultura familiar nesse processo de consulta sobre o PNA é fundamental, a fim de garantir que seus interesses sejam refletidos nesse importante instrumento de planejamento.

O Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) foi criado pela Lei nº 12.114 de dezembro de 2009. O FNMC é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e visa assegurar recursos para apoiar projetos e estudos, além de financiar empreendimentos de mitigação e adaptação à mudança do clima e os respectivos efeitos.

Os fundos do FNMC são usados para fornecer suporte financeiro reembolsável mediante a concessão de empréstimos pelo agente operador; e também apoio financeiro não reembolsável para projetos relacionados à mitigação e adaptação à mudança do clima e seus efeitos, aprovados pelo Comitê Gestor do FNMC, de acordo com as diretrizes previamente estabelecidas pelo Comitê. O Comitê Gestor do FNMC é responsável por decidir os recursos a serem aplicados em cada uma das modalidades, e as aplicações deverão ser utilizadas em projetos que têm como propósito a redução de emissões de GEE: adaptação da sociedade e dos ecossistemas aos impactos da mudança global do clima; redução das emissões de carbono por desmatamento e degradação florestal, priorizando áreas naturais ameaçadas de destruição e importante para estratégias de conservação da biodiversidade; cadeias de produção sustentáveis; pagamentos por serviços ambientais às comunidades e indivíduos cujas atividades contribuem para o

armazenamento de carbono (verificável); sistemas agroflorestais que contribuem para a redução do desmatamento e para a absorção de carbono pelos sumidouros e para a geração de renda; e recuperação de áreas degradadas e restauração florestal.

O agente financeiro do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que também pode permitir ao Banco do Brasil, à Caixa Econômica Federal e a outros agentes de finanças públicas a realização de operações de financiamento com recursos FNMC. No entanto, o Fundo Clima tem sido criticado por ser, excessivamente, burocrático e com taxas de juros mais elevadas que outros fundos.¹⁷

Há também o Fundo Amazônia, criado pelo Decreto nº 6.527, de 1º de agosto de 2008. O Fundo tem a finalidade de captar doações para investimentos não reembolsáveis em ações que possam contribuir para a prevenção, o monitoramento e o combate ao desmatamento, bem como iniciativas que promovam a conservação e o uso sustentável do bioma amazônico, conforme os termos do decreto. O BNDES gerencia o Fundo Amazônia por meio do Comitê Orientador.

O Fundo Amazônia¹⁸ apoia projetos em áreas como gestão de florestas públicas e áreas protegidas; manejo florestal sustentável; atividades econômicas desenvolvidas a partir do uso sustentável da floresta; zoneamento ecológico e econômico, ordenamento territorial e regularização fundiária; e recuperação de áreas degradadas. Semelhante ao Fundo Clima, o Fundo Amazônia tem sido criticado por ser excessivamente burocrático e com taxas de juros mais elevadas que outros fundos.

Na última década, dada a conscientização sobre questões relacionadas à mudança do clima no país e também graças ao trabalho realizado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, diversos fóruns de mudanças climáticas foram estabelecidos em âmbito estadual, embora o nível de institucionalização e o de engajamento difiram consideravelmente.

Nas regiões Norte e Nordeste do país, áreas foco desse estudo, muitos fóruns foram estabelecidos por decretos estaduais, porém as implementações encontram-se em diferentes estágios. Os fóruns estaduais mais ativos no Nordeste estão nos Estados de Pernambuco e do Ceará. Também há evidências de fóruns semelhantes no Piauí, na Bahia e, mais recentemente, no Maranhão. Os Estados de Alagoas, de Sergipe e do Rio Grande do Norte ainda não consolidaram essas instâncias. Quanto aos estados do Norte, podem-se destacar os fóruns estaduais de mudança do clima do Amazonas, do Pará e de Rondônia.

Em teoria, essas instâncias podem ajudar a configurar e a implementar as principais políticas nacionais sobre mudança do clima em âmbito estadual, bem como reunir muitos atores e instituições relevantes a esse contexto. Entretanto, a falta de informações sobre as ações existentes, de estrutura institucional e de pessoal, bem como a descontinuidade de atividades e dificuldades de financiamento são significativos, o que faz a avaliação do impacto de tais instrumentos se tornar um exercício difícil.

Mais recentemente, em preparação para a COP 21, os países concordaram em delinear publicamente as ações pelo clima após 2020 e pretendem tomar no âmbito de um “instrumento legal ou de um acordo com força legal ao abrigo da Convenção”, conhecido como suas pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas (INDCs, na sigla em inglês). As INDCs irão determinar se o mundo será capaz de alcançar um ambicioso acordo em 2015 e se será iniciado um caminho em direção a um futuro de baixo carbono e resiliente à mudança global do clima.

Entre as ações relacionadas ao setor agrícola no seu INDC, o Brasil anunciou a intenção de reforçar o Programa ABC como a principal estratégia para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, inclusive por meio da restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e aumentar para 5 milhões de hectares as áreas de sistemas de manejo do solo na integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ICLFS) até 2030. No setor de mudança, no uso da terra e florestas, os esforços incluem fortalecer e fazer cumprir a implementação do novo Código Florestal, em âmbitos federal, estadual e municipal; reforçar políticas e medidas, visando alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero em 2030 e compensar as emissões de GEE de supressão legal da vegetação até 2030; e restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para fins múltiplos.

Apesar das incertezas do sucesso na implementação dos planos e das políticas adotadas em âmbito estadual e nacional, deve-se reconhecer que, nos últimos anos, houve um número crescente de iniciativas em diversas fases de execução que contribuem e/ou contribuirão para a inflexão na taxa de crescimento da curva de emissões de GEE no país, o que reflete o compromisso de muitas partes interessadas no combate à mudança do clima.

Não obstante, na maioria das instituições existentes e nas políticas públicas para o combate à mudança do clima no Brasil, o espaço para as questões relacionadas à agricultura ainda é limitado. No que diz respeito à questão da agricultura familiar, tal espaço é marginal ou praticamente inexistente. O fato de que o aumento da participação das atividades da agricultura nas emissões brasileiras de GEE ser mais evidente pode ter impacto significativo em termos de políticas públicas relacionadas às atividades agrícolas no contexto da mudança do clima no curto e médio prazo. No entanto, se esse for de fato verificado, é provável que o impacto seja direcionado a questões mais relacionadas à agricultura comercial, especialmente no que se refere à mitigação. Ainda há de se verificar como (e se) o contexto especial da agricultura familiar será refletido nas eventuais políticas públicas e nos programas a serem adotados, sobretudo se serão considerados os aspectos de adaptação. Por isso, a mobilização de atores do setor é fundamental para que seu interesse possa ser refletido nas políticas e regulamentos futuros, incluindo a mobilização de financiamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança do clima tem sido reconhecida como o principal desafio da humanidade nas próximas décadas.

Nesse sentido, o presente trabalho apresentou considerações sobre os futuros cenários de mudança do clima e as incertezas a eles relacionadas. Primeiramente, as projeções globais disponíveis no Quinto Informe de Avaliação do IPCC (AR5) foram apresentadas. Em seguida, as projeções foram comparadas com os cenários regionais produzidos pelo Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais (Inpe), com foco em dois principais cenários do IPCC (RCP 4.5 e RCP 8.5) e em dois principais modelos globais (*MIROC e Hadley Center*) para o período de 2011 a 2040 e 2041a 2070.

A partir desse contexto, foram identificadas algumas conclusões acerca do cenário para a mudança do clima nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. No país, projeta-se que, durante as próximas décadas, a região com maior elevação na temperatura será a região Centro-Oeste. No entanto, até o fim do século, será vista também a elevação da temperatura no Norte e Nordeste, principalmente nas áreas centrais das regiões.¹⁹

As regiões Norte e Nordeste apresentarão também maiores variações interanuais de precipitação nos períodos de chuva – DJF. Espera-se que o Brasil apresente menores precipitações durante a época de chuva (verão), embora essa tendência seja mais forte nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do país. Contudo, projeta-se para a região nordeste do Nordeste do Brasil um aumento nas taxas de precipitação para o verão. Para a região Norte, menores precipitações durante o outono, e para a parte norte da região, menores precipitações durante o inverno. De maneira geral, a diminuição das taxas de precipitação está projetada para ocorrer principalmente no Norte.

Ao serem avaliados os cenários de mudança do clima e seus impactos para a agricultura familiar nas regiões Norte e Nordeste, a mensagem principal reflete a necessidade de adaptação dos agricultores familiares ao aumento na variabilidade do clima. O desafio é, portanto, compreender, com determinado nível de confiança, como as culturas de cultivo das regiões serão impactadas pela mudança do clima, assim como fornecer recomendações de como construir resiliência para os agricultores familiares nas regiões apresentadas.

No tocante aos impactos para as culturas de cultivo selecionadas,²⁰ a pesquisa considerou os produtos mais relevantes para os agricultores familiares nas regiões estudadas e os impactos negativos para a produção em termos de segurança alimentar, principalmente para as comunidades rurais de baixa renda.

Infelizmente, os resultados não foram encorajadores. As culturas de cultivo pesquisadas sofrerão reduções significativas nas regiões Norte e Nordeste, com consideráveis perdas para a produção e o cultivo. A área correspondente ao Semiárido do Nordeste, a região de savana do Nordeste – sul do Maranhão, sul do Piauí e a Bahia ocidental – serão as regiões mais afetadas. As culturas de cultivo de soja e café terão as maiores perdas. A cana de açúcar e a mandioca, no entanto, terão perdas menores se comparadas a outras culturas de cultivo (ASSAD et al., 2008).

É nesse sentido que os impactos da mudança do clima se apresentam como uma ameaça à segurança alimentar nas comunidades rurais. No entanto, é importante ressaltar que essa pesquisa teve por objetivo avaliar os potenciais impactos da mudança do clima para as culturas de cultivo selecionadas como *Business-as-Usual* (BAU) cenários, cuja metodologia é usualmente empregada quando a avaliação é feita a partir da perspectiva da mudança do clima. De qualquer maneira, com planejamento prévio e técnicas inovadoras, é possível reduzir vulnerabilidades e construir resiliência, agora e no futuro.

Antes de serem apresentadas as possibilidades de adaptação dos agricultores familiares diante dos impactos adversos da mudança do clima, incluindo técnicas e tecnologias, foi considerado fundamental compreender os constrangimentos enfrentados pelos produtores e que serão agravados pelas mudanças na temperatura e na precipitação.

São muitos os constrangimentos vivenciados pelos agricultores familiares nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, especialmente aqueles relacionados à pobreza e os respectivos efeitos, como apresentado na seção 3. As vulnerabilidades desse grupo social serão aprofundadas se os potenciais impactos da mudança do clima se concretizarem. Nesse sentido, é fundamental compreender os principais fatores que afetam a vida dos agricultores familiares para que medidas possam ser tomadas para construir resiliência frente à mudança do clima.

Além dos fatores sociais que afetam os agricultores familiares nas regiões do Cerrado, Semiárido e Amazônia, somam-se os constrangimentos relacionados ao meio ambiente e aos recursos naturais. Nesse sentido, conhecer detalhadamente esses biomas, a biodiversidade e

qual o padrão de resposta desses ecossistemas aos efeitos adversos da mudança do clima são os primeiros passos para que os recursos naturais possam ser aproveitados de maneira sustentável, a degradação ambiental possa ser interrompida e seja possível promover a melhoria da qualidade de vida para os habitantes (INSA, 2011). Tal estratégia poderia representar uma ação efetiva com o objetivo de conciliação entre a produção alimentar e a manutenção da qualidade ambiental.

Nessas regiões, algumas atividades econômicas (agronegócio, pecuária de grande escala, atividades mineradoras) têm ganhado relevância em detrimento da agricultura familiar, fator que resultou negativamente em termos de gestão sustentável para os agricultores – elevados preços de culturas agrícolas, dificuldades no acesso a mercados de sementes e dificuldades comerciais. Os efeitos negativos dos elementos apresentados serão potencialmente amplificados no contexto dos cenários projetados para a mudança do clima.

Nesse sentido, após terem sido avaliados os principais constrangimentos enfrentados pelos agricultores familiares nas regiões Norte e Nordeste do país, a pesquisa teve por objetivo mostrar as potenciais estratégias para que os agricultores familiares se adaptem aos efeitos adversos da mudança do clima, incluindo técnicas e tecnologias. Foram apresentadas estratégias de adaptação em termos gerais para todas as regiões e biomas, ressaltando que circunstâncias específicas relacionadas a cada região e bioma foram destacadas.

Primeiramente, foram apresentadas políticas públicas e ações cujos objetivos eram reduzir as vulnerabilidades sociais (programas relacionados à erradicação e ao combate à pobreza no interior do país). No entanto, a despeito dos esforços das décadas anteriores, verificaram-se as grandes disparidades regionais, especialmente nas áreas rurais das regiões Norte e Nordeste, áreas com menores índices de desenvolvimento humano no país.

Na abordagem mais otimista do presente trabalho, mostraram-se estratégias de adaptação e manejo sustentável dos recursos naturais, a partir da perspectiva de que essas estratégias podem contribuir para o aumento da resiliência dos agricultores familiares adiante da mudança do clima. Nesse sentido, opções de adaptação foram apresentadas, incluindo outras atividades econômicas para as famílias. Também foram identificadas a viabilidade da adoção de tecnologias agroecológicas, as práticas de manejo e outras tecnologias que beneficiem o manejo sustentável dos recursos naturais nos biomas Amazônia, Cerrado e Semiárido. Além disso, também foram consideradas estratégias de combinação de esforços de adaptação e mitigação para as atividades apresentadas.

Uma importante conclusão apresentada ressalta que, por meio de técnicas agroecológicas e outras abordagens sustentáveis²¹ demonstradas na seção 4, os agricultores familiares e agricultores em pequena escala poderão desempenhar um importante papel para compensar os efeitos adversos da presente crise ambiental, assim como os efeitos relacionados às futuras ameaças da mudança do clima. De maneira geral, essas abordagens envolvem a manutenção ou a recuperação da biodiversidade e representa uma estratégia de longo prazo no processo de construção de resiliência para os sistemas agroflorestais diante dos efeitos adversos da mudança do clima.

Outro fator importante destaca que a agricultura familiar é responsável pela produção da maior parte do alimento consumido domesticamente no Brasil. Nesse sentido, é fundamental que os agricultores familiares sejam mais resilientes aos efeitos adversos da mudança do clima, seja por meio de instrumentos econômicos – instrumentos de segurança alimentar,

financiamento inovador, rotulagem ambiental, aprimoramento do trabalho social, adição de valor agregado aos produtos, entre outros – seja pela difusão de novas tecnologias e programas – melhoramento genético, cultivo de plantas produtoras de biomassa, entre outros – no setor público e privado. Nesse sentido, é fundamental que sejam adotadas políticas voltadas à correção de falhas de mercado.

Em relação às instituições e às políticas públicas existentes no contexto da mudança do clima no Brasil, foi verificado que o espaço voltado para as questões na agricultura é ainda limitado. Embora os impactos da mudança do clima na agricultura familiar sejam alarmantes, o papel dado a ela é marginal e, muitas vezes, inexistente. Dado que recentemente foi observado um aumento significativo na participação das atividades da agricultura na parcela de emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, isso pode resultar na adoção de novas ou no refinamento das políticas públicas existentes no contexto da mudança do clima.

Ainda assim, se os cenários apresentados forem verificados, provavelmente serão abordadas questões voltadas à agricultura comercial, especialmente no tocante aos aspectos de mitigação. Nesse sentido, ainda se faz necessária a investigação de como o contexto da agricultura familiar será impactado com adoção de políticas públicas e programas, especialmente se os aspectos da adaptação forem levados em consideração. Com o objetivo de que os interesses do setor sejam refletidos em potenciais políticas e regulações, incluindo a mobilização de recursos, a conscientização e a participação de *stakeholders* se fazem fundamentais.

Outra importante conclusão reflete a falta de bibliografia sobre agricultura familiar e mudança do clima, não apenas em âmbito nacional, mas também global. Um exemplo significativo é o fato de que o último informe do IPCC, o mais abrangente relacionado à bibliografia de mudança do clima, em ambos os grupos de vulnerabilidade e adaptação presentes no reporte – vulnerabilidade e adaptação (*Working Group II-WGII*) e mitigação (*Working Group III*), apresenta poucas referências sobre a produção na agricultura familiar. Geralmente, quando encontrada, a literatura relacionada à mudança do clima e agricultura, trata da abordagem das mudanças na temperatura e nos padrões de precipitação para as *commodities* agrícolas.

Por essa razão, ainda falta literatura de referência sobre agricultura no Semiárido e na Amazônia no Brasil, uma vez que a maioria das *commodities* agrícolas é cultivada no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Quando o elemento da mudança do clima é adicionado à equação, o material disponível torna-se escasso.

Além da preocupação relativa ao agronegócio e à exportação de produtos alimentícios, a comunidade nacional e internacional deve compreender que milhões de pessoas estão vivendo com os rendimentos provindos da agricultura familiar ou da agricultura de subsistência. Eles são os verdadeiros agentes para o desenvolvimento.

É nesse sentido fundamental o investimento em capital humano. A maneira de pensar deve ser modificada para que o investimento em pessoas e nas capacidades humanas seja o principal objetivo do processo de desenvolvimento. Não investimento em infraestrutura ou em energia cujo retorno poderia trazer lucros, mas investir especialmente nos lugares onde as pessoas que não desfrutam de infraestrutura e energia vivem. Se o objetivo é reduzir a desigualdade no mundo, especialmente por meio da erradicação da pobreza, da fome e da subnutrição, os investimentos das comunidades nacional e internacional devem se direcionar para as pessoas nas áreas rurais, que estão em estado de maior vulnerabilidade.

REFERENCES

- ASSAD, E.; PINTO, H. S. Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil. Brasília: Embrapa, 2008.
- BAETHGEN, W. E. Climate Risk Management for Adaptation to Climate Variability and Change, *Crop Science*, v. 50, March-April, 2010 .
- BAETHGEN, W. E.; GODDARD, L. Latin American Perspectives on Adaptation of Agricultural Systems to Climate Variability and Change. In: HILLEL, D.; ROSENZWEIG, C. (Eds.). *Handbook of Climate Change and Agroecosystems: Global and Regional Aspects and Implications*. ICP Series on Climate Change Impacts, Adaptation, and Mitigation, v. 2. Imperial College Press, p. 57-72, 2013.
- CANE, Mark A. The evolution of El Niño, past and future. *Earth and Planetary Science Letters*, 230, 227-240, 2005.
- CARVALHO, G.; NEPSTAD, D.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; LOPES SILVA JR., U.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests, *Forest Ecology and Management*, 154 (3), 395-407, 2001.
- CHOU, S.C, LYRA, A., MOURÃO, C., DEREZCZYNSKI, C., PILOTTO, I., GOMES, J., BUSTAMANTE, J., TAVARES, P., SILVA, A., RODRIGUES, D., CAMPOS, D., CHAGAS, D., SUEIRO, G., SIQUEIRA, G. AND MARENGO, J. 2014. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3, 512-527. doi: 10.4236/ajcc.2014.35043.
- CORREIA LIMA, R.; CAVALCANTE, A. B.; MARIN, A. M. P. *Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro*. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2011.
- COSTA, W. D.; CIRILO, J. A.; MAIA, A. Z.; SOBRINHO, O. P. Barragem Subterrânea: Uma Forma Eficiente de Conviver Com a Seca, *Águas Subterrâneas*, 1998.
- LASCO, R. D.; DELFINO, R. J. P.; ESPALDON, M. L. (). Agroforestry systems: helping smallholders adapt to climate risks while mitigating climate change, *WIREs Clim Change*, Serviço de Informação Tecnológica em Agricultura (Infoteca-e) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). 2014. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- DEL GROSSI, M. E.; DA SILVA, J. G.; DE FRANÇA, C. G. (Eds.). *Fome zero: a experiência brasileira*, Série NEAD especial, 12, Brasília, MDA, 2010.
- DENEVAN, W. M. Prehistoric Agricultural Methods as Models for Sustainability, *Advanced Plant Pathology* 11, p. 21-43, 1995.
- Embrapa (2002). Cultivo do Açaizeiro para Produção de Frutos, Embrapa Website, Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Producaodefrutos+Circ_tec_26_000gbxyhj2c02wx5ok01dx9lcvr6f99j.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.
- _____. Cultivo de Feijão-Caupi, *Embrapa Website*. 2003a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultivo da Banana para o Estado de Rondônia, *Embrapa Website*. 2003b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/clima.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultivo do Cajueiro, *Embrapa Website*. 2003c Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Caju/CultivodoCajueiro/clima.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultivo do Abacaxi em Rondônia, *Embrapa Website*. 2005a Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultivo do Coqueiro em Rondônia, *Embrapa Website*. 2005b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/CultivodoCoqueiroRO/index.htm>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar, *Embrapa Website*. 2015a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/plantio.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

_____. Cultivo do Milho, *Embrapa Website*. 2015b. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm>. Acesso em: 10 jul. 2015.

_____. Piaburu: a quinoa brasileira que chegou para diversificar a safrinha, *Embrapa Website*. 2015c. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/download/1406/t>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

_____. Cultivo da Bananeira Irrigada no Submédio São Francisco, *Embrapa Website*. 2015d. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_lifecycle=0&p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_col_count=1&p_p_col_id=column-2&p_p_state=normal&p_r_p_996514994_topicold=8758&p_p_mode=view&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=8008>. Acesso em: 20 jul. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *DEEP ROOTS*. Rome: FAO; Tudor Rose (copublisher), 2014.

HANSEN, J. Climate Risk Management and Agriculture. Disponível em: <<http://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2013/07/agriculture.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2015.

HANSEN, J.; SATO, M.; RUEDY, R. Perception of climate change, *Proc Natl Acad Sci USA*, 109: E2415–E2423. 2012a.

_____. Increasing Climate Extremes and the New Climate Dice. 2012b. Disponível em: <http://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2012/20120811_DiceDataDiscussion.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário. 2006.

_____. *Cartografia*. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

NATIONAL INSTITUTE FOR SPACE RESEARCH (INPE). *Cenários de Mudanças Climáticas: Regionalização*. 2015a. Unpublished.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014). SRES emissions scenarios. Disponível em: <<http://sedac.ipcc-data.org/ddc/sres/>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *5th Assessment Summary for Policymakers*. WG1 2007.

_____. *5th Assessment Summary for Policymakers*. WG1 2013a.

_____. *Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections Supplementary Material RCP4.5*. WG1 2013b.

_____. *Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections Supplementary Material RCP8.5*. WG1 2013c.

_____. *Evaluation of Climate Models*. WG1 2013d.

_____. *5th Assessment Summary for Policymakers*. WG2 2014a.

_____. *Cross-chapter box compendium*. WG2 2014b.

_____. *5th Assessment Summary for Policymakers*. WG3 2013e.

_____. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 1032, p. 2001.

LIMA, R. da C. C.; CAVALCANTE, A. de M.; BARRETO, Marin, Aldrin Martin Perez (Eds.). *Desertificação e Mudanças climáticas no Semiárido Brasileiro*. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, INSA. 2011.

MAPA. *Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply*. 2015.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. da S. (Eds.). *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande, INSA, 383-422, 2011.

MDA. *Ministry of Agrarian Development*. Garantia-Safra beneficia mais 31 mil agricultores familiares da Região Nordeste, *MDA Website*. 2015. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/garantia-safra-beneficia-mais-31-mil-agricultores-familiares-da-regi%C3%A3o-nordeste#sthash.Xb1waua.dpuf>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

MDA. *Pronaf*, Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/tags/pronaf>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

OBSERVATÓRIO ABC. Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: quem cumpre as decisões? Uma análise da governance do Plano ABC no âmbito do Observatório ABC. *Executive Summary*. 2015. Disponível em: <www.observatorioabc.com.br>. Acesso em: 25 jul. 2015.

_____. *Propostas para Revisão do Plano ABC*. 2015. Disponível em: <http://mediadrawer.gvces.com.br/abc/original/gv-agro_em-simples.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2015.

PROJETO RIACHOS DO VELHO CHICO. Available in: Disponível em: <<http://www.caatinga.org.br/projetos/projeto-riachos-do-velho-chico/>>. Acesso em: 15 feb. 2016.

ROMANO, J.; SOARES A. C.; MENEZES, F. Agricultura familiar e reforma agrária na superação da pobreza e na construção de um novo projeto de desenvolvimento rural. Fundação Perseu Abramo, 2013. Disponível em: <<http://www.fpabramo.org.br/forum2013/wp-content/uploads/2014/04/Politicaisociais-Vol01.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2015.

UNDP. The Extractive Sector and Sustainable Development. Enhancing Public-Private-Community Cooperation in the Context of the Post-2015 Agenda, *2014 Meeting Report*. Brasília: UNDP, 2014.

VEIGA, J. B. et al. *A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: o caso do município de Uruará, PA, região da Transamazônica*. Belém, Embrapa-CPATU, 61p. 1996.

VIEIRA, T. A.; ROSA, L. S.; VASCONCELOS, P. C. S.; DOS SANTOS, M. M.; MODESTO, R. S. Sistemas agroflorestais em áreas de agricultores familiares em Igarapé-Açu, Pará: caracterização florística, implantação e manejo, *Acta Amazonica*, v. 37(4) 549-558, 2007.

WORLD BANK. Biodiversity, Climate Change and Adaptation: Nature-Based solutions from the World Bank. Washington, DC: World Bank Group, 2008.

_____. The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change, *Executive Summary*, Washington D. C. World Bank Group, 2010.

_____. *Impacts of Climate Change on Brazilian Agriculture*. Washington D. C. World Bank Group, 2013.

WORLD BANK PORTFOLIO. *Biodiversity, Climate Change and Adaptation: Nature-Based solutions from the World Bank*. Washington, D. C., 2008.

ANEXO I

Tecnologias: potencial de curto e longo prazo na aplicação no Norte, no Nordeste e no Centro-Oeste

Tecnologia	Potencial de aplicação no N, NE e CO hoje e nos próximos 10 anos	Potencial de aplicação no N, NE e CO em cenários de mudança do clima (2050)
Agrofloresta e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	Médio	Alto
Sistemas de cultivos múltiplos e policultura	Médio	Alto
Produção orgânica	Baixo	Médio
Jardinagem doméstica	Baixo	Alto
Coleta silvestre	Médio	Alto
Prevenção de pestes, doenças e infestação de ervas daninhas	Baixo	Alto
Melhoramento genético	Médio	Alto
Manejo sustentável da água	Baixo	Alto
Produção de biomassa de plantas de biomassa	Médio	Alto

Tecnologias e fatores limitadores para a implantação no curto e longo prazo

Tecnologia	Fatores limitantes para a implantação no curto prazo	Fatores limitantes para a implantação no longo prazo
Agrofloresta e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta	Falta de capacidade dos técnicos de assistência rural e agricultores; dificuldades na implementação do programa ABC, especialmente na região Nordeste.	Falta de políticas públicas e financiamento; cenários extremos de mudança do clima; desertificação.
Sistemas de cultivos múltiplos e policultura	Falta de capacidade dos técnicos de assistência rural e agricultores; falta de financiamento específico para essas atividades.	Falta de políticas públicas e financiamento; cenários extremos de mudança do clima; desertificação.
Produção orgânica	Falta de capacidade dos técnicos de assistência rural e agricultores; dificuldades na implementação do programa ABC, especialmente na região Nordeste; mercado local.	Falta de políticas públicas e financiamento; cenários extremos de mudança do clima; desertificação.
Jardinagem doméstica	Falta de interesse da população urbana; falta de <i>expertise</i> nas cidades.	Falta de interesse da população urbana; falta de <i>expertise</i> nas cidades.
Coleta silvestre	Falta de organização nas cooperativas; mercado limitado para determinados produtos; trabalhadores com baixa remuneração.	Cenários extremos de mudança do clima; extinção de espécies sobre-exploradas; desflorestamento; desertificação.
Prevenção de pestes, doenças e infestação de ervas daninhas	Falta de capacidade dos técnicos de assistência rural e agricultores; preços elevados e baixa oferta de produtos alternativos.	Interações desconhecidas entre produtos e o meio ambiente.
Melhoramento genético	Necessidade de elevados investimentos em pesquisa; dependência de empresas multinacionais; imagem do produto geneticamente modificado no mercado consumidor.	Necessidade de elevados investimentos em pesquisa; dependência de empresas multinacionais; imagem do produto geneticamente modificado no mercado consumidor.
Manejo sustentável da água	Dependência de políticas e programas públicos para lidar com a seca (na maioria dos casos, paleativas e insuficientes para resolver o problema).	Necessidade de políticas públicas robustas e financiamento para soluções concretas; cenários extremos de mudança do clima; desertificação.
Plantas produtoras de biomassa	Dependência de políticas públicas e comércio internacional; redução das áreas produtivas disponíveis.	Dependência de políticas públicas e comércio internacional; redução das áreas produtivas disponíveis (em cenários de aumento da produção agrícola e preservação das florestas remanescentes).

ANEXO II

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE AGRICULTURA FAMILIAR À LUZ DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Na Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável), os estados-membros concordaram em estabelecer um processo intergovernamental, por meio de um grupo de trabalho aberto, para desenvolver um conjunto de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) orientados para a ação, concisos e de fácil comunicação. Os ODSs devem ser "coerentes e integrados na agenda de desenvolvimento das Nações Unidas para além de 2015", conforme previsto no § 246 da Declaração do Rio. Esses novos Objetivos globais irão orientar a política e o financiamento para o desenvolvimento nos próximos 15 anos.

Em agosto de 2014, o Grupo de Trabalho Aberto *Ad Hoc* (OWG-SDG), composto por 70 governos (e outras partes interessadas em intervir), com base em contribuições técnicas do sistema das Nações Unidas, lançou uma proposta para um conjunto de novos Objetivos para substituir os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) no fim de 2015, abrangendo metas para a promoção do desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza. A proposta tem 17 objetivos e 169 metas. Finalizados em agosto de 2015, os ODS foram aprovados em setembro do mesmo ano na Conferência das Nações Unidas para adoção da Agenda de Desenvolvimento Pós-2015.

Sistemas agrícolas sustentáveis destinados ao alívio da pobreza, tais quais organizações da agricultura familiar, desempenham um papel importante no desenvolvimento. Além disso, a gestão de riscos da mudança do clima relacionada a tais sistemas é um componente essencial para alcançar o desenvolvimento humano sustentável, inclusivo e resiliente.

Algumas das conexões mais óbvias entre agricultura familiar, mudança do clima e os ODS são mencionadas a seguir:

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares

A partir da análise das projeções dos impactos estimados da mudança do clima nas regiões e nos biomas, há o risco dos estabelecimentos de agricultura familiar, cuja vulnerabilidade é mais pronunciada, serem os mais expostos à pobreza e à extrema pobreza no ambiente rural. Com o objetivo de evitar esse cenário, é fundamental que se promovam práticas de agricultura alternativas, e também mecanismos de proteção social que poderiam aumentar a resiliência dos agricultores familiares.

2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição

A agricultura familiar desempenha um papel importante na promoção da segurança alimentar e do direito à alimentação adequada. É, nesse sentido, simultaneamente, elemento de subsistência e responsável pela promoção de melhores condições para as famílias que dependem diretamente dessa atividade para a manutenção da vida e para aqueles que dependem indiretamente dos alimentos produzidos. Considerando os possíveis efeitos adversos da mudança do clima nas condições de desempenho da agricultura familiar em determinadas regiões, como a diminuição no padrão de

precipitação para a produção de determinadas culturas de cultivo, ações de adaptação e mitigação, descritas nesse reporte, poderiam ter papel fundamental no combate à fome por meio da promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos

A preservação do meio ambiente, das paisagens e das comunidades está diretamente relacionada à saúde e à promoção de bem-estar das famílias de agricultores familiares. opção por sistemas agroecológicos e a consequente recusa à adoção de práticas que degradam o solo e produtos que oferecem riscos de saúde, como o uso de pesticidas, são exemplos da combinação entre preservação e promoção de bem-estar. Assim, é necessário que sejam adotadas técnicas e práticas que estimulem a produtividade agrícola e promova vida saudável aos pequenos agricultores e consumidores.

4. Garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade

A disponibilidade e a qualidade de educação no ambiente rural são fatores importantes na geração de oportunidades para as populações rurais. Os efeitos da inclusão escolar dessas populações e a aquisição de habilidades técnicas por meio da educação podem ser refletidos no crescimento da economia nas áreas rurais, na emergência de novos postos de trabalho, nas novas cadeias de produção, que permitem a mobilidade social e melhoram a qualidade de vida das famílias. Além disso, a promoção da educação ambiental nas comunidades rurais encoraja a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. Nesse sentido, incentivos para a educação das famílias de agricultores familiares são fundamentais para garantir e promover resiliência à luz das adversidades à que estão expostos.

5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas

A desigualdade de gênero é um fenômeno recorrentemente analisado na agricultura familiar. No Brasil, as mulheres nas áreas rurais sofrem constrangimentos de gênero, como envolvimento em trabalhos não remunerados no campo e acesso restrito à terra e ao treinamento técnico quando comparado aos homens. A promoção de um ambiente econômico dinâmico para a agricultura familiar que valorize a mulher como figura central e ativa no processo de produção ainda é um desafio.

6. Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água

Acesso à água e ao saneamento básico é fundamental para garantir o ciclo de produção agrícola assim como para a manutenção das condições básicas de vida das populações rurais, como higiene, nutrição e saúde. Além disso, um processo de produção livre de substâncias tóxicas, químicas e outros materiais nocivos à saúde reduzem as chances de poluição na água e permite a reciclagem de água e o reuso seguro.

7. Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável

Entre as incertezas relacionadas à mudança de temperatura e à precipitação causadas pela mudança do clima, existem possíveis efeitos em bacias hidrográficas e rios que são fundamentais para o fornecimento de energia. A dependência energética a recursos hídricos em determinadas regiões é uma preocupação crescente do desenvolvimento sustentável e a necessidade de promoção de energias limpas que sejam menos vulneráveis a essas variações devem ser cautelosamente consideradas. A partir da perspectiva da agricultura familiar, ações deveriam ser tomadas no sentido de garantir o acesso à energia de maneira sustentável, como por meio do investimento em culturas de cultivo menos

dependentes à energia e, em particular, por meio da priorização a projetos menos agressivos ao meio ambiente, como técnicas agroecológicas.

8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusive e sustentável

A agricultura familiar é um importante motor para a sustentabilidade econômica em larga escala, uma vez que abrange milhões de pessoas em um relacionamento tradicional e potencialmente harmonioso com o meio ambiente, ainda mais quando existem incentivos para a promoção de tal relacionamento. A partir disso, é necessário promover inclusão econômica combinada a incentivos econômicos e oportunidades que garantam crescimento e inclusão com o objetivo de garantia de dignidade para os trabalhadores nas áreas rurais.

9. Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva

Considerando a vulnerabilidade da atividade agrícola, em particular da agricultura familiar, aos impactos adversos da mudança do clima e das variações climáticas, garantir condições para o desenvolvimento econômico sustentável é fundamental. Nesse sentido, ações como construção de rodovias seguras, melhoramento genético, inovação em técnicas de uso da água, investimento no escoamento da produção da agricultura familiar, expansão de políticas de crédito rural e assistência às técnicas rurais são iniciativas relevantes para garantir níveis desejáveis de desenvolvimento econômico, industrialização, inovação e infraestrutura.

10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles

A promoção de acordos de livre comércio e outros acordos comerciais, como os tarifários preferenciais, contratos públicos, que promovam a comercialização de produtos da agricultura familiar entre o Brasil e outros países, podem promover atividades agrícolas de pequenos produtores e gerar incentivos econômicos e de inclusão social, para essas famílias. Fortalecimento da agricultura familiar é uma oportunidade para o desenvolvimento econômico sustentável em áreas com elevada desigualdade de renda.

11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

A relação entre áreas urbanas e rurais é evidente no caso da produção agrícola. A agricultura familiar fornece seus produtos às populações residentes das cidades. Outra relação importante refere-se a níveis de poluição urbana e seus impactos na qualidade da água, solo e ar das zonas rurais. Além disso, a perda de biodiversidade causada por processos de urbanização insustentáveis pode afetar a qualidade do solo e da água em áreas rurais, bem como a disponibilidade de recursos naturais em áreas propícias ao plantio de culturas. Assim, é importante apoiar as relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre as zonas urbanas e rurais, por meio do reforço do planejamento nacional e regional integrado.

12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis

Nesta matéria, é importante promover o investimento e o treinamento para a implementação de iniciativas com impactos reduzidos, como a produção orgânica. O aprimoramento de práticas agroecológicas contribui para gerir tal problema, minimizando a geração de resíduos no meio ambiente, incentivando o consumo responsável e estimulando a produção por cooperativas.

13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos

Uma boa compreensão dos cenários de mudança do clima favorece a ação orientada a regiões, culturas e populações específicas. Nesse sentido, é necessário desenvolver um

entendimento amplo dos efeitos da mudança do clima sobre culturas específicas e que outras culturas alternativas os agricultores familiares podem usar como substitutas. Assim, um grande desafio neste contexto é atingir os agricultores familiares com os meios necessários – conhecimento, tecnologia, recursos financeiros, proteção social – para enfrentar a mudança do clima e seus impactos.

14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável

Uso de fertilizantes na agricultura pode afetar a qualidade das águas do mar e do oceano, bem como a biodiversidade nesses ecossistemas. Produtos químicos podem afetar negativamente o equilíbrio dos mares e oceanos, uma vez que são lançados ao mar, muitas vezes são destinos de esgotos não tratados. Portanto, deve haver uma preferência por sistemas agroecológicos que são livres de substâncias tóxicas, a fim de reduzir a poluição marinha resultante de atividades terrestres, como a poluição por nutrientes.

15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade

Nas regiões e nos biomas considerados neste estudo, a desertificação, o desmatamento e a degradação da terra são realidades atuais que podem piorar nas próximas décadas em razão da mudança do clima e da ação humana. Alternativas apresentadas nessa avaliação, como a agroecologia e os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, que são entendidos como instrumentos produtivos e sustentáveis para mitigar e se adaptar às mudanças do clima, pode contribuir significativamente para a proteção e recuperação do meio ambiente.

16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis

Garantir o acesso à justiça e aos serviços de registro civil para as populações rurais é essencial para garantir seus direitos básicos, como acesso à terra, ao crédito ou ao microcrédito, a serviços públicos, como abastecimento de água, formalização e regularização das atividades socioeconômicas desenvolvidas pelos agricultores e suas famílias, entre outros fatores. Todas essas medidas podem reduzir, significativamente, a violência em áreas rurais.

17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

As iniciativas existentes e outras que serão desenvolvidas tem o potencial para a construção de um desenvolvimento sustentável forte e resiliência às populações vulneráveis como os agricultores familiares do Semiárido, Amazônia e Cerrado do Brasil. Assim, há uma necessidade de reforçar as estruturas de governança local, estadual e nacional nesse contexto, de forma que as políticas, os planos e os programas estejam próximos de populações-alvo. O estabelecimento de Parcerias Público-Privadas entre produtores, o fortalecimento de redes globais, o financiamento para o desenvolvimento, o intercâmbio de dados e a promoção da transferência de tecnologia são medidas importantes para a implementação de ações de desenvolvimento sustentável.

ANEXO III RECOMENDAÇÕES

DIMENSÃO SOCIAL

- Priorizar a seleção de áreas para a implementação de políticas de proteção social e programas com base nos critérios de falta de oportunidades para a população (os menores índices de desenvolvimento humano municipal deveriam ser usados como ferramenta para elaboração do *ranking* de prioridades) e de lugares vulneráveis que são mais vulneráveis à mudança do clima.
- Identificar fontes alternativas de geração de renda para garantir estabilidade financeira dos agricultores familiares.
- Desenvolver sistemas de alerta e investir no gerenciamento de risco para as propriedades da agricultura familiar.
- Promover conscientização sobre os riscos e impactos da mudança do clima.
- Promover a construção de capacidades e aumentar a capacidade técnica existente relacionada a sistemas de produção alimentar orgânicos e sustentáveis, incluindo a difusão de produtos e técnicas inovadoras que considerem a sustentabilidade econômica, social e ambiental.
- Garantir que o Ater seja orientado exclusivamente para a agricultura familiar (incluindo assentados de reforma agrária) e para populações tradicionais, dando prioridade para a transição agroecológica, reconhecendo a diversidade da agricultura familiar, valorizando o relacionamento entre o conhecimento popular e o científico, garantindo a autonomia das famílias em relação aos bens naturais, sementes e promover a construção coletiva de tecnologias.
- Investir no fortalecimento das habilidades organizacionais dos agricultores por meio da criação de cooperativas.
- Promover a geração de conhecimento e compartilhamento, por meio da sistematização e difusão de conhecimento (incluindo conhecimento tradicional) com base em iniciativas locais, assim como o fortalecimento da troca de experiências entre *stakeholders* relevantes.
- Preservar o conhecimento tradicional em relação à biodiversidade brasileira (culturas de cultivo indígenas, por exemplo) e construir resiliência dos agricultores familiares à mudança do clima.

DIMENSÃO AMBIENTAL

- Promover novas práticas e técnicas que considerem não apenas a adaptação à mudança do clima, mas também a sustentabilidade ambiental, com o objetivo de garantir segurança alimentar e nutricional no Brasil.
- Estimular redes de pesquisa e centros tecnológicos especializados em agroecologia, incluindo iniciativas por institutos e universidades nos âmbitos estaduais e federais, bem como instituições públicas que envolvam conhecimento agroecológico.

- Fazer uso dos novos mecanismos de facilitação tecnológica (Technology Facilitation Mechanisms) – lançados pelas Nações Unidas no âmbito da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável – plataforma online com o objetivo de estabelecer um mapeamento abrangente e servir como porta de entrada para informação sobre iniciativas de inovação, ciência e tecnologia já existentes, assim como mecanismos e programas relacionados à agricultura familiar, especialmente relacionados aos impactos da mudança do clima.
- Investir em ferramentas de monitoramento para avaliar as vulnerabilidades dos sistemas produtivos agrícolas a choques econômicos, biológicos e relacionados ao clima, com o objetivo de garantir a estabilidade e melhoria da atual produção.
- Criar instrumentos que possam auxiliar os agricultores familiares no cumprimento das obrigações do Cadastro Ambiental Rural (CAR).
- Desenvolver e refinar sistemas com base na formação geoespacial, especialmente aqueles relacionados ao mapeamento e ao monitoramento do uso da terra e à mudança no uso da terra, recursos hídricos, assim como oferta e demanda de estoques de alimentos.

DIMENSÃO ECONÔMICA

- Promover a agricultura familiar como negócios de sucesso, ao invés de caracterizá-la como atividades de subsistência, integrando os pequenos agricultores aos mercados nacionais.
- Estimular os agricultores familiares a realizarem exercícios de planejamento (de curto e médio prazo).
- Modernizar a infraestrutura para a produção e o armazenamento dos produtos e acesso a mercados de produção da agricultura familiar.
- Catalisar investimentos do setor privado, que vão desde microempresas locais a empresas globais do agronegócio com as quais a população rural poderia se envolver em relações comerciais em termos de equidade, por meio de Parcerias Público- Privadas com os produtores (4Ps), mas não apenas limitadas a elas.
- Promover a inclusão financeira, por meio da expansão do acesso da população rural a conselhos financeiros, incluindo áreas de poupança, crédito, remessas e seguros, para que os agricultores familiares possam investir em atividades produtivas e se proteger contra o risco.
- Apresentar opções (incluindo técnicas e capacidade tecnológica) relacionadas à produção de biocombustíveis aos agricultores familiares, incluindo como opção a geração própria de energia, mas tomando as medidas apropriadas para que os biocombustíveis não compitam pelo uso da terra com os cereais e outras culturas de cultivo, especialmente no caso da agricultura de subsistência.
- Investir em irrigação e técnicas de recuperação do solo e promover a disseminação de técnicas agrícolas e treinamento das famílias.

GOVERNANÇA

- Encorajar uma articulação interministerial e intersetorial mais próxima em relação aos interesses dos agricultores familiares.
- Encorajar a integração de políticas públicas relacionadas à agricultura familiar, tais como a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica.
- Encorajar a integração de políticas públicas relacionadas à agricultura familiar no contexto do Plano Nacional e Política de Mudança do Clima, bem como participar do seu processo de criação.
- Estimular a participação de todos os stakeholders da agricultura familiar no processo de consulta para o Plano Nacional de Adaptação (PNA), com o objetivo de garantir que os seus interesses sejam refletidos nesse importante instrumento de planejamento.
- Encorajar a participação mais ativa dos representantes do Mapa e do MDA, na Comissão Interministerial e no Comitê de Mudança de Clima, de maneira que possam abordar questões específicas relacionadas à agricultura familiar na perspectiva da mitigação e adaptação à mudança do clima.
- Promover pesquisa financeira nos seguintes tópicos: agroecologia, agricultura familiar, sistemas integrados de produção, modelagem climática, adaptação à mudança do clima, mitigação de gases de efeito estufa, dinâmicas de carbono e solo.

NOTES

2. O artigo 2 da *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima* (UNFCCC, na sua sigla em inglês) dispõe que: “O objetivo final desta Convenção e de quaisquer instrumentos jurídicos com ela relacionados que adote a Conferência das Partes é o de alcançar, em conformidade com as disposições pertinentes desta Convenção, a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num prazo suficiente que permita aos ecossistemas adaptarem-se naturalmente à mudança do clima, que assegure que a produção de alimentos não seja ameaçada e que permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de maneira sustentável.” (Nações Unidas, 1992). Apesar de a Convenção não estabelecer qual seria o nível que impediria uma interferência antrópica perigosa no sistema climático, decisões tomadas no âmbito da UNFCCC e de seu Protocolo de Quioto tem indicado este aumento de temperatura relativo aos níveis pré-industriais como o nível máximo de segurança. Mais recentemente, no Acordo de Paris, adotado em dezembro de 2015, a comunidade internacional reconheceu que envidar esforços para limitar este aumento a 1,5 °C reduziria, significativamente, os riscos e os impactos da mudança global do clima.
3. O forçamento radiativo é uma medida da influência de um fator na alteração do equilíbrio da energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera e é um índice da importância do fator como possível mecanismo de mudança do clima. O forçamento radiativo total é uma medida cumulativa das emissões antropogênicas de GEE de todas as suas fontes expressa em watts por metro quadrado (Wm^{-2}) (IPCC, 2007).
4. Relativo ao período de 1986-2005. A temperatura da superfície global é média da temperatura do ar próximo à superfície sobre a terra e a temperatura da superfície do mar (IPCC, 2007).
5. A técnica de *downscaling* (redução de escala) é usada para fazer uma “interpolação” de uma escala de subgrade com menos resolução para uma com maior resolução, adequada aos processos de mesoescala, tais como aqueles no nível de uma bacia hidrográfica. A técnica de *downscaling* consiste na projeção de informações de grande escala para uma escala regional. Esta “tradução” de uma escala global para uma regional e de escalas de tempo anuais para diárias, também aumentaria o grau de incerteza das projeções da mudança do clima. Por exemplo, embora um modelo do clima possa ser capaz de reproduzir com algum sucesso o campo de precipitação observado, é provável que ele tenha menos êxito na reprodução da variabilidade diária, especialmente com relação a estatísticas de ordem elevada, como o desvio-padrão e os valores extremos. Assim, embora possa parecer razoável adotar um cenário de temperatura interpolado a partir dos pontos de grade de um modelo global do clima para uma localidade específica, a série temporal interpolada pode ser considerada inadequada para os climas atuais e, portanto, gera incerteza nos cenários da mudança do clima. Neste estudo, o termo *downscaling* será usado em inglês, pois assim é mantido na maioria da literatura em português sobre o tema.
6. A coordenação deste estudo gostaria de expressar seus agradecimentos à Dra. Shin Chan Chou (INPE/ CPTEC) e sua equipe, por essa imprescindível contribuição.
7. A agricultura é responsável em 10 por cento a 12 por cento pelas emissões antropogênicas globais. A agricultura, a floresta e outros tipos de uso da terra – o setor AFOLU, na sigla em inglês, emite cerca de um quarto do total das emissões globais de gases de efeito estufa (IPCC, 2013e).
8. No contexto da preparação para a Terceira Comunicação do Brasil para o UNFCCC, novos estudos foram preparados. No entanto, até a data do fechamento desse *Working Paper*, nenhum deles havia sido publicado.
9. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. O estudo é elaborado com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos. São analisados os parâmetros de clima, solo e de ciclos de cultivares, a partir de uma metodologia validada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e adotada pelo Ministério da Agricultura. Esse estudo resulta na relação de municípios indicados ao plantio de determinadas culturas, com os respectivos calendários de plantio. Zoneamento Agrícola de Risco Climático foi usado pela primeira vez na safra 1996 e recebe revisão anual. Atualmente, os estudos de zoneamentos agrícolas de risco climático já contemplam 40 culturas, sendo 15 de ciclo anual e 24 permanentes, além do zoneamento para o consórcio de milho com braquiária, alcançando 24 Unidades da Federação. Quando o estudo feito pela Embrapa foi lançado, os estados da região amazônica foram excluídos, dadas as restrições ambientais e o fato de que eles não estavam sob o guarda-chuva ZARC. Para participar do Proagro, o produtor deve observar as recomendações desse pacote tecnológico. Além disso, alguns agentes financeiros já estão condicionando a concessão do crédito rural ao uso do zoneamento (MAPA, 2015).
10. Um exemplo significativo é o fato de que o último relatório do IPCC, a revisão mais abrangente sobre o assunto, apresenta poucas referências à agricultura familiar em ambos os relatórios sobre vulnerabilidade e adaptação (Grupo de Trabalho II-WGII) ou mitigação (Grupo de Trabalho III).
11. As culturas de cultivo apresentadas nesse *Working Paper* foram selecionadas entre a lista das principais culturas para a agricultura familiar, segundo os fundos que suportam a atividade (por exemplo, “Seguro da Agricultura Familiar” – SEAF, 50 culturas de cultivo ZARC/MAPA): abacaxi, açaí, algodão, ameixa, amendoim, arroz, aveia, banana, cacau, café (arábica ou robusta), castanha de caju, cana de açúcar, canola, cevada, cítrico (laranja, limão, lima, tangerina, pomelo), coco, palma, eucalipto, feijão (primeira, segunda e terceira colheita), feijão caupi, gergelim, girassol, goiaba, maçã, papaia, mamona, mandioca, manga, maracujá, melancia, milho-miúdo, milho/ brachiaria, nectarina, cacto, pera, pêssego, pimenta, pinho, pupunha, borracha, sisal, soja, sorgo, trigo e uva (americana ou europeia).

12. Plano Safra da Agricultura Familiar 2015/2016.

13. O Bolsa Família é um programa de inclusão social do governo brasileiro, parte da rede federal de assistência de programas "Fome Zero". Ele fornece apoio financeiro para famílias pobres brasileiras. Se elas têm crianças (dentro da faixa etária do PBF), as famílias têm de assegurar que seus filhos frequentem as escolas e estejam (com o cartão de vacinação em dia). O programa objetiva reduzir a pobreza a curto prazo pela transferência de renda direta e combate à pobreza de longo prazo, aumentando o capital humano entre os pobres, por meio da transferência de renda condicional. Também atua para fornecer educação gratuita para crianças que não podem ter acesso a escolas, ressaltando a importância da educação.

14. Para exemplos concretos, ver Tabela 6 e Anexos.

15. Além da distribuição de terras e captação de recursos, há uma necessidade substancial de acelerar os mecanismos de apoio para a produção em assentamentos rurais – principalmente crédito, Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) e acesso a mercados institucionais – com o fortalecimento de questões ligadas ao transporte, saúde e educação nas comunidades (ROMANO; SOARES; MENEZES, 2013).

16. Esse novo plano inclui um programa específico de crédito e aquisição de terra. Como ação preliminar, em 24 de junho de 2015, foi anunciado pelo governo a alocação de 12,2 milhões de hectares de terras federais da Amazônia Legal, que cobre nove estados, para que sejam possíveis a promoção da reforma agrária e a posse de terra. Essas áreas estão localizadas nos Estados do Acre, do Amazonas, do Amapá, de Mato Grosso, de Maranhão, do Pará, de Rondônia, de Roraima e de Tocantins.

17. Recentemente, foi anunciado que o BNDES, em caráter temporário, não vai aceitar novos pedidos de financiamento ao abrigo do FNMC, exceto para projetos de energia solar que foram aceitos no leilão de 31 de outubro de 2014. A suspensão deve-se ao compromisso com o orçamento de R\$560 milhões na carteira atual e os projetos solares provenientes do leilão mencionado. Assim que novos recursos estiverem disponíveis sob a FNMC, o BNDES irá prestar informações pelo seu site.

18. Em julho de 2015, o Fundo Amazônia prestou apoio a 74 projetos, envolvendo um montante total de recursos financeiros de, aproximadamente, R\$1,155 milhão, dos quais cerca de R\$447 milhões foram desembolsados. Entre os projetos apoiados, existem aqueles relacionados a produtos extrativistas e agroflorestais, como os projetos "Frutos da Amazônia", "Néctar da Amazônia", "APL Babaçu", "Negócios Agroflorestais", entre outros.

Para mais informações, consulte o site do Fundo Amazônia, disponível em:

<http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/fam/site_pt/Esquerdo/Projetos_Apoiados/Projetos_Terceiro_Setor>.

19. Até o fim do século, projeta-se um aumento na temperatura entre 3 °C e 8 °C para a região Norte durante a estação do verão e um aumento mais moderado entre 2 °C e 6 °C para a região Nordeste para a mesma estação do ano.

20. As culturas avaliadas no Cerrado e no Semiárido foram algodão, abacaxi, banana, cacau, café, caju, coco, feijão, feijão caupi, mandioca, milho miúdo e milho. Além dessas culturas, mais especificamente para a região amazônica, também foram considerados açaí e cupuaçu.

21. Por exemplo, vários sistemas de cultivo e policultura; sistemas agroflorestais; jardinagem doméstica; colheita de plantas selvagens, uso da diversidade genética local; melhoramento do solo, incluindo matéria orgânica; prevenção de pestes, doenças e manifestação de ervas daninhas; melhoramento genético, gestão sustentável da água, produção de plantas de biomassa, entre outros.



*Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.*



Ministério do
Planejamento

