

# Produto 8:

## Relatório Final

### **Adaptação às mudanças do clima: impactos sobre a agricultura brasileira**

**Fundação Eliseu Alves**

**PROJETO BRA/06/032 – BRASIL TRÊS TEMPOS**

**CARTA DE ACORDO Nº 25760/2014**

#### **Equipe Executiva**

Leila Harfuch (coordenação)

Rodrigo C. A. Lima

Luciane C. Bachion

Marcelo M. R. Moreira

Willian J. Kimura

Wilson M. Zambianco

Gustavo Palauro

**São Paulo-SP  
30 julho de 2015**

## Sumário

CONTEXTO _____	3
1. Introdução _____	4
2. Síntese metodológica _____	5
2.1. Premissas e dados de entrada utilizados na modelagem econômica _____	9
3. Análise integrada dos resultados: modelo agroclimático e modelagem econômica _____	9
3.1. Resultados para o cenário de referência: áreas produtivas em 2040 em relação a 2012	10
3.2. Impactos regionais das mudanças climáticas no uso da terra e produção agropecuária: geografia produtiva _____	13
4. Análise das possíveis medidas de adaptação _____	25
5. Políticas públicas sugeridas _____	32
6. Considerações finais _____	43
Referências Bibliográficas _____	49

**CONTEXTO**

O projeto “BRASIL 3 TEMPOS” BRA/06/032, executado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE/PR), tem como objetivo desenvolver estratégias e ações nacionais que subsidiem o governo na formulação e implementação de políticas públicas de longo prazo que promovam o crescimento econômico do país, acompanhado de inclusão social. Essas ações serão realizadas por meio de estudos, produtos e eventos sobre temas de grande importância para o planejamento estratégico brasileiro. Para tanto, o projeto tem foco na agenda de adaptação às mudanças do clima.

A agricultura tem um papel importante nesse contexto, pois é fortemente impactada pelas mudanças do clima. Considerando a enorme importância do setor agrícola na economia do País, é preciso melhor conhecer os efeitos e as opções de adaptação do setor agrícola às mudanças do clima. Dessa forma, a SAE/PR propôs uma avaliação dos prováveis impactos de diferentes cenários climáticos para o Brasil, bem como as estratégias alternativas de adaptação em um horizonte de 30 anos (2010-2040). Neste contexto, estudos estratégicos setoriais irão subsidiar as medidas de adaptação às mudanças do clima.

A Tabela A apresenta as atividades e os produtos esperados conforme Carta de Acordo de Cooperação Técnica 25760/2014, “Adaptação às Mudanças do Clima: Cenários e Alternativas – Agricultura”. Este relatório refere-se ao Produto 8 “Relatório final” e contém a síntese metodológica dos produtos gerados e análise integrada dos resultados do estudo.

Tabela A – Produtos esperados para o estudo de cooperação técnica do setor agropecuário

<b>Ação / Produto</b>	<b>Produto esperado / Forma de entrega dos resultados</b>
1	Linha de base de produção agropecuária e alocação de terra para o período 2010-2040.
2	Relatório referente à preparação do simulador de cenários de cultura para a utilização de modelos climáticos regionalizados.
3	Relatório da simulação dos cenários para as principais culturas brasileiras em 2040.
4	Relatório de análise comparativa das culturas nos cenários simulados para 2040 em relação à condição atual.
5	Relatório de análise de produção agropecuária e alocação de terra com mudança do clima, para 2040, a partir de modelo econômico.
6	Análise de vulnerabilidade econômica do sistema de produção das principais culturas brasileiras.
7	Relatório de análise das possíveis medidas adaptativas identificadas.
<b>8</b>	<b>Relatório final.</b>

## 1. Introdução

A agricultura é um importante setor da economia brasileira, que respondeu por cerca de 4% do PIB em 2013 (CEPEA, 2015). Considerando-se o agronegócio, este foi responsável por 23% do PIB nacional em 2013 (CEPEA, 2015) e 43% das exportações do país em 2014 (CONAB, 2015). De acordo com o censo agropecuário de 2006, o Brasil possui 5 milhões de propriedades rurais das quais 85% pertencem a pequenos proprietários e 16% são grandes fazendas comerciais que ocupam 75% da terra cultivada.

Em 2014, o Brasil apresentou um saldo comercial positivo do agronegócio de US\$ 80 bilhões. Como a agricultura é essencial para a segurança alimentar nacional e exerce uma forte atuação sobre o aumento do PIB, existe uma crescente preocupação com o fato de que o setor está cada vez mais vulnerável às variações e às mudanças do clima.

A agricultura tem um papel importante no ciclo do carbono. As práticas agrícolas emitem gases de efeito estufa (GEEs) – causa principal do aquecimento global, em certos casos servem como sumidouros de GEEs (sequestram), e ao mesmo tempo a agricultura pode ser fortemente impactada pelas mudanças do clima. Levando em conta a enorme importância do setor agrícola na economia do País, é preciso melhor conhecer os efeitos e as opções de adaptação do setor agrícola às mudanças do clima no Brasil.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) aponta que a mudança do clima impõe uma grande ameaça ao desenvolvimento sustentável, por afetar de forma direta e indireta grande parte da população, sua saúde, os recursos hídricos, a infraestrutura urbana e rural, as zonas costeiras, as florestas e a biodiversidade, bem como os setores econômicos – como agricultura, pesca, produção florestal, geração de energia, indústrias – além das cadeias destes setores.

O IPCC sinaliza impactos de grande magnitude sobre a América do Sul, em especial sobre recursos hídricos e setores econômicos relacionados, impondo ao governo brasileiro a necessidade de formular e implementar medidas de adaptação, com vistas a gerenciar riscos climáticos e responder de forma tempestiva aos prováveis impactos decorrentes. Dessa forma, torna-se fundamental a elaboração de subsídios ao planejamento nacional de longo prazo que incorpore as mudanças do clima.

Entre os estudos mais recentes aplicados para o Brasil, Assad et al. (2013) simulou diferentes modelos climáticos globais e regionais e os impactos do clima sobre a produção agrícola e concluiu que a agricultura é vulnerável a temperaturas mais elevadas. O estudo também enfatiza que poderá haver migração regional da produção agropecuária deslocando a produção para regiões menos afetadas, impactando o desenvolvimento econômico local.

O presente estudo tem como objetivo de avaliar os impactos dos cenários de mudanças climáticas (IPCC, 2014) sobre o setor agropecuário brasileiro sob a ótica econômica, e avaliar possíveis medidas adaptativas às restrições produtivas.

Especificamente para este relatório são apresentados a síntese da metodologia utilizada e interações entre os grupos do projeto (seção 2); avaliação dos resultados dos impactos sobre cada lavoura gerados pela Embrapa comparados com os resultados da modelagem econômica (seção 3); as análises das possíveis medidas de adaptação (seção 4); as políticas públicas sugeridas (seção 5); as considerações finais do estudo (seção 6) e, por fim, as referências bibliográficas.

## **2. Síntese metodológica**

O grupo que realizou as análises das mudanças do clima sobre o setor agropecuário brasileiro foi composto pelos pesquisadores da Embrapa Informática Agropecuária e Agroicone. O primeiro grupo simulou os impactos climáticos sobre cada atividade agrícola individualmente no Simulador de Cenários Agrícolas - SCenAgri, utilizando simulações geradas a partir de inicializações do modelo ETA realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE com os modelos globais HadGEM2-ES e MIROC5 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 do 5º Relatório de Avaliação do IPCC (AR5), e disponibilizou para Agroicone as áreas de baixo e alto risco agroclimático por município e por atividade para períodos atuais (até 2010) e projetados até 2040.

Conforme descrito no Produto 2<sup>1</sup>, o SCenAgri “provê computação de alto desempenho para simular o efeito das condições climáticas na agricultura brasileira, utilizando modelos de cultura, bancos de dados climáticos e de solos. Um dos modelos, atualmente em uso, calcula

---

<sup>1</sup> A metodologia detalhada do Simulador SCenAgri está descrita no Produto 2 disponibilizado pela Embrapa para este estudo.

o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) da cultura a partir das séries históricas do banco de dados meteorológicos, produzindo resultados de frequência de ocorrência de anos *versus* datas de plantio acima e abaixo de valores de referência relacionados ao risco de perda. (...). Desta forma, é possível mapear as áreas de acordo com o risco climático estimado para a cultura, em cada data de plantio. O Simulador permite que seus usuários simulem cenários agrícolas atuais, baseados nas séries de dados climáticos observados do passado até o presente, ou mesmo, cenários futuros, utilizando dados estimados de diversos modelos de projeções climáticas regionalizadas. (...) A metodologia de cálculo de áreas aptas ao cultivo implementada no Simulador de Culturas SCenAgri é a mesma atualmente considerada no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). O ZARC é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura, mantido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), com o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos. O ZARC permite a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares, e vindo sendo testada e utilizada com sucesso no Brasil desde 1996”.

Os resultados gerados pelo simulador SCenAgri-Embrapa foram adaptados para serem incorporados como restrições ao crescimento de área para a produção agropecuária como um todo e para lavouras específicas no Modelo de Uso da Terra para a Agropecuária Brasileira – BLUM pela equipe da Agroicone, de acordo com as classificações de risco agroclimático (alto e baixo). O BLUM é um modelo econômico dinâmico de equilíbrio parcial, multi-regional e multi-mercados para o setor agropecuário brasileiro composto por dois módulos: *oferta e demanda e uso da terra*, sendo a metodologia do BLUM detalhada no Produto 5.

Enquanto o simulador SCenAgri-Embrapa gerou o risco agroclimático potencial para cada atividade agrícola, o BLUM, utilizando dinâmica econômica, gerou equilíbrios de oferta, demanda e preços dos produtos agropecuários para 2040 para seis grandes regiões e também alocou os resultados por microrregião do IBGE para cenários selecionados (cenário de referência e cenário HadGEM2-ES RCP 8.5).

Deste modo, conforme apresentado no Produto 5, a simulação dos cenários climáticos no modelo econômico para o setor agropecuário partiu da seguinte premissa: a produção agropecuária não poderá ocorrer em áreas de alto risco de perda de safra, de acordo com a

classificação do simulador SCenAgri-Embrapa. Somente uma exceção foi considerada nesta premissa: o fato de hoje haver produção em áreas classificadas como de alto risco produtivo.

Neste caso, a expansão produtiva considerou (somou) as áreas potenciais de baixo risco climático e as áreas atualmente em produção sob alto risco (segundo a PAM, 2012), sob o argumento de que hoje a região já é tomadora de risco e continuará disposta a tal, independente da restrição climática.

Além dos resultados do simulador SCenAgri-Embrapa para os cenários de mudanças do clima, foram utilizados os resultados do grupo de energia (COPPE-PPE) para o cenário de referência (mais especificamente os dados até 2040 para biocombustíveis e biomassa lenhosa, disponibilizado em dezembro de 2014). Assim, as interfaces deste relatório com os demais grupos do Projeto foram feitas junto à Embrapa (restrições às áreas aptas para produção agropecuária) e à COPPE-PPE (para bioenergia). A Figura 1 ilustra a interação entre os grupos e os resultados obtidos para este estudo.

Figura 1 – Interação entre os grupos e metodologia utilizada para avaliar os impactos das mudanças climáticas sobre o setor agropecuário brasileiro



Fonte: resultados do estudo

Assim, os resultados apresentados neste estudo contemplam as simulações geradas a partir de inicializações do modelo ETA com os modelos globais HadGEM2-ES e MIROC5 para os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 do 5º Relatório de Avaliação do IPCC (AR5) para o setor agropecuário brasileiro, em especial para as culturas de soja, milho (safras de verão e de inverno), feijão (safras de verão e de inverno), arroz, algodão, trigo e cana-de-açúcar. Foram

incluídas também análises de impactos para a pecuária bovina e produtos industriais (óleo e farelo de soja, açúcar e etanol, carnes bovina, suína e de frango e leite).

Conforme descrito no Produto 4 (CNPTIA-Embrapa), “os resultados das estimativas de impacto das mudanças do clima são bastante distintos de acordo com a cultura estudada, pois dependem da profundidade do sistema radicular, da duração do ciclo, do coeficiente de cultura e da sensibilidade à deficiência hídrica. Dessa forma, a dinâmica espacial das alterações das áreas de baixo e alto risco diferem de uma cultura para outra, devido as particularidades e necessidades específicas de cada uma. (...). Uma questão importante a ser considerada na interpretação destes resultados é que os municípios são considerados de baixo risco quando apresentam, pelo menos, um decêndio de plantio de baixo risco”.

A partir dos impactos diagnosticados sobre o setor agropecuário brasileiro em 2040 (detalhados nos Produtos 4 e 5), foram sugeridas possíveis medidas de adaptação (incluindo pesquisa e desenvolvimento de soluções), para que possam ser consideradas para políticas públicas no curto, médio e longo prazos, conforme detalhado no Produto 7 (e no Produto 7 extra: Pellegrino et al., 2015). A metodologia utilizada combinou revisão de literatura (seleção e organização das informações disponíveis), experiência de diversos pesquisadores (especialmente da Embrapa) e classificação das medidas de adaptação por nível de prioridade (com base nos resultados de impactos obtidos no estudo). A partir desta “prospecção” de medidas adaptativas identificadas para o setor agropecuário brasileiro buscou-se também sugerir políticas públicas, com apontamentos dos custos, investimentos, benefícios sociais, econômicos e ambientais quando possível.

As análises apresentadas no Produto 7 (e no Produto 7 extra: Pellegrino et al., 2015) devem servir como ponto de partida para um Plano Nacional de Adaptação do Setor Agropecuário. Apesar das incertezas em relação às mudanças do clima projetadas para o futuro, é importante considerar o histórico dos acontecimentos observado e os dados e informações disponíveis no presente, conforme apontado nos relatórios apresentados nesta pesquisa.

## **2.1. Premissas e dados de entrada utilizados na modelagem econômica**

O detalhamento das premissas e dados de entrada na modelagem econômica BLUM está descrito no Produto 5. É importante enfatizar que a análise de impacto dos cenários climáticos foi comparada à expansão do setor agropecuário até 2040 sem considerar restrições climáticas (cenário de referência ou cenário base). Esta comparação é importante para avaliar os impactos socioeconômicos locais, incorporando as expectativas de crescimento populacional, econômico e setorial em 2040.

As premissas econômicas consideradas para 2040 (consideradas para todos os cenários simulados) foram baseadas em projeções realizadas por órgãos governamentais, internacionais e setoriais, conforme disponibilidade.

A expansão de área para lavouras e para agropecuária como um todo nos cenários com mudanças do clima, conforme descrito na seção anterior e detalhado Produto 5, foi restrita às áreas classificadas como de “baixo risco agroclimático” de acordo com os resultados do SCenAgri-Embrapa, somadas às áreas (classificadas como de alto risco agroclimático) em produção de acordo com a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE (2012). Os resultados do Simulador, apresentados no Produto 4 (CNPTIA-Embrapa), referem-se à área produtiva potencial para cada atividade produtiva, e não a que será efetivamente alocada para produção em 2040. Já o BLUM considera a área potencial para a agropecuária como um todo e para cada lavoura em específico, sendo a dinâmica econômica somada à restrição climática fatores determinantes para a alocação de área por atividade agropecuária em 2040. Ou seja, o BLUM combina a restrição produtiva regional à dinâmica econômica para determinar o equilíbrio de oferta, demanda e preços para cada cenário simulado no período projetado.

## **3. Análise integrada dos resultados: modelo agroclimático e modelagem econômica**

Esta seção mostra a integração dos resultados do estudo simulados nos modelos SCenAgri-Embrapa, BLUM e modelo de alocação por microrregião. Os resultados deste último modelo não foram previamente apresentados e estão em formato de mapas para os cenários de referência e HadGEM2-ES RCP 8.5.

Este último cenário foi escolhido para ser apresentado neste relatório por ser aquele que apresentou maior impacto das restrições climáticas sobre o setor agropecuário brasileiro, destacando os impactos socioeconômicos locais. Nesse sentido, é recomendável que esse cenário de impactos por microrregião seja considerado pelas futuras políticas brasileiras de adaptação.

### **3.1. Resultados para o cenário de referência: áreas produtivas em 2040 em relação a 2012**

Conforme apresentado no Produto 5, a simulação do cenário de referência para 2040 no modelo BLUM mostra que as taxas de crescimento anuais para o período projetado foram inferiores às observadas nos últimos dez anos, principalmente por não serem consideradas inovações tecnológicas. Outro fator deve-se à menor taxa de crescimento da economia mundial em relação à última década, resultando em menor crescimento das exportações (além do fato de o Brasil ser o maior exportador mundial de produtos como carnes, soja e açúcar, por exemplo, não permitindo ganhos expressivos de participação no mercado internacional no futuro).

Ainda assim, espera-se forte crescimento do agronegócio brasileiro até 2040 no cenário de referência. Entre 2010 e 2040 esperam-se as seguintes variações na produção:

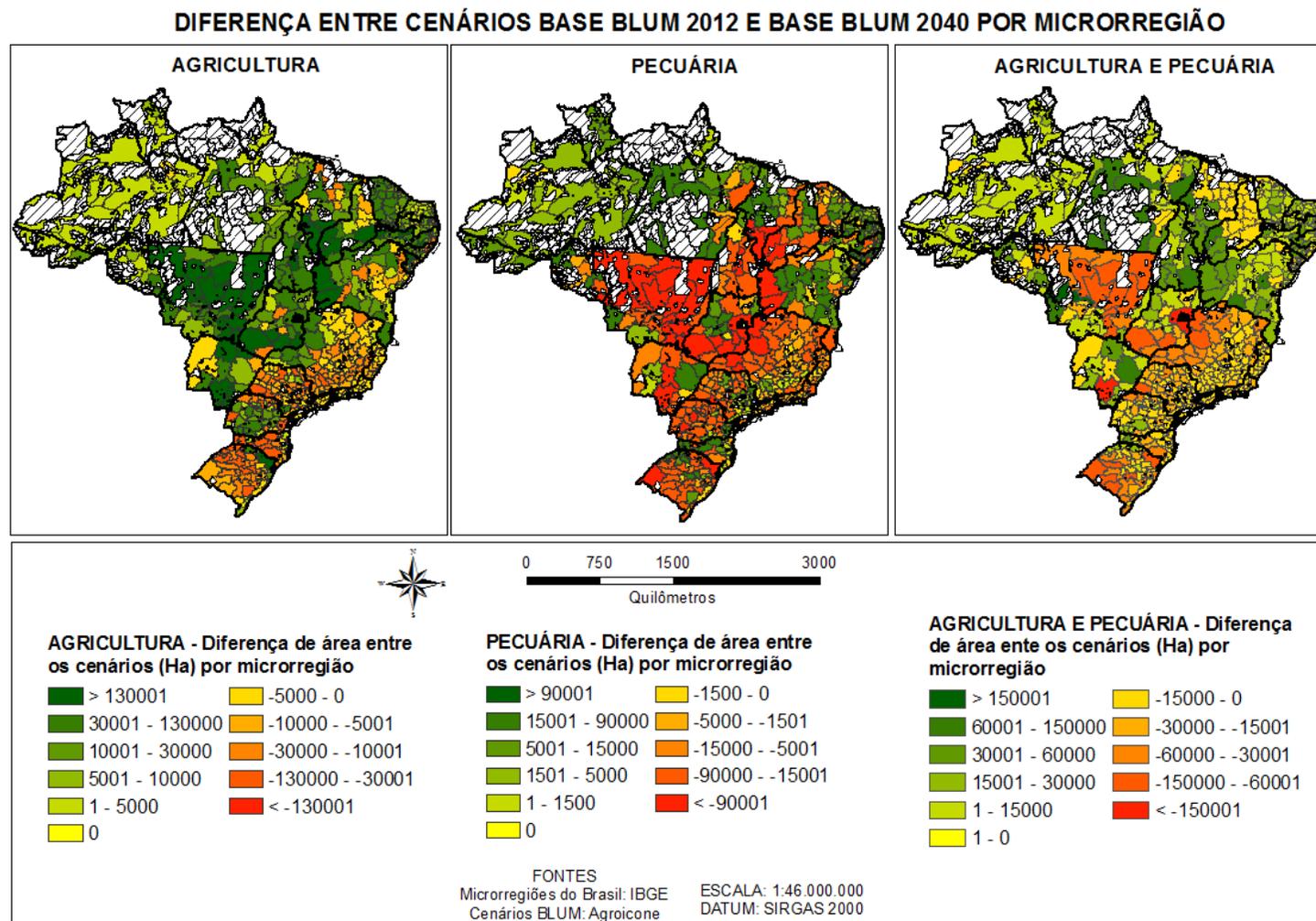
- 132% para grãos e oleaginosas;
- 100% para farelo e óleo de soja;
- 56% para açúcar e 26% para etanol (cenário exógeno para consumo - COPPE);
- 57% para a carnes de frango, suína e bovina;
- 94% para a produção de leite.

Para o uso da terra, a área de pastagens será reduzida em 14 milhões de hectares, sendo substituída por lavouras e florestas plantadas. Ainda assim, a agropecuária irá incorporar 7,7 milhões de hectares de novas áreas produtivas em 2040 em relação a 2010, sendo que 64% deste total deverá ser proveniente do bioma Cerrado. A Figura 2 mostra a diferença entre 2040 e 2012 da alocação de área de lavouras e pastagens por microrregião do IBGE (resultados não apresentados nos produtos anteriores).

A partir da Figura 2 observa-se que as microrregiões que expandiram área alocada para agricultura (lavouras de primeira safra) em 2040 em relação a 2012 apresentaram redução de área de pastagens (pecuária) no mesmo período. As regiões Centro-Oeste e Nordeste Cerrado (composta pelos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) e os estados do Paraná e Rio Grande do Sul destacam esta dinâmica.

CONFIDENCIAL

Figura 2 – Área alocada para agricultura e pecuária no cenário de referência: diferença entre 2040 e 2012



Parte da expansão de lavouras no bioma Cerrado também ocorreu sobre áreas de vegetação. Já algumas microrregiões do Bioma Amazônia, em geral, apresentaram tanto aumento de área de lavouras quanto de pastagens, significando expansão sobre áreas de vegetação nativa<sup>2</sup>.

Os resultados refletem também as restrições de risco agroclimático disponibilizados pelo SCenAgri-Embrapa para o período atual. Regiões com baixa aptidão agrícola, como na Caatinga, e aquelas que já utilizam toda a área disponível para produção agropecuária (especialmente nas regiões Sul e Sudeste) apresentaram expansão “neutra” de área total para agropecuária em 2040 em relação a 2012.

### **3.2. Impactos regionais das mudanças climáticas no uso da terra e produção agropecuária: geografia produtiva**

De acordo com os resultados do Produto 4 (CNPTIA-Embrapa) simulados no SCenAgri-Embrapa, que serviram de entrada para a modelagem BLUM, o modelo HadGEM2-ES apresentou maior impacto sobre o potencial de área produtiva em comparação ao MIROC5, para ambos os cenários RCP 4.5 e 8.5. A redução de área potencial para lavouras variou de -2,7% a -36,3% no cenário com RCP 4.5 e de -3,8% a -39,3% no cenário com RCP 8.5 até 2040.

“Os resultados obtidos a partir do modelo MIROC5 indicaram redução de áreas de baixo risco climático em seis das dez culturas analisadas, apesar de serem menos expressivas se comparados aos resultados do modelo HadGEM2-ES. Para algumas culturas, ocorre aumento de área, ou seja, diminuição do risco climático, principalmente para o milho safrinha, devido ao aumento de chuvas nas regiões e épocas do ano em que o milho safrinha é cultivado”.

---

<sup>2</sup> É importante observar que os mapas não incluem áreas de florestas plantadas pois, apesar de terem sido consideradas no modelo BLUM, não foram consideradas no modelo de alocação por microrregião (pela restrição de informações disponíveis). Deste modo, as microrregiões que aparecem no mapa “agricultura e pecuária” (terceira figura da direita para esquerda) com cores amarelas e vermelhas (significando variação negativa de área alocada para agropecuária) não necessariamente reduziram área para agropecuária.

Conforme apresentado no Produto 4 (CNPTIA-Embrapa), “essa diferença no risco climático estimado entre modelos decorre das maiores temperaturas projetadas pelo modelo HadGEM2-ES em relação ao MIROC5. Por outro lado, o modelo MIROC5 além de projetar aumentos menores de temperatura, também projeta aumento de precipitação em algumas regiões. As diferenças entre os cenários RCP 4.5 e 8.5 são relativamente pequenas no período estudado de 2011 a 2040, mas se ampliam com o passar do tempo, devido ao efeito cumulativo da liberação de gases do efeito estufa na atmosfera. Por isso, as diferenças projetadas são bem maiores nos períodos de 2041-2070 e 2071-2100 (IPCC, 2014), não utilizados neste estudo”.

Em síntese, as simulações no modelo agroclimático SCenAgri-Embrapa apresentaram os seguintes resultados:

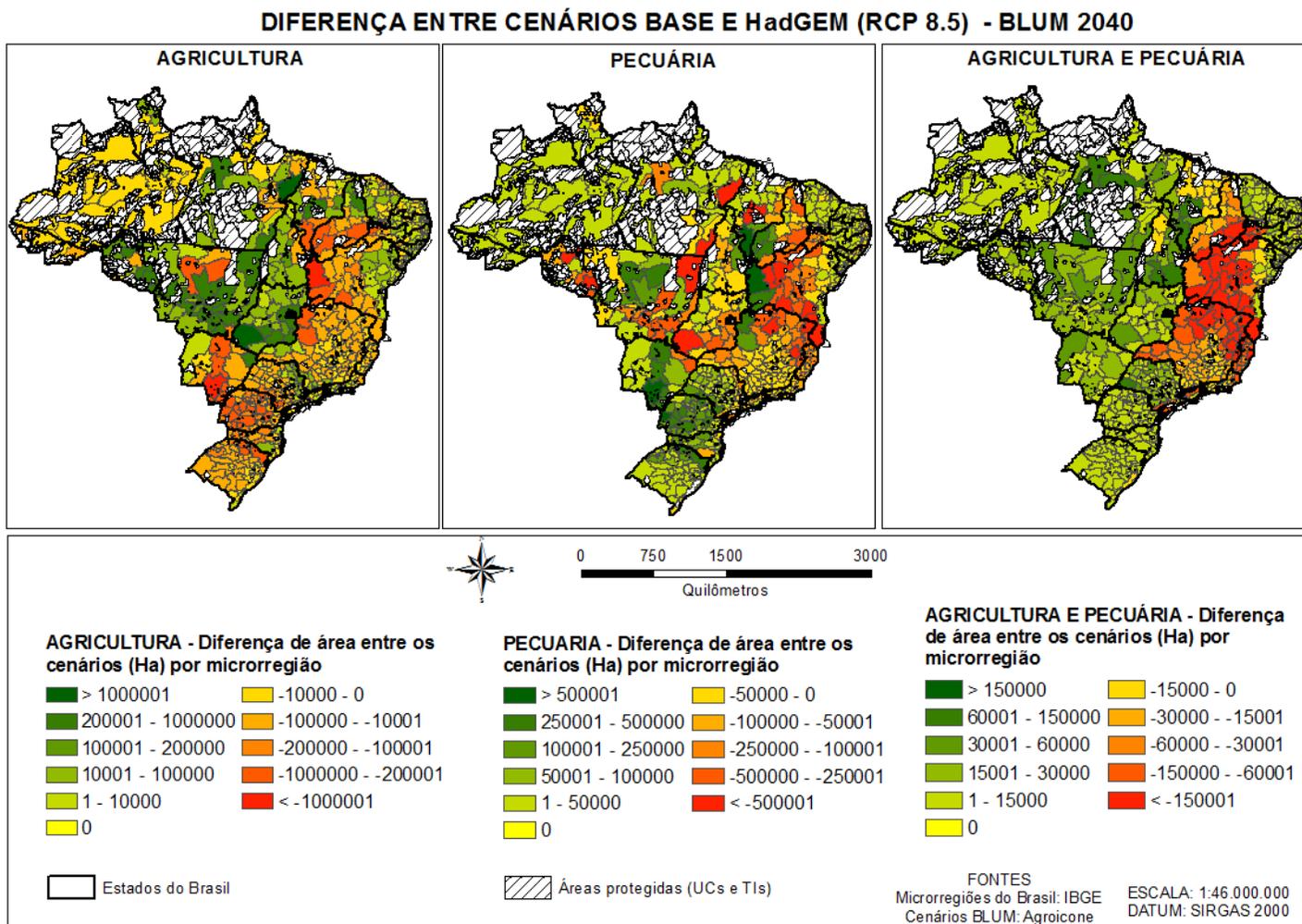
- Aumento do risco agroclimático nas áreas plantadas em 2012 para quase todas as lavouras em todos os cenários apresentados;
- Redução do potencial produtivo de baixo risco agroclimático para o período projetado (até 2040);
- Impactos mais relevantes sobre a cultura de soja em todos os cenários apresentados até 2040;
- Impactos diferentes entre regiões, mais relevantes na região Sul do Brasil, importante produtor de grãos e oleaginosas;
- Alguns municípios devem deixar de produzir soja por já apresentarem alto risco climático;
- Diferenças de impactos importantes entre os modelos climáticos simulados, sendo que os maiores efeitos negativos sobre o setor agropecuário resultaram do modelo HadGEM2-ES.

Apesar de importantes impactos negativos sobre as lavouras, ainda existe um potencial produtivo relevante para todo o setor, superior à demanda por área apresentado no cenário de referência para 2040 simulado na modelagem econômica BLUM. Entretanto, os impactos individuais sobre as atividades agropecuárias e regionais foram relevantes, especialmente no cenário HadGEM2-ES RCP 8.5. A Figura 3 apresenta a diferença na área alocada para agricultura (primeira safra de lavouras) e pecuária no cenário HadGEM2-ES (RCP

8.5) em relação ao cenário de referência em 2040. O objetivo desta análise é avaliar a dinâmica regional de uso da terra entre o cenário com restrições climáticas e o cenário base em 2040.

CONFIDENCIAL

Figura 3 – Diferença entre cenários HadGEM2-ES e de referência em 2040 para alocação de área de agricultura e pecuária



Conforme apresentado no Produto 5 e como pode ser observado na Figura 3, a região Sul apresentou redução na área alocada para lavouras de primeira safra (8,6 milhões de hectares), sendo a região mais afetada negativamente no potencial produtivo de soja, principalmente, a partir da análise da Embrapa (apresentada no Produto 4, CNPTIA-Embrapa).

Entretanto, observa-se aumento de áreas de pastagens (de baixa tecnologia, correspondendo até 45 kg/ha/ano) em 8,3 milhões de ha, não afetando o total de área produtiva na região Sul. Esta dinâmica também foi observada nos estados de São Paulo, do Mato Grosso do Sul e Bahia (região Oeste). É relevante ter em conta que o aumento de áreas de pecuária de baixa produtividade exige políticas de incentivo a intensificação que devem ser compreendidas em um contexto de adaptação.

Para área total alocada para agropecuária, as regiões Sudeste (estados de Minas Gerais e Espírito Santo, principalmente) e Nordeste Cerrado (Bahia e Piauí) reduziram o potencial de área produtiva total entre 17% e 33% nos cenários simulados HadGEM RCP 8.5 (1,5 milhão de ha na região Sudeste e 568 mil ha na região Nordeste Cerrado).

Em contrapartida, as regiões Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia responderão aumentando a área de lavouras de primeira safra em 3,3 e 2,7 milhões de ha, respectivamente, o que ocorre em função do estoque de terras aptas para a agricultura mesmo levando-se em conta restrições climáticas. Esta expansão ocorrerá 81% sobre áreas de pastagens no Centro-Oeste e 60% no Norte Amazônia (que inclui a região norte do Mato Grosso).

No total, a perda “líquida” de área de pastagens deverá alcançar 11 milhões de ha em 2040 no cenário HadGEM2-ES RCP 8.5 em relação ao cenário de referência (de 168,7 para 157,5 milhões de ha, respectivamente para cada cenário), com diferentes dinâmicas de mudança de uso em cada região.

Apesar da realocação produtiva de lavouras e pastagens, mesmo nos cenários que apresentaram impactos sobre o uso da terra mais relevantes (como os simulados pelo HadGEM2-ES), os impactos sobre a oferta de produtos agropecuários foram relativamente pequenos. Estes efeitos foram reduzidos por conta da realocação regional da produção e a

intensificação da produção pecuária. Mesmo com uma redução de áreas de pastagem de 7% da área total em 2040, a produção de carne bovina não apresenta impactos significativos, caindo 2,6% em 2040 em relação ao cenário de referência. Nesse sentido, a criação de políticas de adaptação para a pecuária deve considerar a intensificação, especialmente em áreas aptas de baixa produtividade, como forma de minimizar impactos regionais.

É relevante destacar os impactos sobre a área alocada para soja, cuja dinâmica produtiva apresentou maior diferença entre os cenários HadGEM2-ES RCP 8.5 e o de referência em 2040. A Figura 4 apresenta a participação da área alocada para soja pela modelagem econômica BLUM em relação ao potencial produtivo disponibilizado pelo SCenAgri-Embrapa em 2040 para os cenários de referência e HadGEM2-ES 8.5 e também a diferença de área alocada para soja em 2040 no BLUM entre os mesmos cenários.

Em 2012, a área de soja ocupou 9,1 milhões de ha na região Sul, sendo que 3,6 milhões de ha estão plantados em áreas de alto risco agroclimático, de acordo com as análises deste estudo. A Figura 4 mostra que boa parte da área plantada de soja no estado do Rio Grande do Sul em 2040 continuará sob alto risco agroclimático no cenário base e, considerando o cenário HadGEM2-ES RCP 8.5, o estado deverá perder 1,7 milhão de ha de área de soja.

No Paraná o impacto negativo considerando a restrição climática é ainda maior. No cenário base, a estimativa de área plantada de soja é de quase 6 milhões de ha em 2040. Já no cenário HadGEM2-ES, esta área não ultrapassará 88 mil ha. A Tabela 1 resume a área alocada de soja em cada cenário simulado na modelagem econômica para estados selecionados.

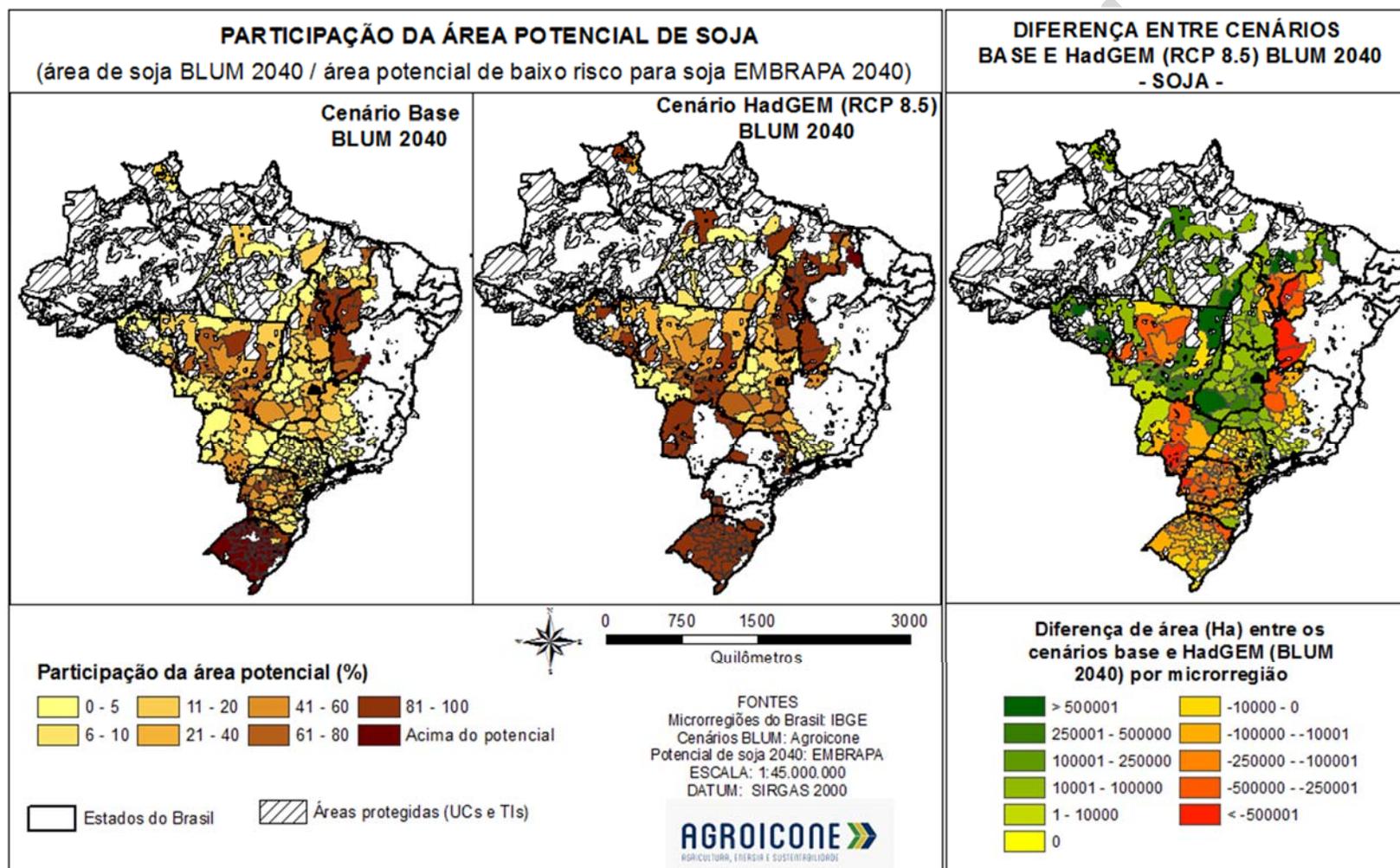
Tabela 1 – Área de soja alocada em cada cenário para estados selecionados (em mil ha)

Estado	2012	Cenário Base 2040	HadGEM 8.5 2040	HadGEM 8.5 – Base
Paraná	4.461	6.025	88	-5.937
Santa Catarina	448	608	169	-439
Rio Grande do Sul	4.197	4.995	3.253	-1.742
São Paulo	582	936	762	-174
Minas Gerais	1.024	1.818	1.430	-388
Mato Grosso	6.981	12.148	13.592	1.444
Mato Grosso do Sul	1.815	2.790	778	-2.012
Goiás	2.645	4.506	6.397	1.891
Maranhão	560	1.330	1.838	507
Piauí	445	1.055	513	-542
Tocantins	451	1.056	1.435	379
Bahia	1.113	2.056	15	-2.041
Pará	119	263	2.775	2.512
Rondônia	144	313	2.499	2.186

Fonte: resultados do estudo

CONFIDENCIAL

Figura 4 – Participação da área alocada para soja em relação ao potencial e diferença entre cenários HadGEM2-ES e de referência



O estado da Bahia poderá perder quase toda a área plantada em 2012 de acordo com os resultados do cenário HadGEM2-ES RCP 8.5 em 2040. No estado do Mato Grosso do Sul, o limite de área de baixo risco agroclimático é de somente 778 mil ha no mesmo cenário.

Em contrapartida, estados de Mato Grosso (exceto na região norte), Goiás, Pará, Rondônia, Tocantins e Maranhão devem apresentar aumento de área plantada de soja em 2040 no cenário HadGEM2-ES RCP 8.5 em relação ao cenário base. Entretanto, a perda líquida de área de soja no Brasil deverá alcançar cerca de 2 milhões de ha em 2040 entre cenários.

De modo geral, as perdas de áreas de lavouras nos estados de Mato Grosso (região norte), Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia e Piauí foram substituídas por áreas de pastagens, especialmente para pecuária extensiva e extrativista (de baixa produtividade por ha), como mostra a Figura 1.

A relação de troca entre boi gordo e insumos desfavorável, em função do aumento nos preços de grãos considerando os impactos climáticos, explica o fato de a redução de áreas de pastagens no agregado para o Brasil não ter resultado em maior intensificação da pecuária em larga escala. Entretanto, o cenário HadGEM2-ES RCP 8.5 apresentou área de pasto com produção de 45 a 90 kg/ha/ano foi superior àquela apresentada no cenário base em 2040, especialmente nas regiões que aumentaram área de lavouras de primeira e segunda safras (como no Centro-Oeste e Norte Amazônia). Nestas regiões houve ganho de eficiência no uso da terra entre os cenários analisados para o ano de 2040.

As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados para área alocada para feijão, milho primeira safra, milho total (primeira e segunda safras), arroz, algodão e cana-de-açúcar no modelo BLUM por microrregião do IBGE (diferença entre área alocada em 2040 entre os cenários HadGEM2-ES RCP 8.5 e de referência).

Os resultados mostram que a área de feijão deverá aumentar na região Sul no cenário HadGEM em 2040 comparado com o cenário de referência, também compensando parte da perda de área de soja. Algumas microrregiões do Nordeste deverão perder área de feijão, especialmente no centro-oeste da Bahia.

Figura 5 – Diferença de área alocada para feijão, milho primeira safra e milho total entre os cenários HadGEM2-ES RCP 8.5 e de referência (2040)

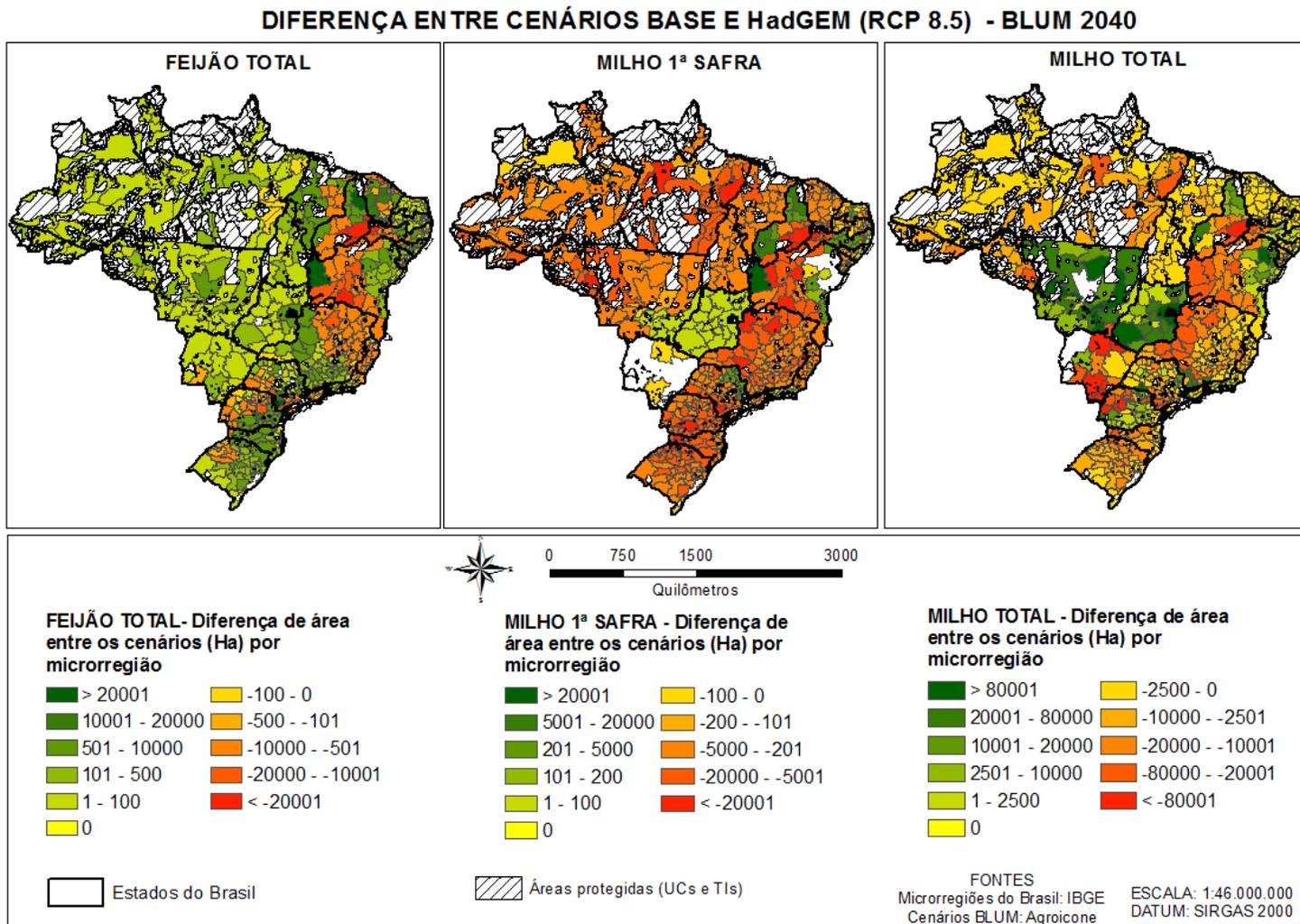
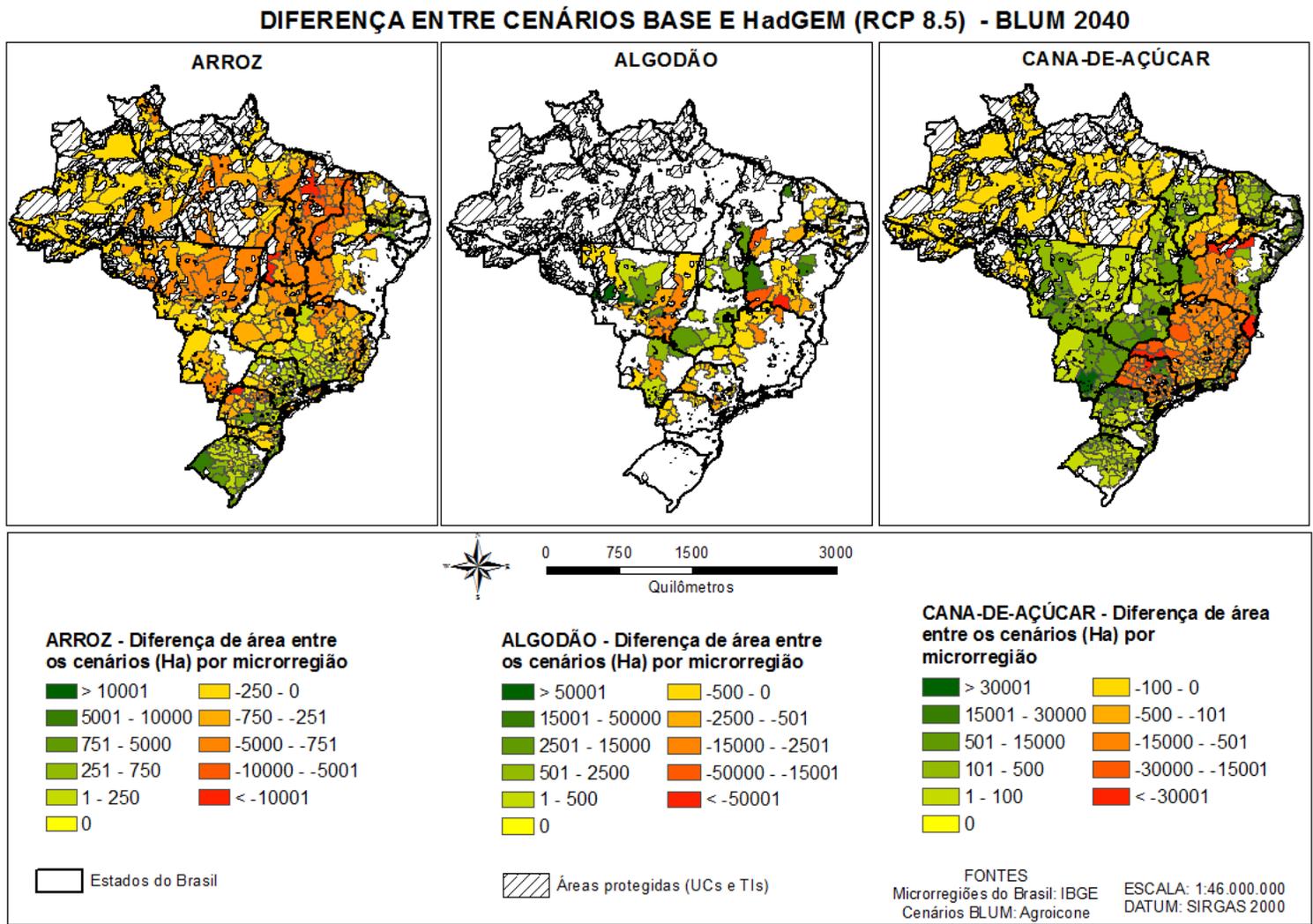


Figura 6 – Diferença de área alocada para arroz, algodão e cana-de-açúcar entre os cenários HadGEM2-ES RCP 8.5 e de referência (2040)



Apesar do impacto negativo sobre as áreas de milho primeira safra no cenário HadGEM em relação ao cenário de referência em 2040 com perda de 1,9 milhão de ha, a área de milho de segunda safra deverá minimizar esta perda em 250 mil ha, sendo a área total menos afetada para o Brasil. Regionalmente, enquanto a região Centro-Oeste deverá aumentar a produção de milho segunda safra, algumas microrregiões da Bahia e Piauí este aumento ocorrerá na área de milho primeira safra.

O estado do Rio Grande do Sul destaca-se no aumento de área alocada de arroz no cenário climático em relação ao de referência em 2040. A maior parte dos demais estados reduzirão a área plantada, apesar de terem menor importância na produção total de arroz comparado com o Rio Grande do Sul, que também possui taxas mais elevadas de produtividade por ha atualmente.

Para o algodão, o cenário climático comparado com o de referência trará pouco impacto no que se refere à perda de área total.

Já a cana-de-açúcar apresentou impactos negativos relevantes nas regiões produtoras tradicionais, especialmente no estado de São Paulo, que deverá reduzir em 228 mil ha a área desta lavoura na comparação entre cenários em 2040. Como esta atividade deve estar próxima à indústria de açúcar e etanol, o impacto socioeconômico deverá ser relevante. Em contrapartida, confirmando o resultado apresentado no Produto 4 (CNPTIA-Embrapa), a região Sul deverá aumentar a área plantada de cana-de-açúcar em 95 mil ha. O Centro-Oeste também deverá crescer em 165 mil ha a área plantada com cana-de-açúcar em 2040 no cenário climático em relação ao cenário de referência, especialmente o estado do Mato Grosso do Sul.

O Produto 5 apresentou os impactos sobre o valor da produção agregado por região em cada cenário. Ao avaliar o resultado final dos impactos causados pelos cenários de restrições climáticas no valor de produção regional é possível verificar que o expressivo aumento no setor de carnes na região Sul não será capaz de compensar as perdas sofridas no valor de produção de grãos e oleaginosas.

No total, em termos de valor de produção do setor agropecuário (para as atividades produtivas analisadas), a região Sul poderá perder até 25% quando comparado com o cenário

de referência em 2040, enquanto a região Sudeste poderá apresentar uma perda máxima de 9%. Estes resultados ressaltam a importância de políticas públicas para minimizar os impactos socioeconômicos regionais.

As regiões Norte Amazônia e Centro-Oeste Cerrado terão um aumento nos valores de produção de até 31% e 40%, respectivamente (cenário HadGEM2-ES RCP 8.5). O Nordeste Cerrado, apesar da redução da área produtiva total no mesmo cenário, poderá aumentar o valor da produção total em 15%. Em todos os cenários haverá aumento no valor de produção do Brasil, sendo que, quando comparado ao cenário de referência, o aumento poderá atingir até 15% no cenário HadGEM2-ES RCP 8.5, apesar das perdas expressivas nas regiões Sul e Sudeste.

Importante ressaltar que todos os preços das *commodities* agropecuárias deverão aumentar entre o cenário de referência e os cenários com restrições climáticas em 2040, especialmente o HadGEM2-ES RCP 8.5. Os preços do complexo de soja, carnes e do setor sucroalcooleiro serão os mais impactados. Esta análise é relevante para as políticas públicas, não só pela questão inflacionária, mas por afetar o poder de compra e a segurança alimentar da população.

A próxima seção aborda algumas das medidas de adaptação sugeridas para minimizar os impactos das mudanças do clima sobre o setor agropecuário.

#### **4. Análise das possíveis medidas de adaptação**

Os resultados apresentados mostram que os impactos das mudanças do clima serão significativos no setor agropecuário brasileiro. Apesar da variação destes impactos entre culturas e regiões, as análises mostram que haverá redução na área potencial de baixo risco agroclimático, afetando não só a produção, mas a geografia produtiva com impactos socioeconômicos locais relevantes.

Conforme citado no Produto 7 extra (Pellegrino et al., 2015), “a mudança climática no Brasil representa aumento do risco agroclimático decorrente da redução da disponibilidade de água, devido à menor quantidade e regularidade das chuvas, e ao aumento da demanda de água pelas culturas, em função do aumento das temperaturas”.

Considerando as análises futuras para o setor agropecuário, esta seção tem como objetivo resumir as principais medidas adaptativas apresentadas no Produto 7 (Pellegrino et al., 2015), integrando com as análises de impactos regionais e identificando políticas públicas necessárias para minimizar os efeitos negativos das mudanças do clima sobre o setor agropecuário brasileiro.

O estudo trouxe exemplos de medidas de adaptação para o setor agropecuário considerando ações concretas que podem ser implementadas e fomentadas via políticas públicas. É importante destacar que o desenvolvimento de novas ações e tecnologias, especialmente com um enfoque regional, dependem da criação do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima, e da estruturação de ações específicas para o setor agropecuário.

Nesse sentido, vale destacar o papel da Embrapa como centro de excelência na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, do setor privado e de arranjos públicos-privados e de acordos de cooperação com outros países e centros de pesquisa. A inovação e o desenvolvimento contínuo de tecnologias que permitam a adaptação do setor agropecuário às mudanças do clima deve integrar a agenda estratégica do governo, e tendo o Plano Nacional de Adaptação como base.

A Tabela 2 apresenta as principais medidas de adaptação sugeridas no contexto de mudanças do clima, seus objetivos e ações de adaptação esperadas, regiões e atividades prioritárias, as incertezas em relação aos impactos e implementação e as políticas públicas necessárias, considerando as prioridades destas ações.

Conforme apresentado no Produto 7 pela Agroicone, a mudança na distribuição das chuvas ao longo do ano, somado a períodos mais longos de restrição hídrica e temperatura elevada, práticas de manejo como irrigação poderão suprir o *déficit* hídrico nos períodos mais críticos do ciclo produtivo da planta.

As restrições constatadas para adoção desta prática em larga escala podem ser resumidas em: elevado custo de investimento em infraestrutura para irrigação; maior exposição do produtor aos riscos de mercado (variação de preços e possíveis perda de rentabilidade) e incertezas em relação à disponibilidade hídrica nas regiões que devem perder aptidão para lavouras de sequeiro (e que pode não ser suficiente para suprir toda a necessidade de irrigação regional).

No caso de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, os investimentos, a transferência de tecnologias e a complexidade para sua adoção também são fatores que impedem a disseminação desta tecnologia em larga escala. Incertezas em relação ao mercado madeireiro no futuro também são entraves para adoção desta tecnologia, já que elevados investimentos são desembolsados pelo produtor sem ter a certeza de demanda futura.

Entretanto, esta prática possui um potencial para minimizar os impactos negativos das mudanças do clima. No entanto, para que a ILPF seja implementada em larga escala são necessárias políticas públicas de incentivo financeiro para implementação e assistência técnica ao produtor, bem como desenvolvimento de mecanismos de mercado para a produção florestal.

CONFIDENCIAL

Tabela 2 – Principais medidas de adaptação identificadas, ação esperada, regiões prioritárias, dificuldades e incertezas, políticas públicas

Prática de manejo / Sistemas produtivos / Infraestrutura	Objetivo e ação de adaptação esperada	Regiões e atividades prioritárias	Dificuldades e incertezas para implementação	Políticas públicas necessárias / Prioridade
Irrigação	Promover a implantação de tecnologias já existentes e desenvolver e/ou adaptar tecnologias para a conservação do solo e da água no sistema de produção para evitar perdas por eventos mais frequentes de chuvas intensas, especialmente as tecnologias que permitem a redução de evaporação, maior infiltração de água do solo, maximizar o aproveitamento e armazenamento de água, adoção de sistemas de irrigação eficientes.	Prioridades por região / estados: Sul, especialmente para o cultivo de soja; São Paulo para cana-de-açúcar; Minas Gerais para o cultivo de milho; oeste da Bahia (onde deve ser intensificado o uso de irrigação para evitar perdas nas áreas atuais de sequeiro); Piauí e Mato Grosso do Sul para o cultivo de soja.	Alto grau de dificuldade para adoção larga escala devido a elevados investimentos para implementação de projetos de irrigação e incertezas sobre disponibilidade hídrica nos cenários de mudança do clima.	Gestão integrada das bacias hidrográficas: aumento de oferta de água para regiões mais afetadas no setor agropecuário; incentivos para implementação de projetos de irrigação localizados; assistência técnica para produtor. Prioridade: alta; ações de curto, médio e longo prazos.
Melhoramento genético	Desenvolvimento de sementes adaptadas às restrições hídricas, à elevada temperatura e a pragas e doenças durante o desenvolvimento das lavouras (especialmente soja, milho e cana-de-açúcar); evitar perdas de produtividade por hectare e migração produtiva regional.	Para melhoramento genético da soja: Oeste da Bahia, Piauí e Mato Grosso do Sul; Para a lavoura de cana-de-açúcar: estado de São Paulo; Para o milho primeira e segunda safras: região Sul e Minas Gerais.	Incertezas em relação a: disponibilização das tecnologias em larga escala; prazo para finalizar os testes desalinhados com as necessidades atuais (como no Sul) e futuras; preços de mercado das variedades; disseminação de tecnologia.	Investimentos em pesquisa e desenvolvimento de variedades adaptadas às restrições climáticas regionais e para as lavouras identificadas; fomentar a disseminação das tecnologias e práticas de manejo adaptadas às restrições climáticas. Prioridade: muito alta; ações de curto e médio prazos.

<p>Integração Lavoura-Pecuária-Floresta</p>	<p>Melhorar as estruturas de conservação do solo (ex. terraços, canais de escoamento gramados, vegetação de áreas suscetíveis à erosão), recuperação de áreas de preservação permanente, condicionadores orgânicos de solo e preservação e ampliação de áreas florestais geradoras de serviços ambientais (ex. recuperação da vegetação ripária e de nascentes em bacias de captação para abastecimento rural e urbano).</p>	<p>A adoção deste sistema integrado de produção deve ser prioritária nas regiões mais suscetíveis às restrições climáticas, combinado a importância na produção nacional (de grãos, carne bovina e cana-de-açúcar), como as regiões Sul e Sudeste.</p>	<p>Alto grau de dificuldade para implementação em larga escala devido à baixa capacitação do produtor e disponibilidade de recursos financeiros para investimentos; incertezas em relação ao mercado madeireiro no futuro.</p>	<p>Avaliar necessidades do mercado florestal via zoneamento agroflorestal; incentivos para implementar esta tecnologia em detrimento de monocultura; assistência técnica para avaliação e implementação do projeto ILPF; crédito rural específico orientado para este sistema (além do Plano ABC); mecanismos para redução de riscos de mercado. Prioridade: alta; ações de curto e médio prazos.</p>
<p>Infraestrutura / Parque industrial</p>	<p>Considerando a realocação produtiva projetada para grãos, oleaginosas, suínos, aves e cana-de-açúcar haverá impactos sobre a infraestrutura logística e “realocação” do parque industrial. Melhorias nos sistemas de transportes de grãos e de cana-de-açúcar são necessários para minimizar os custos e reduzir os impactos nos preços dos alimentos.</p>	<p>Realocação de grãos e oleaginosas (e consequentemente suínos e aves): Centro-Oeste e Amazônia; Setor sucroalcooleiro: região Sul e Sudeste</p>	<p>Incertezas em relação a: real capacidade das outras regiões em expandir produção mais rapidamente; avaliar potencial infestação de pragas e doenças não captadas pelo estudo nas regiões com potencial apto para expansão; entraves em relação a infraestrutura logística para acesso a insumos e comercialização; disponibilidade de mão-de-obra nas regiões potenciais.</p>	<p>Investimentos em infraestrutura logística nas regiões com potencial de expansão produtivo (Centro-Oeste, Norte Amazônia, Nordeste Cerrado); capacitação de mão-de-obra local; incentivos para investimentos na economia local; investimentos em pesquisa para combater pragas e doenças provenientes das mudanças climáticas.</p>

Fonte: resultados do estudo

Em relação ao melhoramento genético para grãos e cana-de-açúcar, com objetivo de serem mais resistentes a seca e temperaturas elevadas nos cenários climáticos, investimentos em pesquisa e desenvolvimento e a disseminação das tecnologias desenvolvidas são essenciais no curto e médio prazos (de 3 a 5 anos), com objetivo de minimizar os impactos nas regiões produtoras tradicionais. Entre as ações identificadas para esta finalidade (conforme apresentado no Produto 7 extra: Pellegrino et al., 2015) destacam-se:

- Incentivar e apoiar programas de coleta, conservação e uso sustentável de recursos genéticos e de melhoramento vegetal e animal, com ênfase na sua adaptação aos fatores bióticos e abióticos predominantes nos cenários previsíveis de aquecimento. *Curto e médio prazo. Prioridade alta.*
- Fomentar a implementação de uma rede nacional de plataformas de fenotipagem (baseadas tanto em cultivo em condições controladas quanto em campo) para dar celeridade à pesquisa em melhoramento com foco em adaptação que atendam as diversas culturas e a geografia de produção de espécies agrícolas e florestais brasileiras. *Curto e médio prazo.*
- Fomentar ações de pesquisa que envolvam a prospecção de genes, proteínas, metabólitos e/ou rotas metabólicas de espécies vegetais nativas utilizando as técnicas "ômicas" de última geração, incluindo a introdução e análise dos genes identificados em plantas modelo, como prova de conceito, e utilização dos mesmos em cultivares agrícolas. *Médio prazo.*
- Realizar o sequenciamento de genomas de espécies animais e vegetais nativas oriundas dos diferentes biomas, definidas em função de seu estado de conservação, importância ecológica e socioeconômica. *Médio e longo prazo.*
- Identificar comunidades de microrganismos benéficos e/ou simbioses dos diferentes biomas (especialmente Cerrado e Semiárido), que possam aumentar a qualidade e o potencial produtivo em condições de estresse abiótico. *Médio e longo prazo.*
- Desenvolver genótipos modificados (vegetais e animais) mais tolerantes a estresses abióticos (seca, temperatura extremas, concentração elevada de dióxido

de carbono, alagamento), bióticos e suas possíveis interações (sobretudo temperatura x deficiência hídrica x concentração de gás carbônico), além de procurar aproximar a eficiência de assimilação de carbono das plantas C3 à das C4. *Longo prazo.*

- Estabelecer métodos de cultivo e propagação sexuada e vegetativa de espécies vegetais nativas oriundas dos diferentes biomas, visando experimentação em condições controladas. *Curto e médio prazo.*
- Fomentar a implementação de uma rede de experimentos de longo prazo que identifiquem e quantifiquem os efeitos combinados dos estresses abióticos calor e seca e concentração elevada de dióxido de carbono e suas possíveis interações sobre espécies vegetais nativas, utilizando sistemas *free-air carbon experiment* (FACE) e *temperature-FACE* (T-FACE) instalados em áreas representativas dos diferentes biomas brasileiros. *Longo prazo.*
- Selecionar genótipos de animais de produção tolerantes a novos patógenos parasitas e condições climáticas futuras e suas possíveis interações, além de a diferentes níveis de severidade. *Longo prazo.*

Conforme apresentado no Produto 7 pela Agroicone, a realocação produtiva de grãos e oleaginosas traz impactos relevantes para setores como de suínos e aves. As regiões Sul e Sudeste concentraram 78% da produção de carne de frango em 2013, assim como os criadores destes animais. Para 2040, o cenário de referência aponta para redução da participação destas duas regiões na produção total para 67%, destacando-se a região Centro-Oeste Cerrado aumentando a participação produtiva. Nos cenários climáticos mais restritivos, as regiões Sul e Sudeste poderão perder ainda mais produção de carne de frango, por conta da perda de competitividade em relação às demais regiões produtoras de insumos para produção animal. A mesma lógica se aplica para a produção de carne suína.

O deslocamento da produção de grãos para regiões mais distantes encarece a ração animal, além de necessitar de infraestrutura de transportes dos centros produtores para os consumidores. Este é um importante impacto a ser considerado pelas políticas de adaptação às mudanças climáticas no Brasil.

Por outro lado, o acesso a insumos (fertilizantes, defensivos, máquinas agrícolas) nas regiões mais distantes dos centros produtores também será preponderante para a competitividade da produção nas regiões Norte-Amazônia e Centro-Oeste Cerrado. O aumento dos custos impacta nos preços ao consumidor final, afetando o poder de compra e inflação.

Outra questão relevante em relação a real capacidade das regiões aptas a expandir a produção agropecuária refere-se às incertezas em relação ao risco de doenças e infestação de pragas decorrentes do aumento de temperatura.

A continuidade da identificação das vulnerabilidades, modelagem e simulação e zoneamento agroclimático também são importantes para continuidade das análises de impacto no curto, médio e longo prazos, assim como para implementar ações efetivas para minimizar os efeitos das mudanças climáticas projetadas.

A próxima seção descreve as políticas públicas voltadas à adaptação das mudanças climáticas, complementando a abordagem realizada no Produto 7 e no Produto 7 extra (Pellegrino et al., 2015).

## **5. Políticas públicas sugeridas**

As medidas de adaptação sugeridas podem ser aliadas às de mitigação das mudanças climáticas. Práticas de manejo, como plantio direto e recuperação de pastagens degradadas (aliada à intensificação da pecuária), e adoção de sistemas produtivos mais eficientes, como integração lavoura-pecuária-floresta, são exemplos desta combinação. Entretanto, vale destacar que a adoção em larga escala e ao longo do tempo dependem de políticas de incentivos e disseminação de tecnologias para serem bem-sucedidas.

Algumas destas ações de adaptação aliadas à mitigação das mudanças do clima já foram incorporadas no Plano Nacional para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, Plano ABC. A implementação deste Plano foi iniciada em 2013, mas ainda necessita de ajustes principalmente na disseminação das tecnologias de baixa emissão de GEEs o monitoramento das ações financiadas no tocante a mitigação e adaptação e sua governança.

Na proposta de revisão do Plano ABC apresentado pelo Observatório ABC (2015), considerando o contexto de adaptação à mudança do clima do setor agropecuário brasileiro apresentado neste estudo, destacam-se:

- Manutenção do diferencial de taxas de juros em relação às linhas de crédito tradicionais;
- Disponibilizar recursos suficientes para atingir as metas de redução de emissões projetadas para 2020, em especial voltadas às tecnologias que corroboram para adaptação às mudanças climáticas (como recuperação de pastagens degradadas; sistemas produtivos integrados, como integração lavoura-pecuária-floresta - iLPF; plantio direto);
- Priorizar a liberação de financiamento do Programa ABC para adoção de tecnologias voltadas à adaptação considerando os impactos apresentados neste estudo (tais como: iLPF nas regiões Sul e Sudeste; recuperação de áreas de pastagens e intensificação da pecuária nas regiões Centro-Oeste e Norte);
- Buscar alternativas para a concessão de crédito nas regiões em que a falta de regularização fundiária limita o acesso ao crédito para adoção das tecnologias de baixa emissão de carbono, especialmente na Amazônia Legal (onde, de acordo com os resultados apresentados, haverá expansão produtiva de grãos e de pecuária);
- Assegurar que haja alocação de recursos financeiros, materiais e humanos para as ações de divulgação, treinamento e capacitação de pessoal de forma proporcional ao esforço do Tesouro Nacional com a equalização de juros, principalmente nas regiões Centro-Oeste e Norte;
- Investir em disseminação do Plano ABC e na capacitação de técnicos para acelerar a implementação de tecnologias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas;
- Elaborar critérios para a priorização de áreas, nos estados, destinadas a ações de adaptação/ mitigação, baseadas na sinergia entre os objetivos de planos federais e estaduais, como o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), planos estaduais de controle de desmatamento, planos de conservação de água etc.
- Desenvolver metodologias e monitoramento para mensurar a mitigação de gases de efeito estufa e sua capacidade de adaptação às mudanças climáticas na implementação de tecnologias ABC;
- Implantar sistemas de verificação das ações de difusão, capacitação, mapeamento de áreas prioritárias, disponibilização de insumos e pesquisa previstas

originalmente no Plano, de forma a avaliar periodicamente a necessidade de revisões.

É válido notar que a aprovação do novo acordo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que deverá ocorrer na COP21, em Paris, no final de 2015, deverá exigir mudanças na Política Nacional sobre Mudança do Clima. Considerando o enfoque de mitigação e adaptação, o Plano ABC terá o desafio de dar escala para as ações de mitigação e de adaptação, agregando a capacidade de mensurar, reportar e verificar as ações.

A implementação do Plano ABC cada vez mais difundida e com maior aporte de recursos no futuro será essencial para a agenda de adaptação do setor agropecuário. Entretanto, ações adicionais devem ser consideradas pelas políticas públicas de forma a minimizar os impactos das mudanças do clima sobre a agropecuária, conforme descrito no Produto 7 extra (Pellegrino et al., 2015), apresentado pela Embrapa, apresentadas no Quadro 1.

Outra ação no contexto de mitigação e adaptação que precisa ser considerada pelas futuras políticas nacionais, trata da conservação de vegetação nativa e da restauração de vegetação. Estima-se que os passivos de Áreas de Preservação Permanente (APPs) que deverão ser restauradas no processo de regularização perante o Código Florestal seja de 6 milhões de hectares, enquanto os passivos de Reserva Legal são de 19 milhões de hectares (Soares-Filho et al., 2014).

A agenda de restauração deve ser inserida no contexto da futura política de adaptação no setor agropecuário, seja pelo potencial de benefícios ambientais, mas também sociais e econômicos que podem ser gerados em torno de uma agenda ambiciosa de restauração. Produção e coleta de sementes e mudas, produção de madeira via manejo florestal sustentável, coleta de frutos e produtos não madeireiros, conservação da vegetação nativa, biodiversidade e recursos hídricos são elementos que compõem essa agenda.

Grande parte das ações de adaptação às mudanças climáticas deve ser voltada a redução dos impactos socioeconômicos negativos locais (como a migração produtiva e perda de valor da produção regional, especialmente nas regiões Sul e Sudeste) e em evitar a expansão agropecuária sobre a fronteira agrícola nas regiões que continuarão aptas para a produção no futuro (como nos biomas Cerrado e Amazônia), conforme identificados nas seções anteriores. A mensuração dos custos e investimentos das ações de políticas públicas

sugeridas seria muito subjetiva, optando-se por fazer uma avaliação qualitativa dos mesmos, quando aplicado.

É importante destacar também a necessidade de aprimorar a política de seguro rural, que será essencial para reduzir os impactos sobre a renda do produtor e sobre a economia local nas regiões prioritárias identificadas. A próxima seção faz uma avaliação sobre este tema.

CONFIDENCIAL

Quadro 1 – Políticas públicas sugeridas, benefícios socioeconômicos e ambientais

<b>Políticas públicas sugeridas</b>	<b>Benefícios socioeconômicos</b>	<b>Benefícios ambientais</b>	<b>Custos/investimentos</b>
Regulamentar, com base nas tecnologias e indicadores desenvolvidos, formas para a identificação de áreas prioritárias para implantação das ações de adaptação. <i>Curto prazo. Prioridade alta.</i>	Determinar ações concretas locais para reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas na produção e renda. Evitar migração regional	Implementação de tecnologias de menor impacto ambiental; evitar migração da produção em áreas de fronteira agrícola como Amazônia e Cerrado (evitar o desmatamento)	Recursos adicionais de pesquisa e desenvolvimento (Embrapa e instituições de pesquisa)
Reforçar e ampliar as estruturas institucionais para a avaliação de impacto e gestão de recursos hídricos de bacias relacionados ao uso agrícola do solo. <i>Médio prazo. Prioridade alta.</i>	Otimizar o uso dos recursos hídricos; evitar escassez de água em regiões prioritárias; evitar perda no valor da produção e impactos econômicos locais	Melhoria na conservação dos recursos hídricos; Evitar migração da produção em áreas de fronteira agrícola como Amazônia e Cerrado (evitar o desmatamento)	Recursos adicionais de pesquisa e desenvolvimento (Embrapa, ANA e instituições de pesquisa)
Aprimorar os marcos regulatórios para o pagamento por serviços ambientais ao setor agrícola. <i>Curto prazo. Prioridade alta.</i>	Reduzir os impactos econômicos nas regiões mais afetadas pelo clima. Evitar migração regional	Conservação ambiental (vegetação, água)	Não necessita de investimentos adicionais.
Implantar o “Programa de agricultura intensiva em conhecimento” como forma de promover a sustentabilidade dos sistemas de produção e do setor agrícola de forma integrada entre suas várias vertentes. <i>Curto e médio prazo.</i>	Aumento da renda da população rural; desenvolvimento local; eficiência no uso dos recursos naturais e financeiros	Aumento na eficiência do uso de recursos naturais; minimizar os impactos ambientais a partir de manejo sustentável	Recursos adicionais para disseminação do programa (Embrapa); não é possível estimar os custos
Implementar políticas de informação e capacitação sobre o problema do clima e a necessidade de práticas para adaptação dos sistemas de produção. <i>Curto e médio prazo.</i>	Acesso à informação e capacitação	Aumento na eficiência do uso de recursos naturais; minimizar os impactos ambientais a partir de manejo sustentável	Recursos adicionais para extensão rural; possibilidade de fazer parte do crédito agrícola (dentro de custeio/investimentos); não é possível estimar os custos

<p>Implementar políticas para o financiamento da safra, seguro-safra baseado em fundo que financie diferentes linhas de pesquisa de projetos estruturantes e linhas de créditos específicas de adaptação agrícola à mudança climática. <i>Médio prazo.</i></p>	<p>Reduzir os impactos econômicos nas regiões mais afetadas pelo clima. Evitar migração regional</p>	<p>Evitar migração da produção em áreas de fronteira agrícola como Amazônia e Cerrado (evitar o desmatamento)</p>	<p>Custos podem ser estimados com base no valor da produção potencial da região (seção 5.1)</p>
<p>Revisar e aprimorar os marcos regulatórios para dinamizar as ações de coleta, conservação e uso de recursos genéticos nativos em programas de pesquisa de instituições públicas brasileiras. <i>Curto prazo.</i></p>	<p>Ações para reduzir os impactos econômicos nas regiões mais afetadas pelo clima. Evitar migração regional</p>	<p>Evitar migração da produção em áreas de fronteira agrícola como Amazônia e Cerrado (evitar o desmatamento)</p>	<p>Não é possível estimar os custos e investimentos necessários</p>
<p>Promover a melhoria e implantação de ferramentas já existentes e desenvolver ferramentas de análise de dados e relatórios, com informações consistentes e em conformidade com as boas práticas científicas, visando dar suporte para tomadores de decisão, acerca o desenvolvimento de Políticas Públicas, incluindo avaliações periódicas do próprio Plano Nacional de Adaptação, do plano setorial de mudança do clima para a agricultura e reportando à estrutura de governança nacional e Ministérios competentes. <i>Curto prazo.</i></p>	<p>Acesso à informação e capacitação</p>	<p>Aumento na eficiência do uso de recursos naturais; minimizar os impactos ambientais a partir de manejo sustentável</p>	<p>Não é possível estimar os custos e investimentos necessários</p>
<p>Incentivar e promover o uso de biocombustível, e da agroenergia de forma geral, bem como o da álcoolquímica e outras fontes biogênicas de matéria-prima para a indústria química. <i>Curto prazo.</i></p>	<p>Minimizar impactos na saúde da população; impacto positivo sobre o desenvolvimento econômico local (novas indústrias)</p>	<p>Redução de emissões de GEE (substituição de energia fóssil)</p>	<p>Incentivos para atrair investimentos privados; redução de carga tributária nos biocombustíveis e energia renovável (não é possível estimar precisamente os impactos em custos e investimentos)</p>

<p>Ampliar a infraestrutura de sistemas de armazenamento e logística de produtos agrícolas, baseada em conhecimento técnico-científico avançado, como forma de reduzir as perdas na distribuição e promover o equilíbrio na oferta de alimentos e de seus preços em anos climaticamente desfavoráveis e diante dos impactos de eventos extremos, em função das mudanças climáticas, garantindo o acesso aos alimentos e promovendo a segurança alimentar. <i>Longo prazo.</i></p>	<p>Segurança alimentar</p>	<p>Aumento na eficiência do uso de recursos naturais</p>	<p>Não é possível estimar os custos e investimentos necessários</p>
<p>Promover campanhas de esclarecimento da população de modo geral sobre as contribuições da agricultura para a adaptação e mitigação das mudanças climáticas e sobre os esforços e resultados do próprio plano de adaptação, como forma de ampliar sua aceitação e o consumo consciente e preferencial de produtos derivados dessas ações relacionadas aos efeitos das mudanças climáticas e à segurança alimentar. <i>Curto prazo.</i></p>	<p>Segurança alimentar; acesso à informação e capacitação</p>	<p>Aumento na eficiência do uso de recursos naturais</p>	<p>Não é possível estimar os custos e investimentos necessários</p>

Fonte: resultados do estudo (Produto 7 extra: Pellegrino et al., 2015)

### **5.1. Seguro rural**

O Seguro Rural é um instrumento de política agrícola que permite ao produtor proteger-se contra perdas decorrentes principalmente de fenômenos climáticos adversos. Entretanto, tal ferramenta permite também a proteção da atividade agropecuária, o patrimônio do produtor rural, seus produtos, o crédito para comercialização desses produtos, além do seguro de vida dos produtores.

No Brasil, os produtos de seguro agrícola cobrem, basicamente, a redução de produtividade ocasionada por riscos identificados, em que a indenização equivale ao valor da produção que deixou de ser colhida, ou seja a diferença entre a produtividade assegurada e a efetivamente obtida.

Do ponto de vista dos produtores rurais, são apontados alguns empecilhos para a contratação do seguro, como o elevado custo do prêmio, a descontinuidade da oferta de seguros por parte das seguradoras, desinformação sobre o instrumento e o baixo nível de cobertura das apólices (Brisolara, 2013).

Como política de auxílio, o governo federal mantém o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), principal instrumento de seguro agrícola no país, que oferece ao agricultor a oportunidade de segurar sua produção com custo reduzido, por meio de auxílio financeiro do Estado. O programa tem como objetivos reduzir o custo de aquisição das apólices de seguro rural pelo produtor, contribuir para a incorporação da cultura de contratação dessa modalidade de garantia, auxiliar na expansão da área coberta com o seguro rural no País e induzir ao uso de tecnologias e modernizar a gestão do empreendimento agropecuário. São passíveis de subvenção ao prêmio as operações de seguro rural contratadas em todo o território nacional.

O benefício da subvenção federal é concedido ao produtor rural por intermédio das seguradoras credenciadas pelo MAPA para a operacionalização no PSR. A seguradora deduz a parcela correspondente à subvenção do valor do prêmio da apólice contratada pelo produtor rural.

Como regra geral, para todas as modalidades de seguro rural, independente da cultura/atividade subvencionável e da região produtora, o percentual de subvenção do seguro

rural é de 40% sobre o valor do prêmio estipulado em apólice. Entretanto, para as culturas de soja, milho, arroz, feijão, algodão, tomate, caqui, ameixa, maçã, pêssego e uva, o percentual de subvenção é de 60% para aquelas microrregiões onde essas culturas possuem substancial importância econômica, ao mesmo tempo em que estão sujeitas a maior vulnerabilidade climática, conforme parâmetros extraídos do zoneamento agrícola de risco climático.

Entre 2005 a 2013, como mostra a Tabela 3, o número de produtores atendidos passou de 849 para 65,5 mil, totalizando no último ano 9,6 milhões de hectares segurados e R\$ 557,6 milhões subvencionados pelo governo. O crescimento dessas estatísticas pode ser explicado pelo desempenho continuamente positivo do setor agrícola brasileiro.

Tabela 3 – Seguro rural no Brasil

Ano	Número de produtores atendidos	Área segurada (milhões de hectares)	Subvenção (Milhões de R\$)	Importância segurada (Milhões de R\$)
2005	849	0,1	2,3	126,6
2006	16.653	1,6	31,1	2.869,3
2007	27.846	2,3	61,0	2.706,6
2008	43.642	4,8	157,5	7.209,2
2009	56.306	6,7	259,6	9.684,2
2010	43.177	4,8	198,3	6.541,6
2011	40.109	5,6	253,5	7.339,0
2012	43.538	5,2	318,2	8.782,2
2013	65.556	9,6	557,6	16.843,7
Taxa média de crescimento anual	18,7%	25,5%	43,4%	24,8%

Fonte: MAPA, 2014

Apesar do crescente valor de subvenção entre 2005 e 2013, o alcance deste tipo de instrumento ainda é pequeno no país e atinge um número baixo de agricultores beneficiados, sendo que um aumento da cobertura do seguro privado vai depender de uma série de ações que não passam somente pelo aumento do aporte de recursos públicos. O aprofundamento da adoção da prática do seguro rural necessita também de uma ampliação e mais efetividade da política de zoneamento agrícola e de um protagonismo maior da assistência técnica na orientação dos produtores. Tais serviços de apoio à agropecuária deverão permitir mais participação dos agentes privados no financiamento setorial (Belik, 2015).

Além do PSR, o governo federal mantém o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) que visa atender aos pequenos e médios produtores e garante a desobrigação financeira relativa à operação de crédito rural de custeio, cuja liquidação seja dificultada pela ocorrência de fenômenos climáticos, pragas e doenças que atinjam a produção agrícola e pecuária.

O Proagro é administrado pelo Banco Central do Brasil e operado por seus agentes, representados pelas instituições financeiras autorizadas a operar em crédito rural, as quais contratam as operações de custeio e se encarregam de formalizar a adesão do mutuário ao Programa, da cobrança do adicional, das análises dos processos e da decisão dos pedidos de cobertura, do encaminhamento dos recursos à Comissão Especial de Recursos – CER, dos pagamentos e registros das despesas.

É importante ressaltar que o Proagro é obrigatório para os tomadores de crédito no Brasil, mas este só cobre uma parcela do financiamento. Além disso, é conhecido pela burocratização no recebimento das indenizações. Tais condições fazem com que seja necessário aprofundar alguma forma de seguro de renda para o agricultor e pecuarista, modalidade pouco utilizada e que também dependeria de subsídio público às companhias que oferecessem este produto independentemente ou não do crédito (Belik, 2015).

Entretanto, para acessar ao Proagro e à subvenção federal ao prêmio do seguro rural, o produtor deve atender às normas do Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Este é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura cujo o objetivo é minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos e permite a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cultivares.

O que se observa atualmente no Brasil é a baixa participação dos recursos privados no crédito rural. Tal fato é ocasionado pela insuficiência de garantias envolvidas na operação. Na medida em que as taxas de juros do crédito rural se aproximam das taxas de mercado e há um movimento visando ao aumento das garantias fornecidas pelos tomadores, haveria espaço para o crédito rural privado crescer de forma considerável (Belik, 2015).

Além disso, no país, há grande incerteza quanto ao montante efetivo de recurso que será transferido para subvenção. É frequente que os valores orçados não sejam cumpridos. Atrasos na transferência de recursos constituem o dia a dia do mercado de seguros brasileiro.

Esse cenário traz insegurança às seguradoras privadas e é incompatível com a estrutura de mercado de seguro rural (Barros, 2012).

A Tabela 4 compara as informações sobre o seguro agrícola em 2013 para a cultura de soja com a área plantada em 2013 sob alto risco agroclimático atual e futuro (de acordo com as projeções realizadas neste estudo).

Tabela 4 – Análise do seguro agrícola para soja e impactos das mudanças climáticas

	Número de apólices	Área segurada (ha)	Importância segurada (R\$)	Prêmio (R\$)	Subvenção (R\$)	Área plantada (ha)	Quantidade produzida (ton)	Área plantada em 2013 em áreas com alto risco climático (ha)	Área plantada em 2040 em áreas com alto risco climático (ha)
PR	19.612	1.774.557	2.056.772.187	134.125.641	74.952.698	4.762.522	15.937.620	91.916	4.762.522
SC	1.152	100.178	132.480.311	8.120.356	3.981.297	521.339	1.586.351	59.200	521.239
RS	5.757	839.025	839.176.733	72.530.048	40.043.079	4.727.833	12.756.577	4.001.728	4.718.833
SP	3.848	338.628	467.854.882	29.431.590	13.117.779	610.452	1.844.951	500	553.608
MG	1.807	284.449	427.985.989	23.871.109	10.857.123	1.153.720	3.375.690	812	397.705
MS	3.021	577.850	710.610.190	43.843.571	20.621.479	1.987.296	5.780.519	37.465	1.874.496
MT	1.410	504.036	721.920.956	28.123.462	14.460.738	7.931.905	23.416.774	0	211.035
GO	3.650	617.163	939.080.756	45.647.988	25.873.491	2.947.957	8.913.069	0	5.638
DF	63	8.675	13.683.353	633.267	267.928	52.500	152.250	0	0
BA	660	207.994	285.574.887	22.768.168	10.097.452	1.211.267	2.765.533	20.333	307.752
PI	246	78.784	103.206.580	7.278.095	3.214.219	551.561	920.950	140	551.261
MA	220	68.671	83.251.832	6.294.273	2.733.559	564.546	1.581.687	0	250
TO	318	79.669	100.658.943	5.921.217	2.786.004	536.545	1.557.939	0	0
RO	56	6.775	8.620.708	478.824	273.405	179.886	574.900	0	0
TOTAL	41.820	5.486.454	6.890.878.307	429.067.609	223.280.251	27.929.075	81.671.157	4.394.771	13.904.339

Em se tratando da sojicultura, para o ano de 2013, o maior número de apólices do PSR foi para o estado do Paraná, seguido por Rio Grande do Sul, São Paulo e Goiás. No mesmo ano, o total de área assegurada nessa cultura totalizou 5,5 milhões de hectares, representando 20% da área plantada de soja. Quanto à área plantada em 2013, 4,4 milhões de hectares estavam em áreas classificadas como de alto risco agroclimático, sendo que no estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, 4 milhões de área plantada em 2013 classificadas como de alto risco agroclimático deveriam ser cobertas pelo seguro rural (sendo que do total de área plantada de soja no estado, classificadas de baixo e alto risco agroclimático, apenas 839 mil ha foram cobertos pelo programa de seguro rural).

Estima-se que a área plantada de soja em 2013 classificadas como de alto risco agroclimático alcance de 13,9 milhões de hectares no cenário climático HadGEM2-ES RCP 8.5

em 2040 se não houver realocação produtiva, sendo que essa elevação será maior nos estados da região Sul, no Mato Grosso do Sul, Piauí, São Paulo e Minas Gerais. Considerando os valores por hectare de 2013, a importância segura deveria aumentar 2,3 vezes em 2040 em relação a de 2013 (atingindo R\$ 16 bilhões), sendo a necessidade de aumento da subvenção de R\$ 595 milhões (2,7 vezes maior do que em 2013), somente para minimizar os riscos de perda de safra nos estados selecionados, sem contar com as projeções de expansão da área de soja em 2040.

Mesmo nas áreas que continuarão aptas para a expansão agropecuária em 2040, como nas regiões Centro-Oeste e Norte, é importante ressaltar que as mesmas não estarão livres do risco de perda de safra, especialmente em decorrência da infestação de pragas e doenças consequentes do aumento da temperatura durante o ciclo de desenvolvimento das lavouras. Isso ressalta a importância em aumentar a oferta de seguro rural no país, e desenvolvimento de políticas públicas relacionadas.

## **6. Considerações finais**

Este relatório final refere-se ao estudo “Adaptação às mudanças do clima: impactos sobre a agricultura brasileira”, desenvolvido pela Agroicone e Embrapa Informática, e apresentou a síntese metodológica do estudo, a análise integrada dos resultados obtidos, as possíveis medidas de adaptação às mudanças climáticas e as políticas públicas sugeridas.

A metodologia utilizada para analisar os impactos das mudanças climáticas sobre o setor agropecuário brasileiro integrou a análise individual dos impactos climáticos por atividade e por recorte regional (municipal, neste estudo), utilizando o Simulador SCenAgri-Embrapa, com a dinâmica econômica do uso da terra e de oferta e demanda das principais commodities agropecuárias, utilizando a Modelo de Uso da Terra para a Agropecuária Brasileira – BLUM. Esta metodologia já havia sido testada e utilizada em Assad et al. (2013), também resultando em análises de impactos semelhantes aos apresentados neste estudo, porém para modelos e cenários climáticos diferentes aos utilizados.

A partir dos resultados do cenário de referência pode-se afirmar que a agropecuária brasileira deverá apresentar crescimento expressivo até 2040, puxado pelo consumo doméstico e pelas exportações. Entretanto, o crescimento ao longo do período projetado

deverá ser menor do que observado na última década, devido à desaceleração da economia mundial e à atual consolidação do Brasil com elevadas participações no comércio mundial nos principais produtos da pauta exportadora de *commodities* agrícolas.

De acordo com os resultados simulados no SGenAgri-Embrapa, os impactos das mudanças climáticas sobre o potencial produtivo das lavouras serão relevantes em todos os cenários analisados, em especial àqueles simulados pelo modelo HadGEM2-ES. A ocorrência de veranicos mais intensos, o aumento da temperatura e a mudança na distribuição das chuvas explicam os impactos negativos das mudanças do clima sobre o setor agropecuário brasileiro, que hoje é quase totalmente baseado em produção de sequeiro. Os impactos negativos mais relevantes foram constatados na lavoura de soja especialmente na região Sul do Brasil em todos os cenários climáticos para 2040.

Apesar de importantes impactos negativos sobre as lavouras e pastagens, ainda existe um potencial produtivo relevante para todo o setor, superior à demanda por área apresentado no cenário de referência para 2040. Entretanto, impactos regionais e locais não podem ser ignorados, além da necessidade de realocação produtiva para regiões de baixo risco agroclimático.

As simulações dos cenários climáticos utilizando a modelagem econômica BLUM apresentaram a seguinte dinâmica: a redução das áreas aptas para produção agropecuária afetou os preços das *commodities* agrícolas; as regiões de maior aptidão produtiva responderam positivamente, enquanto outras regiões deverão perder produção; haverá impactos sobre os preços ao produtor e ao consumidor final; novos equilíbrios de oferta, demanda e preços serão esperados para 2040.

Reforçando a análise das lavouras isoladamente, realizada pela Embrapa e descrito no Produto 4 (CNPTIA-Embrapa), a modelagem econômica captou as mudanças no uso da terra por região e entre regiões. De forma resumida, pode-se ressaltar os seguintes resultados das simulações dos cenários climáticos (a partir dos resultados apresentados no Produto 5):

- De modo geral, a oferta e demanda nacionais de todos os produtos agropecuários foram afetados negativamente em até 3% em 2040 nos cenários climáticos em relação ao cenário de referência. A produção de carne bovina apresentou maior impacto negativo no cenário climático HadGEM2-ES;

- As simulações realizadas a partir dos cenários do modelo climático HadGEM2-ES (RCP 8.5 e 4.5) apresentaram impactos mais relevantes sobre o uso da terra, valor da produção, preços e dinâmica regional;
- As regiões Sudeste e Nordeste Cerrado apresentaram redução de área total alocada para agropecuária (somando -15,6 milhões de ha) devido às restrições climáticas impostas provenientes do modelo HadGEM2-ES;
- Em resposta à redução de área produtiva de outras regiões, o Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia deverão somar um aumento de área alocada para agropecuária em 1,7 milhão de ha no cenário HadGEM2-ES RCP 8.5;
- Apesar da resposta de regiões como Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia em aumentar a área alocada para lavouras, a área total para este uso reduziu 4,5 milhões de ha no cenário climático mais restritivo;
- A área alocada para pastagens poderá ser reduzida em até 11 milhões de ha em 2040 no cenário climático mais restritivo em relação ao cenário de referência, porém com baixo impacto sobre a produção total de carne bovina;
- A região Sul reduziu significativamente a área de soja (em até 8 milhões de ha em 2040 em relação ao cenário de referência), sendo grande parte substituída área de pastagens de baixa tecnologia;
- Na região Sudeste, grande parte da perda de área total alocada para agropecuária ocorreu sobre áreas de pastagens de média tecnologia nos cenários climáticos mais restritivos em 2040, em relação ao cenário de referência;
- As regiões Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia deverão compensar parcialmente as perdas de áreas de soja e milho das regiões do Sul e Sudeste. Haverá forte intensificação de áreas de pastagens nessas regiões, reduzindo a demanda por novas áreas para produção agropecuária;
- O Nordeste Litorâneo, que já possui restrições agroclimáticas à produção agropecuária, deverá perder área de milho, feijão e pastagens em 2040 nos cenários climáticos mais restritivos, em relação ao cenário de referência. A área de cana-de-açúcar, porém irá substituir parcialmente estas atividades;
- No Nordeste Cerrado, a mudança de uso da terra ocorrerá a favor da área de soja, em detrimento das demais lavouras e de pastagens;

- As regiões Sul e Sudeste apresentaram redução no valor da produção agropecuária nos cenários climáticos mais restritivos. No Sul, a substituição de grãos por pastagens não foi compensada em valor monetário gerado pela região, sendo reduzido em 22%. No Sudeste, a perda no valor da produção foi de 9%;
- As regiões que apresentaram aumento da produção de grãos e oleaginosas, como Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia, acompanhado pela intensificação da produção pecuária, apresentaram aumento de até 40% no valor da produção agropecuária. O Nordeste Cerrado também aumentou o valor da produção nos cenários climáticos em relação ao cenário de referência, apesar da perda de área total produtiva.

A partir dos resultados apresentados pode-se dizer que a própria dinâmica econômica deverá apresentar medidas de adaptação às restrições climáticas. Entretanto, políticas públicas devem ser voltadas para minimizar os impactos negativos das mudanças do clima sobre o setor agropecuário brasileiro, a produção e preços dos alimentos (podendo afetar a taxa de inflação) e ao poder aquisitivo da população.

Impactos locais negativos também não podem ser ignorados pelo setor público, já que diversas microrregiões deverão reduzir o valor da produção agropecuária em 2040 em relação ao cenário de referência para o mesmo ano, afetando negativamente a economia local (renda, emprego e PIB), conforme apresentado neste relatório.

Entre as medidas de adaptação sugeridas destaca-se a inovação tecnológica, capaz de introduzir novas variedades de sementes resistentes a períodos de seca mais longos e aos eventos extremos. Entretanto, é necessário acelerar o período de testes de novas cultivares, em especial adaptadas para a soja na região Sul. Sugere-se que a disponibilização desta nova tecnologia no mercado seja breve, já que a região já sofre atualmente com veranicos e períodos de seca mais prolongados. O estado de Mato Grosso do Sul e região oeste da Bahia também devem ser foco de desenvolvimento de tecnologias para soja. No caso do estado de São Paulo, essa inovação tecnológica deve ocorrer para a lavoura de cana-de-açúcar.

Para contornar os veranicos, que afetarão as lavouras na região Sul do Brasil, o oeste da Bahia e o Mato Grosso do Sul, a incorporação de irrigação como prática de manejo pode ser uma opção de adaptação. Entretanto, a disponibilidade hídrica, os custos de produção (e

exposição maior ao risco de preço de mercado em relação às lavouras de sequeiro) e a infraestrutura necessária podem ser restritivas em adotar esta prática de manejo em larga escala. Se houver adoção desta prática produtiva em larga escala, deverá haver redução em até 80% as perdas econômicas da região Sul, por exemplo.

Implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta – iLPF pode ser uma alternativa para melhoria de produtividade da pecuária e de redução de risco produtivo nas regiões mais afetadas. Entretanto, a complexidade de se implementar estes sistemas, a falta de capacitação do produtor e os elevados investimentos para adoção (e riscos de mercado associados) são entraves para implementação em larga escala no curto prazo.

Importante observar também que a nova geografia produtiva de grãos e oleaginosas trará efeitos sobre os setores consumidores, como os produtores de suínos e aves. Estes setores deverão ser impactados pela realocação produtiva das principais matérias-primas utilizadas no ciclo produtivo. Desse modo, os custos de produção deverão aumentar e a infraestrutura deverá ser desenvolvida e adaptada para suprir as necessidades destes setores.

O “deslocamento” da produção de suínos e aves para regiões produtoras de grãos irá afetar ainda mais as economias das regiões com maior risco agroclimático, como é o caso da região Sul. Se isso ocorrer, os preços ao consumidor destes produtos também serão aumentados, agravando a inflação de alimentos provocada pelas mudanças climáticas.

Em resumo, destacam-se as seguintes intervenções de políticas públicas para reduzir os impactos das mudanças do clima sobre o setor agropecuário brasileiro:

- Investimento em pesquisa e desenvolvimento voltados a:
  - Recursos genéticos e melhoramento;
  - Zoneamento agroclimático e desenvolvimento contínuo de estudos voltados à adaptação e mitigação das mudanças climáticas;
  - Manejo de pragas e doenças;
- Disseminação de tecnologias e disponibilização de assistência técnica ao produtor;
- Incentivos para investimentos em práticas agrícolas sustentáveis e com potencial de reduzir o risco produtivo (utilizando as políticas existentes, como

o Plano ABC, porém com aumento no acesso aos recursos e diferencial de taxas de juros);

- Criação de ações de adaptação com enfoque regional, o que pode ensejar o estabelecimento de políticas regionais de baixo carbono (ABC regional) que visem incentivar práticas de adaptação e/ou mitigação em determinadas regiões do país;
- Gestão integrada de recursos hídricos, especialmente em áreas prioritárias para irrigação (assim como desenvolver estudos voltados à análise da disponibilidade hídrica para cenários climáticos no futuro);
- Investimentos em infraestrutura logística nas regiões com potencial aumento produtivo;
- Evitar a migração produtiva regional, o desmatamento e os efeitos negativos sobre a produção agropecuária e preços dos alimentos;
- Aumentar o acesso ao seguro rural, especialmente nas regiões mais vulneráveis ao risco agroclimático.

Como destacado no Produto 7 extra (Pellegrino et al., 2015), “as alterações climáticas representam um desafio sem precedentes para a capacidade de adaptação do setor agrícola, no Brasil e no mundo. O setor produtivo precisa adaptar suas práticas agrícolas a fim de reduzir os novos riscos de produção associados às mudanças climáticas.

Os efeitos atuais das mudanças do clima são um desafio de gestão agrícola e podem exigir grandes ajustes nas práticas de produção ao longo dos próximos 30 anos. As mudanças projetadas para as próximas décadas têm o potencial de transformar a agricultura de diversas regiões brasileiras, em particular para os sistemas de produção situados em áreas climáticas marginais.

Um plano nacional contendo medidas adaptativas, bem coordenado entre as múltiplas dimensões do setor agropecuário brasileiro, envolvendo produtores rurais, a agroindústria e governo, se faz necessário para minimizar os custos dos efeitos negativos das mudanças do clima e, em alguns casos, oferece potencial para capitalizar algumas oportunidades apresentadas.

Nesse sentido, o presente Relatório visa contribuir como ponto de partida para o detalhamento de um Plano Nacional de Adaptação do Setor Agrícola que possa detalhar e priorizar os meios de implementação dessas ações.

### **Referências Bibliográficas**

- ANA – Agência Nacional de Águas. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Cadernos de capacitação em Recurso Hídricos; Vol 1; Brasília: SAG, 2011. 64 p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial; Brasília: ANA, 2012. 215 p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. Relatório de Conjuntura 2013. Brasília: ANA, 2013. 434 p.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; NASSAR, A. M.; HARFUCH, L.; FREITAS, S.; FARINELLI, B.; LUNDELL, M.; BACHION, L. C.; FERNANDES, E. C. M. (2013). Impactos das Mudanças Climáticas na Agropecuária Brasileira. Washington, Banco Mundial, 116 p.
- BACEN – Banco Central do Brasil. Boletim Focus – Relatório de Mercado (publicado em 08/08/2014). Brasília, Bacen, 4 p.
- BACEN - Banco Central do Brasil. Manual de Crédito Rural. Disponível em: <<http://www3.bcb.gov.br/mcr/>>.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.
- BARROS, A.M (coord.). 2012. Seguro Agrícola no Brasil: Uma visão estratégica de sua importância para a Economia brasileira. Disponível em: <[http://ciflorestas.com.br/arquivos/d\\_d\\_d\\_17833.pdf](http://ciflorestas.com.br/arquivos/d_d_d_17833.pdf)>.
- BARROS, G.S.C.; OSAKI, M.; ALVES, L.R.A.; ADAMI, A.C.O.; LIMA, F.F.; RIBEIRO, R.G.; IKEDA, V. Y. Viabilidade econômica para a introdução do sistema de irrigação na área de grãos em Cruz Alta-RS. Piracicaba: CEPEA, ESALQ-USP, 2013.
- BELIK, W. O financiamento da agropecuária brasileira no período recente. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3407/1/td\\_2028.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3407/1/td_2028.pdf)>.

- BRISOLARA, C.S. Proposições para o desenvolvimento do seguro de receita agrícola no Brasil: do modelo teórico ao cálculo das taxas de prêmio. 2013. 238 p. Tese (Doutorado em Ciências – Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-02102013-141823/publico/Claudio\\_Silveira\\_Brisolara\\_versao\\_revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-02102013-141823/publico/Claudio_Silveira_Brisolara_versao_revisada.pdf)>.
- CNPTIA-Embrapa. Nakai, A. M.; Oliveira, A. F. de; Pellegrino, G. Q.; Assad, E. D.; Monteiro, J. E. B. de A. Produto 4 - Relatório de análise comparativa das culturas nos cenários simulados para 2040 em relação à condição atual. Campinas-SP, CNPTIA-Embrapa, dez. 2014.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do Agronegócio. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib\\_Cepea\\_1994\\_2013\\_final.xlsx](http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/other/Pib_Cepea_1994_2013_final.xlsx)>.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Balança Comercial do Agronegócio. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1538&t=2>>.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução N° 32, de 15 de outubro de 2003. Diário Oficial da União. Resolução N. 27 de 22 de janeiro de 2014. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=3&data=23/01/2014>>.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1819>
- Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. IV Plano Diretor da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia 2008-2011-2023. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, DF, 2009. 34 p.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Uma soja para enfrentar a seca. Brasília, Embrapa, Notícias Biotecnologia e Biossegurança. 25/11/2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2271249/uma-soja-para-enfrentar-a-seca>. Acessado em: 23/02/2015.
- FEALQ – Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil. Projeto de Cooperação Técnica IICA/BRA/08/002. Piracicaba, dez. 2014. (contato pessoal).

- FERNANDES, ECM, SOLIMAN, A., CONFALONIERI, R., DONATELLI, M. E TUBIELLO, F. (2011). Climate change and agriculture in Latin America (2020-2050). The World Bank, Washington, DC
- GEO Brasil – Recursos Hídricos. Componente da Série Histórica sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional das Águas – ANA, 2007.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Territorial Brasileira em 2006. Disponível em:  
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/territorio/download/default.asp?z=t&o=4>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal – PAM 2012. Disponível em:  
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=28>
- ICONE – Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais. 2014. Modelo de Uso da Terra para a Agricultura Brasileira – BLUM. Disponível em:  
[http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/estudos/2012/descricao\\_blum\\_modelo\\_de\\_uso\\_da\\_terra\\_para\\_a\\_agricultura\\_brasileira\\_0106.pdf](http://www.iconebrasil.com.br/datafiles/publicacoes/estudos/2012/descricao_blum_modelo_de_uso_da_terra_para_a_agricultura_brasileira_0106.pdf)
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. WGII AR5: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Summary for Policymakers, 2014. Available at:  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_SPMcorr1.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_SPMcorr1.pdf)
- MARGULIS, S E DUBEUX C. B. S.(2010) Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades. IBEP Gráfica, São Paulo. 82 p.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 15 dez. 2014.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015. Brasília, 2014. Disponível em:  
<[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/PAP%202014-2015.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PAP%202014-2015.pdf)>.
- MAPA - Ministério da Agricultura. Seguro Rural. 2015. Disponível em:  
<<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/seguro-rural>>.

- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Cadernos Setorial de recursos hídricos: agropecuária; Brasília: MMA, 2006. 96 p.
- MME – Ministério de Minas e Energia e EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Cenário Econômico 2050. 2014. Rio de Janeiro, Estudos Econômicos, Nota Técnica 12/14, 125 p.
- NASSAR, A. M.; ANTONIAZZI, L. B.; MOREIRA, M. R.; CHIODI, L.; HARFUCH, L. 2010A. An Allocation Methodology to Assess GHG Emissions Associated with Land Use Change: Final Report. ICONE, Setembro 2010. Disponível em:  
<<http://www.iconebrasil.org.br/arquivos/noticia/2107.pdf>>.
- Observatório ABC. Propostas para Revisão do Plano ABC. 2015. Disponível em:  
<[www.observatorioabc.com.br](http://www.observatorioabc.com.br)>
- ONU – Organização das Nações Unidas. 2011. World Population Prospects: The 2010 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011), CD-ROM Edition. Available at: <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>
- Pellegrino, G. Q. et al. Produto 7 extra - Medidas Adaptativas para Agricultura. Campinas, Embrapa, maio 2015.
- PORTO, M.A.F; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados; v. 22; n. 63; 2008. 43 – 60 pp.
- SOARES-FILHO, B. et al. Cracking the Brazilian Forest Code. Science, v. 344, n. 6182, 25 Apr. 2014. DOI: 10.1126/science.1246663.
- SUSEP - Superintendência de Seguros Privados. Seguro Rural. Disponível em:  
<<http://www.susep.gov.br/menu/informacoes-ao-publico/planos-e-produtos/seguros/seguro-rural>>.