

Produto 7:
Relatório Parcial
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)

Luciane C. Bachion

Marcelo M. R. Moreira

Willian J. Kimura

Wilson M. Zambianco

São Paulo-SP
20 de março de 2015

Sumário

CONTEXTO	3
1. Introdução	4
2. Análise das possíveis medidas de adaptação	5
2.1. Práticas de manejo	6
2.2. Melhoramento genético	13
2.3. Realocação produtiva	14
2.4. Incertezas sobre as medidas de adaptação	16
2.5. Medidas de adaptação analisadas pela Embrapa Informática	17
3. Considerações Finais	18
Referências Bibliográficas	20

CONFIDENCIAL

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 foca no tema da Adaptação às Mudanças Climáticas.

A agricultura tem um papel importante nesse contexto, pois é fortemente impactada pela mudança climática. Devido à 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. 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 climáticas.

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.

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

Ação / Produto	Produto esperado / Forma de entrega dos resultados
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.
8	Relatório final.

Este relatório refere-se ao Produto 7 da Tabela A “Relatório de análise das possíveis medidas adaptativas identificadas”. O objetivo do Produto 7 é identificar, de forma geral, as possíveis medidas de adaptação para o setor agropecuário, com base nos impactos sobre o setor identificados no Produto 5.

1. Introdução

A agricultura é um importante setor da economia brasileira, que responde por cerca de 5,5% do PIB (25% quando o agronegócio é incluído) e por 36% das exportações do país. 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 2009, o Brasil apresentou um saldo comercial positivo agrícola de US\$55 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 climáticas.

O setor agropecuário tem um papel importante no ciclo do carbono já que ao mesmo tempo em que se configura como fonte de emissões de gases de efeito estufa – causa principal do aquecimento global – também pode ser fortemente impactada pela mudança climática. Devido à 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 Mudança do Clima (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 da mudança global do clima. Desta

forma, torna-se fundamental a elaboração de subsídios ao planejamento nacional de longo prazo que incorpore a mudança 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.

Este 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 apresentadas as possíveis medidas de adaptação. Vale ressaltar que as análises apresentadas neste relatório baseiam-se em revisão de literatura sobre as medidas adaptativas e análises exploratórias, considerando as incertezas em relação ao desenvolvimento tecnológico (dos setores público e privado) e das possibilidades de incorporação de técnicas de manejo pelo produtor rural.

2. Análise das possíveis medidas de adaptação

A partir dos resultados apresentados no Produto 5, pode-se dizer que a própria dinâmica econômica de realocação do uso da terra reduz os impactos negativos das mudanças climáticas sobre o setor agropecuário. Em termos de produção, algumas regiões ganham com estes efeitos, outras perdem. O mesmo para o valor da produção e, conseqüentemente, geração de emprego e renda. Importante ressaltar que as restrições produtivas causadas pelas mudanças climáticas trarão aumentos nos preços das *commodities* agropecuárias, afetando a inflação de alimentos e o poder de compra da população.

A produção de soja na região Sul é a principal lavoura afetada negativamente, perda parcialmente compensada nas regiões Centro-Oeste Cerrado, Norte Amazônia e Nordeste Cerrado. Entretanto, mesmo com a realocação produtiva na região Sul, com aumento da produção pecuária, deverá haver perdas econômicas locais.

Fernandes *et al.* (2011), em um estudo regional dos impactos das mudanças climáticas na agricultura latino-americana também constatou que a produção de soja

possivelmente poderá ser afetada em até 30% no Brasil já em 2020 e ainda mais em 2050. No entanto, a análise mostrou que a simulação das intervenções de adaptação (variedades de ciclo curto e longo, espécies com raízes mais profundas e resistentes à seca, irrigação moderada nas fases críticas do crescimento e uma mudança nas datas de plantio) indicou que é possível atenuar as perdas de todas as lavouras afetadas.

Considerando o risco agroclimático das regiões produtoras de grãos, oleaginosas, cana-de-açúcar e pecuária bovina, é importante considerar possíveis medidas de adaptação às condições climáticas via práticas específicas de manejo e/ou implementação de novas tecnologias, exploradas nas próximas seções.

2.1. Práticas de manejo

Entre as práticas de manejo destaca-se a irrigação, conforme constatado por Fernandes *et al.* (2011). Devido à mudança na distribuição das chuvas ao longo do ano, somado a períodos mais longos de restrição hídrica e temperatura elevada, a irrigação poderá suprir o *déficit* hídrico nos períodos mais críticos do ciclo produtivo da planta.

Entretanto, existem ao menos dois importantes fatores a serem considerados para implementar esta prática em larga escala: o investimento elevado para implantação de um projeto de irrigação, conforme descrito por Barros *et al.* (2013), e a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas das regiões afetadas.

De acordo com Paulino *et al.* (2011), a área irrigada no mundo ocupa cerca de 17% de toda terra agricultável e é responsável por mais de 40% da produção mundial de alimentos. A produtividade por hectare, entretanto, pode ser até 3 vezes maior do que a produção de sequeiro no Brasil, segundo os autores.

Os dados apresentados em GEO Brasil (2007) mostram que o consumo de água para irrigação na agricultura já responde atualmente por cerca de 46% do total no Brasil, e a produção animal responde por 7% do consumo total de água. Entre as 12 regiões hidrográficas brasileiras, as de maior uso da água para produção agropecuária são Atlântico Sul, Uruguai, Paraná, Atlântico Nordeste Oriental e São Francisco.

Segundo os dados do Censo Agropecuário (2006), as regiões Sudeste e Sul lideram a produção agropecuária em área irrigada e juntas respondem por mais de 63% da área total irrigada do Brasil. Entretanto, possuem diferentes sistemas de irrigação, predominando a inundação na região Sul, em especial para cultivo de arroz, e aspersão na região Sudeste.

Tabela 1 – Área irrigada no Brasil em 2006 por sistema e por região (em mil ha)

	Inundação	Sulcos	Pivô	Aspersão	Localizada	Total
Sudeste	28	28	396	737	193	1.587
Sul	924	83	61	108	18	1.225
Nordeste	70	110	201	408	103	985
Centro-Oeste	29	32	173	290	9	549
Norte	34	4	9	30	5	108
Brasil	1.085	257	840	1.573	328	4.454

Fonte: IBGE (2006)

Segundo ANA (2013), em 2012 a área irrigada no Brasil alcançou 5,8 milhões de ha, crescendo 29% em relação a área apresentada por IBGE (2006). Entretanto, a área potencial para utilizar a prática de irrigação no Brasil é de 29,6 milhões de ha, divididos entre as regiões hidrográficas do país (ANA, 2013), conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Área potencial para irrigação por região (em mil ha)

Região	Várzeas	Terras Altas	Total	Participação no total (%)
Sudeste	1.029	3.200	4.229	14,3
Sul	2.207	2.300	4.507	15,2
Nordeste	104	1.200	1.304	4,4
Centro-Oeste	2.326	2.600	4.926	16,7
Norte	9.298	5.300	14.598	49,4
Totais	14.964	14.600	29.564	100

Fonte: MMA (1999) *apud* Christofidis (2006)

Estudo realizado pela FEALQ para o Ministério de Integração Nacional em 2014 (FEALQ, 2014), mostra um potencial irrigável de 81 milhões de ha (dos quais 7,4% já utilizados, segundo dados da ANA para o ano de 2013), superior ao apresentado na Tabela 2. As regiões Sul e Sudeste poderão expandir a área irrigável em 9,38 e 14,26 milhões de ha, respectivamente, sendo 51% deste total com alta e média aptidão para agricultura (considerando qualidade dos solos e relevo). Assim, ao comparar os estudos sobre potencial irrigável e apto para produção agropecuária, a região Sul possui de 4,5 a 4,9 milhões de ha de potencial irrigável, mas FEALQ (2014) apresenta maior potencial para a região Sudeste (7,3 milhões de ha aptos comprados com 4,2 milhões da Tabela 2).

Em relação aos investimentos para implantação de sistemas de irrigação e os custos de produção, Barros *et al.* (2013) demonstrou um estudo de uma propriedade típica localizada em Cruz Alta – RS comparando os sistemas produtivos de sequeiro e irrigado para uma fazenda padrão para produção de grãos (soja, milho e trigo). A primeira diferença entre os sistemas refere-se a possibilidade de se usar a terra de forma mais intensiva ao longo de

tudo o ano no sistema irrigado, como safras de verão, inverno e ainda uma segunda safra de soja. A produtividade média também é superior ao sistema de sequeiro, superando-o em 56% no caso da soja, 82% no caso do milho e 25% para o trigo, adicionando ainda a segunda safra de soja. Por, os custos operacionais totais de soja e milho irrigados chegam a ser 56% e 51% superiores aos de sequeiro, respectivamente.

Apesar da rentabilidade poder ser maior no sistema irrigado em relação ao de sequeiro, há investimentos elevados para implantação de um projeto de irrigação, aumentando o risco do produtor em relação às mesmas condições de mercado de um produtor de sequeiro. Ainda assim, segundo Barros *et al.* (2013), o retorno dos projetos de irrigação é superior ao de sequeiro, apesar do investimento adicional de R\$ 700 mil para uma fazenda de 175 ha, como mostra a Tabela 3¹.

Tabela 3 – Análise de investimento fazenda produtora de grãos em Cruz Alta – RS

	Sistema sequeiro	Sistema irrigado
Investimento máquinas	R\$ 1.446.500	R\$ 1.446.500
Investimento benfeitorias	R\$ 335.000	R\$ 335.000
Investimento Irrigação	0	R\$ 700.000
VPL (10 anos)	R\$ 932.797	R\$ 2.623.499
TIR (10 anos)	20%	30%
<i>Payback</i>	4 anos e 3,8 meses	3 anos e 1,7 meses

Fonte: Barros et al. (2013)

O principal risco associado à implantação do sistema irrigado refere-se ao preço das *commodities* agrícolas, já que além do investimento adicional recaem custos operacionais anuais superiores aos de sequeiro. Ou seja, em anos de preços baixos de *commodities*, o produtor estará mais exposto a perdas de renda.

A despeito do potencial de irrigação de, pelo menos, 29,6 milhões de ha no total para o Brasil, o potencial regional pode não ser suficiente para o total de perda de área produtiva esperada a partir dos cenários climáticos. No caso da região Sul, de acordo com a Tabela 2, existem 4,5 milhões de ha de potencial de irrigação total, sendo parte disso potencialmente alocado para adaptação às mudanças climáticas para produção de soja. Ou seja, considerando que a perda de área de soja pode alcançar até 8 milhões de ha em 2040 (como no cenário HadGen2-ES RCP 8.5), apenas parte desta perda poderá ser recuperada ao se

¹ Barros *et al.* (2013) simularam três cenários de preços para trigo, soja e milho (lavouras do sistema produtivo de sequeiro e irrigação). Foi escolhido o cenário de preços “otimista” devido a viabilidade econômica do projeto utilizando o sistema de sequeiro ao longo de 10 anos, com os seguintes preços simulados: R\$ 67,32/sc para soja; R\$ 19,85/sc para milho e R\$ 23,37/sc para trigo.

adotar práticas de irrigação. Se todos os 4,5 milhões de ha forem todos alocados para projetos de irrigação de grãos no Sul, o custo de implantação desta prática produtiva poderá alcançar R\$ 18 bilhões até 2040 (considerando o custo por ha de R\$ 4.000, Barros *et al.*, 2013). Entretanto, a necessidade de realocação da produção para outras regiões seria reduzida a 650 mil ha e a perda no valor da produção local minimizada.

A adoção de irrigação na região Sudeste do Brasil também é uma das potenciais medidas de adaptação, com potencial de atingir entre 4,2 (Tabela 2) e 7,3 milhões de ha (FEALQ, 2014). Entretanto, grande parte das perdas de valor da produção da região ocorreu não só pela redução da área de grãos e cana-de-açúcar nos cenários climáticos em relação ao cenário de referência em 2040, mas principalmente devido à redução de produtividade da atividade pecuária. Houve aumento na área de pasto de baixa tecnologia em detrimento da média e alta tecnologias. A própria dinâmica econômica da pecuária explica este resultado, além das restrições climáticas para produção de pastagens de alto suporte na região.

No caso da pecuária bovina existem diversas tecnologias já disponíveis que poderão diminuir a dependência das pastagens, pelo menos nos períodos mais secos e de temperatura elevada. Entretanto, são tecnologias que requerem investimentos elevados do produtor, e, nem sempre, as condições de mercado são favoráveis para adoção em larga escala. Um exemplo seria a suplementação no cocho com concentrados proteicos e energéticos. Contudo, os custos de ração poderão aumentar significativamente nos cenários climáticos, conforme os resultados apresentados no Produto 5, inviabilizando economicamente a adoção destes sistemas produtivos, de acordo com os resultados apresentados.

Conforme apontado por Assad *et al.* (2013), uma das opções de adaptação para o setor pecuário seria a adoção do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), mais resistente aos choques climáticos adversos. Além disso, este sistema pode triplicar a produtividade por hectare da atividade pecuária, minimizando as perdas produtivas e de valor da produção na região. Entretanto, conforme detalhado em Machado, Balbino & Ceccon (2011), é necessário conhecimento técnico e elevados investimentos para implantação deste sistema, dificultando a implementação em larga escala pelos pecuaristas.

Os sistemas de iLPF surgiram como um esforço no sentido de reverter o processo de degradação dos solos. Nesse sentido, cada um dos biomas brasileiros possui diversas

aptidões, e os sistemas de iLPF exercem diferentes papéis em cada um deles. No estudo de Balbino et. al. (2011), são mostrados alguns desses papéis e o potencial de utilização da iLPF em cada bioma brasileiro, sendo aqui destacado os principais para as atividades agrícolas e pecuárias do país: Cerrado, Mata Atlântica e Pampas.

No bioma Cerrado, o papel da iLPF é bastante importante no sentido de auxiliar na desaceleração do processo de expansão agrícola sobre áreas ainda não exploradas, auxiliando na conservação dos recursos naturais. De acordo com o autor, esse bioma possui condições climáticas, geográficas e de infraestrutura que favorecem seu potencial de produção nas áreas já antropizadas atualmente.

Na maior parte da Região Sudeste e em parte da Região Sul, onde predomina o bioma Mata Atlântica, o autor relata que os sistemas iLPFs se destacam como uma alternativa de uso do solo, sobretudo em regiões de relevos acidentados e susceptíveis à erosão. Segundo o estudo, esses sistemas favorecem a sustentabilidade da produção, ajudam na recuperação de atributos físicos e químicos do solo, além de melhorar as condições de conservação da água e do solo.

Na região Sul, única região onde se localiza o bioma Pampa, as aptidões para a iLPF são diferenciadas entre as terras altas e as terras baixas. De acordo com o autor, nas terras altas são facilitadas pelas condições de solo – que são bem drenados – e pela topografia da região. A adoção desse sistema nessas regiões é importante pela regeneração das pastagens nativas. Já nas terras baixas, onde a drenagem de água é insuficiente, a iLPF possibilita o aprimoramento das condições do solo, possibilitando o uso da vegetação natural para pastejo.

Quanto à disseminação das tecnologias desenvolvidas pela EMBRAPA, a entidade desenvolveu portfólios como instrumentos de apoio gerencial para a organização de projetos nos mais variados temas, conforme descrito em EMBRAPA (2015). Ao todo, de 2012 a fevereiro de 2015, a Embrapa estabeleceu 20 portfólios, e dentre eles, há um intitulado: “Integração Lavoura, Pecuária e Floresta – iLPF”. Tal portfólio tem como objetivo mapear e apoiar a organização, geração, integração e disseminação de conhecimentos e tecnologias sobre iLPF com foco na sustentabilidade e competitividade destes sistemas complexos.

Balbino et. al. (2011) também listou em seu trabalho alguns dos principais desafios para a transferência de tecnologias em iLPF. Segundo o autor, necessidades internas da Embrapa, como falta de pessoal, desnível de conhecimento entre os pesquisadores e a falta

de um marco referencial prejudicam que o conhecimento alcance o produtor. Além disso, a ausência de políticas públicas direcionadas para a iLPF e a falta de continuidade das ações ainda são entraves para a transferência de tecnologia.

Machado *et. al.* (2011) afirma que não só o conhecimento e assistência técnica são os maiores desafios para que o sistema seja adotado em larga escala, mas a implementação de um sistema de iLPF exige grandes investimentos, sendo estes na maior parte em estrutura e mão-de-obra.

De acordo com as análises financeiras do Plano Nacional para uma Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) realizadas pelo SENAR (2013), os principais investimentos em integração lavoura pecuária floresta recai sobre a aquisição de animais, representando de 44% a 51% dos investimentos totais. Em seguida, os investimentos com benfeitoria chegam a representar até 39% do total dos investimentos, seguido por máquinas, equipamentos e implementos (15,5%) e veículos, com participação de até 1,8% dos investimentos totais.

Esse estudo analisou a viabilidade econômica de algumas das tecnologias inseridas no Plano ABC, considerando a rentabilidade de cada tecnologia do ponto de vista dos produtores. A base do estudo foi o bioma Cerrado. De acordo com os resultados apresentados para uma propriedade de 800 ha no total, todas as projeções realizadas para sistemas de iLPF apresentaram viabilidade econômica com retorno em 10 anos (Quadro 1). O componente de maior contribuição com a viabilidade é o setor florestal, que apresenta a maior rentabilidade dentre os três componentes. O componente agrícola apresenta pouco impacto na análise, e o componente pecuário apresenta uma baixa TIR.

Quadro 1 – Viabilidade econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta

Área Total Disponível	Área para iLPF	Descrição	VPL 10 anos (R\$1.000)	TIR Global (%)	TIR Pecuária (%)	TIR Floresta (%)
800 hectares	727,27 hectares	iLPF Fileira Simples	5,901.82	12.04%	4.15%	26.13%
800 hectares	571,43 hectares	iLPF Fileira Renques	3,755.71	9.66%	2.62%	20.16%
800 hectares	727,27 hectares	iLPF Fileira Simples	5,182.04	11.45%	4.15%	26.13%
800 hectares	571,43 hectares	iLPF Fileira Renques	3,972.39	10.13%	2.62%	20.16%

Fonte: SENAR (2013)

Alvarenga *et. al.* (2009) ressalta que a principal dificuldade deste sistema recai sobre a complexidade, pois exige planejamento e uma gestão mais cuidadosa da propriedade rural, de modo que a produção seja sincronizada e os riscos minimizados. Além disso, para o planejamento de tais sistemas, deve-se considerar as diferenças dos aspectos socioeconômicos e ambientais das propriedades.

Estudo realizado por Machado *et. al.* (2011) na Embrapa Agropecuária Oeste sobre a estruturação dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária listou algumas limitações de cada um dos sistemas estudados. De acordo com os autores, o sistema que é composto por pastagens anuais em sucessão às culturas de grãos pode ter como limitações o curto período de utilização e a vulnerabilidade ao mercado, já que a compra e venda de animais é efetivada em períodos curtos. Já o sistema em que utiliza a rotação de pastagem em áreas de lavoura pode sofrer com a falta de pasto, tanto no verão, quanto na formação de novas pastagens e também na implantação das lavouras; além disso, pode não haver gado suficiente para consumir toda a forragem disponível, principalmente na fase de estabelecimento do sistema. Outra limitação desse sistema pode ser a baixa disponibilidade de palha quando houver pouca área em pastagem. No sistema de rotação de culturas anuais em áreas de pastagens, as limitações podem vir de possíveis áreas parcial ou totalmente degradadas, além da falta de forragem durante a estação seca. Por fim, os percalços encontrados no sistema integrado de produção é a não existência de recuperação de pastagens com culturas anuais, não ocorrendo também a recuperação física do solo nas áreas de lavoura.

Dessa forma, existem diversas incertezas em relação a adoção em larga escala de práticas de manejo como medidas de adaptação às mudanças climáticas. Para irrigação, a disponibilidade hídrica, os investimentos e infraestrutura necessária para sua utilização são os maiores entraves. Importante ressaltar que, conforme apresentado no Produto 4, a região Sul apresentou maior risco para produção de soja não pela falta de chuva, mas sim pela sua distribuição irregular. Assim, políticas públicas voltadas a gestão integrada do uso da água, incentivos para implementação de sistemas de irrigação e disseminação desta tecnologia podem minimizar os impactos sobre a produção agropecuária na região.

No caso de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, os investimentos, a transferência de tecnologia e 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 apresentados pelas mudanças climáticas sobre o setor agropecuário brasileiro, sendo políticas públicas voltadas a sua disseminação em larga escala, a incentivos financeiros para

implementação e assistência técnica ao produtor, e ao desenvolvimento de mecanismos de mercado para a produção florestal são essenciais para mitigar os impactos locais das mudanças climáticas.

2.2. Melhoramento genético

Outra medida de adaptação às mudanças climáticas no caso de grãos e oleaginosas seria o uso de sementes adaptadas às restrições climáticas, em especial ao *déficit* hídrico ao longo do período de desenvolvimento da planta. Entretanto, esta medida depende de pesquisa científica para o desenvolvimento destas variedades, em especial de soja, e de um longo período para a disponibilização comercial.

De acordo com as conversas com empresas desenvolvedoras de sementes geneticamente modificadas, são necessários 10 a 12 anos desde a pesquisa até a comercialização da cultivar desenvolvida, sendo que 4 anos são necessários para testes de campo da nova variedade de semente. O custo do laboratório até a comercialização não foi disponibilizado pelas empresas entrevistadas.

Segundo a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (2009), entre as principais tendências apontadas no Plano Diretor da instituição estão os impactos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola mundial. O Plano inclui como estratégia de médio prazo (Embrapa, 2009, p. 25) “ampliar o esforço de PD&I para adaptação dos sistemas produtivos e mitigação dos impactos previstos nos cenários de mudanças climáticas” e “contribuir para a obtenção de produtos melhor adaptados às diferentes condições climáticas por meio da ampliação variabilidade genética conservada”.

De acordo com Embrapa Soja (Londrina-PR), desde a década de 1990 a entidade vem desenvolvendo pesquisas para soja resistente a seca e desde 2003, em parceria com a Japan *International Research Center for Agricultural Sciences* (Jircas). Os japoneses patentearam o gene denominado “Dreb” (que significa proteína de resposta à desidratação celular), que aciona as defesas naturais da planta contra a perda de água. Este gene foi introduzido na cultivar brasileira denominada variedade BR16, altamente produtiva e resistente a seca.

Nos testes realizados na safra 2013/2014 pela Embrapa (Embrapa, 2015), a produtividade média desta planta foi 13,5% superior à convencional. Segundo o pesquisador

responsável, Alexandre Nepomuceno², os testes utilizando o gene foram realizados sob pouca chuva no período mais crítico do desenvolvimento da planta de soja, aliado com temperatura extrema alcançando 40°C. A nova variedade de soja deverá ser disponibilizada nos próximos 5 a 10 anos, porém pesquisadores esperam que a adoção destes cultivares pelos produtores deverão ocorrer como consequência das mudanças climáticas (ao longo dos próximos 40 anos).

Vale ressaltar que o ciclo de desenvolvimento da planta também pode ser adaptado, já que ciclos mais longos normalmente possuem menor risco aos períodos de seca, conforme pesquisa apresentada pela Embrapa Soja. Porém, pode ser que a produção de milho 2ª safra continue sendo prejudicada pelas mudanças climáticas na região Sul, apesar da possível recuperação da área plantada de soja nos cenários mais restritivos. Para isso, é necessário realizar testes de campo com base no zoneamento agroclimático para confirmar tal possibilidade.

2.3. Realocação produtiva

Conforme apresentado no Produto 5, apesar das perdas no volume de produção total do Brasil serem relativamente pequenos em 2040, comparado com o cenário de referência, os impactos regionais sobre o uso da terra foram significativos, em especial no cenário HadGen-2S.

Para lavouras, boa parte das perdas de produção da região Sul foi realocada nas regiões Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônia, em grande parte substituindo áreas de pastagens aptas para lavouras e, em menor magnitude, pela incorporação de novas áreas para produção. Ao substituir áreas de pastagens, sem perda significativa de produção pecuária, há intensificação do uso da terra. Nas regiões Sul e Sudeste, entretanto, o uso da terra deverá se tornar menos eficiente, pois as áreas de lavouras que perderam aptidão foram substituídas por áreas de pastagens com baixa tecnologia produtiva (pecuária extensiva com produção de até 45kg/ha/ano de peso vivo), comparado com as projeções para 2040 do cenário de referência.

² Foi realizada uma entrevista rápida com o pesquisador Alexandre Nepomuceno. Porém, por dificuldades de agendar uma conversa mais longa, a entrevista completa será apresentada no Produto 8.

No caso da pecuária, como há significativo aumento de área sobre lavouras, a adoção de práticas mais intensivas se tornaram economicamente inviáveis nestas duas regiões, perdendo eficiência no uso da terra. Entretanto, o aumento de produção extensiva na região Sul deverá aumentar a produção de carne bovina em até 48% em 2040 nos cenários climáticos, em relação ao cenário de referência. A restrição de oferta de grãos aumentou o custo de suplementação alimentar da produção bovina, inviabilizando adoção de tecnologia produtiva.

Nas regiões que absorveram as perdas de lavouras das demais, principalmente no Centro-Oeste Cerrado e Norte Amazônica, apesar da perda líquida de área de pastagens, houve aumento de produção de carne bovina de 2% e 7% no cenário HadGen-2S RCP 8.5 em relação ao cenário de referência em 2040, respectivamente, indicando aumento de produtividade por hectare e uso mais eficiente da terra.

No Nordeste Cerrado, que apresentou redução na área produtiva total comparado com a área já utilizada para produção, houve perda de produção de carne de 16% no mesmo cenário. Na região Sudeste, o efeito foi ainda maior, pois a produção de carne bovina deverá reduzir 37% na mesma comparação.

Esta realocação produtiva de grãos e oleaginosas traz impactos relevantes também 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, devido à 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 devido às mudanças climáticas (como aumento de temperatura). Análises mais detalhadas devem ser consideradas pelo gestor público para que medidas específicas possam ser desenvolvidas e implementadas nessas regiões, garantindo que possam reduzir os impactos das perdas produtivas das regiões Sul e Sudeste.

2.4. Incertezas sobre as medidas de adaptação

Conforme apresentado neste capítulo, destacam-se como medidas de adaptação as práticas de manejo, como irrigação e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e melhoramento genético. Adiciona-se a estas medidas, que não devem ser implementadas em larga escala, a necessidade de realocação produtiva nas regiões de menor impacto negativo sobre a produção agropecuária, trazendo um conjunto de intervenções para que possam aumentar a produção no médio e longo prazos.

O Quadro 2 resume as possíveis medidas de adaptação apresentadas, destacando o grau de dificuldade, incertezas e recomendações de políticas públicas para a implementação em larga escala de cada medida.

Quadro 2 – Análise das medidas de adaptação: dificuldades, incertezas e recomendações

Medida de adaptação	Grau de dificuldade/incerteza para implementação	Recomendação de políticas públicas
Irrigação	Alto grau de dificuldade para adoção larga escala devido a elevados custos para implementação e incertezas sobre disponibilidade hídrica.	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.
Sistema de iLPF em larga escala	Alto grau de dificuldade para implementação em larga escala devido à baixa capacitação do produtor e disponibilidade de recursos financeiros para investimentos; incertezas em	Avaliar necessidades do mercado florestal via zoneamento agroflorestal; incentivos para implementar esta tecnologia em detrimento de monocultura; assistência técnica para avaliação e

	relação ao mercado madeireiro no futuro.	implementação do projeto iLPF; crédito rural específico orientado para este sistema (além do Plano ABC); mecanismos para redução de riscos de mercado.
Melhoramento genético	Incertezas em relação a: comercialização em larga escala; prazo para finalizar os testes desalinhados com as necessidades atuais (como no Sul) e futuras; preços de mercado desta variedade; disseminação de tecnologia.	Orientação para realizar os testes nas áreas prioritárias conforme este estudo, disponibilizar recursos para finalizar os testes de campo e comercialização em larga escala.
Realocação produtiva	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.	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.

Dessa forma, as mudanças climáticas deverão trazer desafios importantes para o setor agropecuário brasileiro, e diversas medidas deverão ser implementadas não só do ponto de vista produtivo, como práticas de manejo e adoção de tecnologias, mas também a necessidade de uma gestão integrada do território pelo setor público em diversos setores da economia. Destacam-se: infraestrutura, mão-de-obra, pesquisa e tecnologia e recursos hídricos.

2.5. Medidas de adaptação analisadas pela Embrapa Informática

Importante ressaltar que haverá um produto adicional sobre medidas de adaptação preparado e encaminhado pela Embrapa Informática, intitulado: “Colaborações da Embrapa para o Plano Nacional de Adaptação: Sugestões de Tópicos e Ações de Adaptação Relacionados ao Setor da Agricultura”. Neste documento, destacam-se as seguintes medidas de adaptação:

- Intensificação de aquisição e uso de informações

- Recursos hídricos e uso da água na agricultura
- Combate à desertificação
- Manejo de pragas e doenças
- Recursos genéticos e melhoramento
- Uso da terra, zoneamento do risco e identificação de vulnerabilidade, modelagem, simulação e concepção de cenários integrados
- Adaptação de sistemas de produção para a sua sustentabilidade econômica, social e ambiental
- Transferência de tecnologia
- Políticas públicas

Sugere-se análises integradas do Produto 7 e do produto adicional encaminhado pela Embrapa.

3. Considerações Finais

Este relatório apresentou, de forma geral, as possíveis medidas de adaptação para o setor agropecuário brasileiro, considerando os impactos das mudanças climáticas apresentados no Produto 5.

Entre as principais medidas de adaptação 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 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.

Para contornar os veranicos, que afetarão as lavouras na região Sul do Brasil, 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. Se houver adoção desta prática produtiva em larga escala, deverá haver redução em até 80% as perdas econômicas da região.

Implementação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta – iLPF pode ser 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.

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. Ou, então, o “deslocamento” produtivo para outras regiões produtoras de lavouras, irá afetar ainda mais as economias das regiões com maior risco agroclimático. 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 da mudança climática 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;
- Gestão integrada de recursos hídricos, especialmente em áreas prioritárias para irrigação
- Investimentos em infraestrutura logística nas regiões com potencial aumento produtivo.

Por fim, o Produto 8 irá apresentar o estudo completo e complementar a análise do melhoramento genético como possível medida de adaptação.

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.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011, 130 p.
- 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.
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. RESOLUÇÃO No 32, de 15 de outubro de 2003.
- 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, 2011.
- 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
- 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
- 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.
- MACHADO, L. A. Z.; BALBINO, L. C. CECCON, G. Integração lavoura-pecuária-floresta. 1. Estruturação dos sistemas de integração lavoura-pecuária. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011.

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>>.

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>

PORTO, M.A.F; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados; v. 22; n. 63; 2008. 43 – 60 pp.

CONFIDENCIAL