

Saccaro, Nilo Luiz; Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro

Working Paper

Agricultura e sustentabilidade: Esforços brasileiros para mitigação dos problemas climáticos

Texto para Discussão, No. 2396

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Saccaro, Nilo Luiz; Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro (2018) : Agricultura e sustentabilidade: Esforços brasileiros para mitigação dos problemas climáticos, Texto para Discussão, No. 2396, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/211345>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

2396

**AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE:
ESFORÇOS BRASILEIROS PARA
MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS
CLIMÁTICOS**

**Nilo Luiz Saccaro Júnior
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho**

TEXTO PARA DISCUSSÃO



AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE: ESFORÇOS BRASILEIROS PARA MITIGAÇÃO DOS PROBLEMAS CLIMÁTICOS¹

Nilo Luiz Saccaro Júnior²
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho³

1. Agradecemos a Eduardo Assad, da Embrapa Informática Agropecuária, por gentilmente nos ceder os dados regionalizados utilizados em Assad *et al.* (2016).

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos Regionais, Urbanos e Ambientais (Dirur), do Ipea.

3. Técnico de planejamento e pesquisa na Dirur/Ipea e professor do Programa de Pós-graduação em Agronegócio da Universidade de Brasília (Propaga/UnB). *E-mail*: <jose.vieira@ipea.gov.br>.

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

Ministro Esteves Pedro Colnago Junior

ipea

**Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Ernesto Lozardo

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Rogério Boueri Miranda

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Alexandre de Ávila Gomide

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Alexandre Xavier Ywata de Carvalho

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

Fabiano Mezadre Pompermayer

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação, Substituto

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2018

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: Q01

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A ÁREA AGRÍCOLA DAS DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS	10
3 O PAPEL DA AGRICULTURA NA MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	16
4 ADAPTAÇÃO AGRÍCOLA, TECNOLOGIA E INTEGRAÇÃO PRODUTIVA.....	18
REFERÊNCIAS	24

SINOPSE

O setor agrícola é fundamental para alcançar compromissos acordados internacionalmente em termos de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Embora os cenários futuros sinalizem a possibilidade de redução de áreas adequadas para várias culturas, seja para regiões específicas, seja para o Brasil como um todo, é possível desenvolver novos conhecimentos e tecnologias que permitirão o uso mais eficiente dos recursos, ao mesmo tempo que reduzem o impacto ambiental da produção agrícola brasileira. Dessa forma, os objetivos deste texto são: *i*) apresentar resumidamente uma revisão da literatura e dos principais resultados de impactos regionais das mudanças climáticas sobre a agricultura brasileira; *ii*) destacar políticas públicas que possam mitigar problemas de mudanças climáticas; e *iii*) discutir como a agricultura brasileira pode se adaptar aos impactos da mudança climática, principalmente pela adoção de novas tecnologias, inclusive gerenciais. De maneira geral, defende-se que a integração produtiva, além de gerar economias de escala e escopo, pode contribuir para aumentar a eficiência do sistema, aumentando a produção por unidade de insumos. A fim de promover a produção integrada, entretanto, será necessário investir no treinamento e na educação dos agentes produtivos, tendo o conhecimento como base para a transformação.

Palavras-chave: agricultura; produtividade; mudanças climáticas; sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT

The agricultural sector is central to achieving internationally agreed commitments in terms of mitigating the effects of climate change. Although future scenarios indicate the possibility of reducing areas suitable for various crops, for specific regions or for Brazil as a whole, it is possible both to develop new knowledge and technologies that allow sustainable production as well as to reduce the environmental impact of Brazilian agriculture. Thus, the objectives of this text are: *i*) to present briefly a review of the literature and the main results of regional impacts of climate change on Brazilian agriculture; *ii*) highlight public policies that can mitigate climate change problems; and *iii*) discuss how Brazilian agriculture can adapt to the impacts of climate change, mainly through the adoption of new technologies, including management. Productive integration, besides generating economies of scale and scope, can contribute to increase the system's efficiency, increasing production per unit of input. However, it should be emphasized that in order to foster integrated production, it will be needed to invest in the training and education of productive agents. Knowledge is the basis of transformation.

Keywords: agriculture; productivity; climate change; environmental sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio corresponde a cerca de um quarto do produto interno bruto (PIB) brasileiro, sendo a agricultura responsável por mais de 70% deste total e a pecuária pelo restante. O setor é ainda responsável por mais de 40% das exportações brasileiras. A produção agropecuária nacional vem aumentando sua participação no mercado externo. Portanto, tal como apresentado por Vieira Filho e Fishlow (2017), não se tem dúvida da importância desse setor para a economia e para o desenvolvimento futuro do país.

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), será necessário um aumento de 70% na produção de alimentos até 2050 devido ao crescimento da população mundial. Segundo essas instituições, o Brasil é o país com o maior potencial de contribuição no preenchimento dessa demanda adicional de alimentos (OECD e FAO, 2010).

As tecnologias de uso de energias renováveis, como o álcool combustível, aumentaram ainda mais a importância da agricultura brasileira, tornando-a relevante para o setor energético. De acordo com Ipea (2010), a elevação dos preços internacionais do petróleo, a partir de 2002, e a disponibilização dos motores adaptados à mistura de combustíveis (renováveis e não renováveis) dinamizaram o mercado do etanol no Brasil.¹ O comprometimento institucional de muitos países para o aumento da participação de fontes de energia renováveis em suas matrizes energéticas tem se traduzido na adoção de misturas de etanol ou biodiesel, em proporções variáveis, aos combustíveis fósseis (Vieira Filho, Gasques e Sousa, 2011).

Contudo, no que diz respeito à produção brasileira de longo prazo, é preciso atentar-se à mudança climática. O sucesso da produtividade agrícola brasileira sempre esteve ligado fundamentalmente a fatores tecnológicos e institucionais de pesquisa. Em um ambiente adverso de mudanças climáticas, o investimento em novos conhecimentos e tecnologias, tal como analisado por Vieira Filho (2017), será decisivo na continuidade do crescimento da produtividade. Como explicam Garcia e Vieira Filho (2014), entre

1. Álcool e etanol serão tratados aqui como sinônimos, embora o último termo tenha se popularizado no mundo nos últimos quinze anos.

1960 e 2010, enquanto a população brasileira quase triplicou, a produção de grãos no Brasil foi multiplicada por doze, enquanto a área colhida aumentou três vezes. Conforme mostrado por Gasques *et al.* (2012), desde a década de 1970, a expansão da fronteira agrícola foi acompanhada por um forte aumento na produtividade total dos fatores.

Sobre os efeitos das mudanças climáticas na agricultura em nível global, Calzadilla *et al.* (2013) aplicam um modelo multirregional de equilíbrio geral computável que inclui recursos hídricos. Seus resultados mostram que a produção global de alimentos, o PIB e o bem-estar social apresentam perdas significativas em todos os cenários produzidos pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).² Aumentos de preços e desabastecimento são esperados com o agravamento das mudanças climáticas. Como a agricultura demanda recursos hídricos no processo produtivo, o setor fica mais vulnerável às variações do clima. A redução global da produção agrícola, segundo Calzadilla *et al.* (2013), pode chegar a cerca de 2,3% a longo prazo. Grandes diferenças inter-regionais são esperadas de acordo com o modelo.

Segundo Wheeler e Braun (2013), é provável que a variabilidade climática e os eventos extremos exacerbem a insegurança alimentar mundial de um modo geral, mas principalmente em áreas que já são vulneráveis à fome e à desnutrição. Essas áreas precisarão de consideráveis investimentos para adaptação e mitigação, principalmente referentes ao acesso à água potável e ao uso de novos conhecimentos. Nesse sentido, a manutenção da capacidade produtiva será fundamental na segurança alimentar local. Outros estudos que analisaram os impactos das mudanças climáticas na produção global de alimentos são os de Lobell *et al.* (2008) e Brown e Funk (2008), ambos alegando a vulnerabilidade na questão da segurança alimentar.

Uma das primeiras tentativas de identificar o impacto das mudanças do clima na produção regional foi feita por Pinto *et al.* (2001), que simularam os efeitos da elevação da temperatura e das chuvas no zoneamento do café para os estados de São Paulo e Goiás, indicando redução nas áreas com aptidão agroclimática, o que afetaria de maneira negativa a produção de café. Posteriormente, diversos trabalhos buscaram estimar os custos econômicos para o Brasil dos cenários esperados de mudanças climáticas sobre a agricultura, dos quais ressaltamos Nobre, Sampaio e Salazar (2007), Domingues,

2. Para mais informações, ver SRES Scenarios. Disponível em: <<https://goo.gl/xnVFcU>>.

Magalhães e Ruiz (2008), Margulis e Dubeux (2010), Ferreira Filho e Moraes (2014), Gurgel e Laurenzana (2016), Assad *et al.* (2016) e Santos *et al.* (2017).

Dos trabalhos citados, existem poucas análises relacionadas aos efeitos inter-regionais, embora conclusões de ordem regional possam estar implícitas. Margulis e Dubeux (2010) estudam os impactos das mudanças climáticas no Brasil utilizando dados sobre agricultura. Domingues, Magalhães e Ruiz (2008) focam apenas o Nordeste brasileiro, com base em choques uniformes de mudança climática sobre diferentes atividades agrícolas. Ferreira Filho e Moraes (2013), por sua vez, aplicam uma abordagem de equilíbrio parcial e buscam estimar os efeitos econômicos da mudança climática em diferentes regiões do Brasil. Este trabalho usa cenários do IPCC, e seus resultados mostram que, mesmo em cenários severos de mudanças climáticas, as perdas agrícolas para o país como um todo representaram um impacto relativamente pequeno na economia brasileira, em termos agregados e no longo prazo. Isso ocorre porque os maiores choques negativos se concentram em regiões que representam uma porcentagem relativamente baixa do total nacional.

Avanços tecnológicos, por sua vez, podem ser direcionados tanto para adaptação às mudanças quanto para sua mitigação. O cenário prevê que novos investimentos serão necessários para o desenvolvimento de novas tecnologias. Grandes áreas da região Nordeste padecem da escassez de investimentos em tecnologias capazes de aumentar a produção de maneira sustentável. Garcia e Vieira Filho (2014) deixam claro que mesmo com todo o aumento na produtividade e na produção agrícola total, uma parte dos produtores (normalmente empreendimentos familiares) necessita ampliar o acesso a mercados. O crescimento se deu por uma expansão guiada pelas *commodities* agrícolas voltadas principalmente ao mercado externo.

Consequências negativas severas, entretanto, podem acontecer em nível regional, o que faz com que Ferreira Filho e Moraes (2013) frisem a importância de divisões regionais para o estudo do impacto das mudanças climáticas na agricultura em países grandes como o Brasil. Por se concentrarem em regiões e populações pobres, os efeitos adversos das mudanças climáticas na agricultura podem minar os esforços do governo brasileiro para reduzir a pobreza. Além disso, como observado por Alves e Rocha (2010), o Nordeste brasileiro é a região mais suscetível à migração rural-urbana, justamente por possuir baixos índices de urbanização e elevados indicadores de pobreza no campo.

Este estudo possui como objetivos apresentar resumidamente uma revisão da literatura e dos principais resultados de impactos regionais das mudanças climáticas sobre a agricultura brasileira, destacar políticas públicas que possam mitigar problemas de mudanças climáticas e discutir como a agricultura brasileira pode se adaptar aos impactos regionais da alteração climática, principalmente pela adoção de novas tecnologias, inclusive gerenciais.

2 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A ÁREA AGRÍCOLA DAS DIFERENTES REGIÕES BRASILEIRAS

No Brasil, os níveis de produtividade da agricultura têm aumentado muito nas últimas décadas. A produção agrícola cresceu significativamente no tempo, considerando-se que muitas regiões não alcançavam a metade da produção do que se observa em anos mais recentes. Esse crescimento foi decorrente do aprimoramento das técnicas de cultivo, do melhoramento genético e das práticas de manejo do solo (Freitas e Mendonça, 2016; Buainain *et al.*, 2014; Vieira Filho e Gasques, 2016; Vieira Filho e Fishlow, 2017). Nas próximas décadas, porém, um importante fator de risco pode influenciar a continuidade desse crescimento: as alterações hídricas e meteorológicas locais e os eventos extremos provocados pelo aquecimento global (Pinto e Assad, 2008; Assad *et al.*, 2016).

Os trabalhos de Pinto e Assad (2008) e de Assad *et al.* (2016) buscaram também influenciar as políticas públicas determinantes para a agricultura brasileira. Esses trabalhos verificaram o impacto econômico que o aumento das temperaturas e seus reflexos na disponibilidade hídrica poderiam representar para a agricultura brasileira. A metodologia utilizada por Pinto e Assad (2008) simulou os valores das temperaturas futuras para 2010, 2020, 2050 e 2070 para os cenários de maior e menor emissão de gases de efeito estufa (GEE), do IPCC, a fim de avaliar como as áreas e os municípios seriam afetados pelos efeitos térmicos e hídricos. Já Assad *et al.* (2016) avaliaram os impactos do aquecimento global na agricultura a partir das simulações com base no último relatório do IPCC – *Fifth assessment report (AR5)*. O IPCC desenvolveu cenários que representam tendências globais para o clima, os quais foram denominados de caminhos de concentração representativos (*representative concentration pathways* – RCP). O cenário RCP 4.5 seria o equivalente às emissões intermediárias-baixas, enquanto o cenário RCP 8.5 representaria as altas emissões (cenário mais pessimista).

O modelo global HadGEM2-ES forneceu condições iniciais e de contorno utilizadas pelo modelo atmosférico regional Eta. Os dados fornecidos pelo Eta-HadGEM2-ES foram utilizados no Simulador de Cenários Agrícolas da Embrapa (SCenAgri-EMBRAPA) para projetar os riscos agrícolas em função do clima e do solo. O simulador foi desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em conjunto com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e teve como objetivo projetar os impactos para as principais culturas brasileiras ligadas à agricultura familiar, como a do milho (primeira e segunda safras), a do feijão e a do arroz; além disso, buscou identificar a vulnerabilidade produtiva dessas culturas se a temperatura continuar subindo à taxa de 0,3°C por década. As variáveis consideradas pelo SCenAgri-EMBRAPA incluíram qualidade do solo, dados meteorológicos, índices de sensibilidade a temperaturas extremas e eventos de umidade.

Os critérios utilizados em Pinto e Assad (2008) e em Assad *et al.* (2016) para simular os impactos da mudança climática em cada município foram baseados nas áreas viáveis para a agricultura e no aumento e redução dessas áreas, para cada cultura, nos cenários de mudanças climáticas do IPCC. As variáveis consideradas incluíram qualidade do solo, dados meteorológicos, índices específicos de sensibilidade dos cultivos a temperaturas extremas e eventos de umidade durante as fases críticas do seu crescimento. Ao incorporar os cenários de aquecimento global do IPCC às simulações de adequação das áreas agrícolas, Pinto e Assad (2008) inseriram a temperatura prevista e qualquer impacto causado pela precipitação atmosférica/umidade do solo, com base nos índices de risco associados à temperatura e à umidade para qualquer cultura específica.

Pinto e Assad (2008) e Assad *et al.* (2016) definiram se uma área é ou não adequada para determinada cultura baseando-se no zoneamento de risco climático, gerenciamento produtivo desenvolvido desde 1996 pelos ministérios da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, em cooperação com a Embrapa, a Unicamp e outras instituições científicas do país. O zoneamento é uma ferramenta que indica o que plantar, em qual região e em que época, de acordo com a disponibilidade climática regional. Avalia a aptidão de uma determinada região a um tipo de cultura, não só com dados meteorológicos de chuva e temperatura, mas também com índices específicos desenvolvidos para apontar a sensibilidade das culturas a eventos extremos, que possam ocorrer em fases fenológicas críticas da planta.

Com o uso de geoprocessamento e de imagens de satélites, a técnica do zoneamento busca dimensionar probabilidades de se obter safras com produtividade econômica mínima, em nível de município. É possível estabelecer, assim, uma geografia agrícola do país, com detalhamento, até o âmbito municipal, das áreas de baixo risco (de insucesso) de plantio para cerca de trinta culturas. Tendo em vista os cenários futuros de aumento das temperaturas, as simulações do balanço hídrico deverão ser refeitas periodicamente, conforme atualizações das previsões do IPCC ou de outras instituições, para se verificarem as alterações regionais quanto ao risco climático e ao plantio das culturas. Com base nos dados, atualizam-se os mapas de risco. Transformado em política pública, o zoneamento de risco climático orienta o crédito agrícola e o seguro rural (Pinto e Assad, 2008). Desde 1997, por determinação do Conselho Monetário Nacional (CMN), o acesso ao crédito rural se dá somente nos estados e para as culturas contempladas no programa.

De acordo com a política de zoneamento de risco climático, a probabilidade de insucesso para uma dada cultura ser considerada adequada a uma dada área não deve exceder 20%. Caso essa probabilidade seja excedida, essas áreas não podem ter acesso ao crédito rural. Dessa maneira, tanto em Pinto e Assad (2008) quanto em Assad *et al.* (2016), cada município foi demarcado segundo sua adequação ao cultivo e sua probabilidade mínima de 80% de oferecer uma safra economicamente viável. Portanto, se a probabilidade mínima de sucesso se altera para menos de 80%, comparando-se cenários diferentes ao longo dos anos, isso pode ser considerado uma perda de área, com impacto proporcional na produção.

De um modo geral, os resultados de Pinto e Assad (2008) indicaram que o aumento da temperatura pode ampliar a deficiência hídrica devido à maior evapotranspiração, com reflexo direto no risco climático para a agricultura. As análises econômicas realizadas demonstram que, no pior cenário, as culturas analisadas, sem contar a cana-de-açúcar, sofreriam uma perda de produção de cerca de US\$ 4 bilhões/ano em 2020, sendo a soja o produto mais atingido – US\$ 3,4 bilhões/ano. A cana-de-açúcar seria a única cultura a apresentar ganho, principalmente devido à redução no risco de geadas no Sul, no Sudeste e no Sudoeste do país. A dinâmica climática deverá, assim, causar uma migração das culturas adaptadas ao clima tropical para as áreas mais ao sul do país ou para zonas de altitudes maiores, para compensar a diferença climática.

Ao mesmo tempo, poderá haver uma diminuição nas áreas de cultivo de plantas de clima temperado do país. Um aumento próximo a 3°C causará um possível deslocamento das culturas de café e de cana-de-açúcar para áreas de maiores latitudes. As áreas cultivadas com milho, arroz, feijão, algodão e girassol sofreriam forte redução na região Nordeste, com perda significativa da produção. Toda a área correspondente ao agreste nordestino, responsável pela maior parte da produção regional de milho, e os cerrados nordestinos, como o sul do Maranhão, o sul do Piauí e o oeste da Bahia, seriam fortemente prejudicados pelo *deficit* hídrico. No pior cenário, as perdas chegariam a 40% para a soja. Além disso, haveria forte expansão das áreas de risco de produção de mandioca no semiárido e no agreste nordestino. Os estados de São Paulo e Minas Gerais deverão perder condições de plantio de café em boa parte da área cultivada. Espera-se um incremento de produção em regiões do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Locais do Centro-Oeste que apresentam um alto potencial produtivo permanecerão como áreas de baixo risco. Porém, essas regiões estariam cada vez mais dependentes de irrigação complementar no período mais seco. As áreas de pastagens associadas à produção de carne apresentariam uma redução de até 25% no suporte de animal, com um aumento de até 40% nos custos de produção.

Os resultados de Assad *et al.* (2016) ampliaram os resultados de Pinto e Assad (2008). A conclusão é que, caso não se busquem soluções de manejo e adaptação, as perdas de áreas de baixo risco, para todo o Brasil, nos piores cenários de aquecimento global do IPCC, chegariam a 90% para milho safrinha, 22% para milho, 80% para soja, 14% para trigo, 4% para arroz e 71% para feijão, com impactos proporcionais sobre a produção.

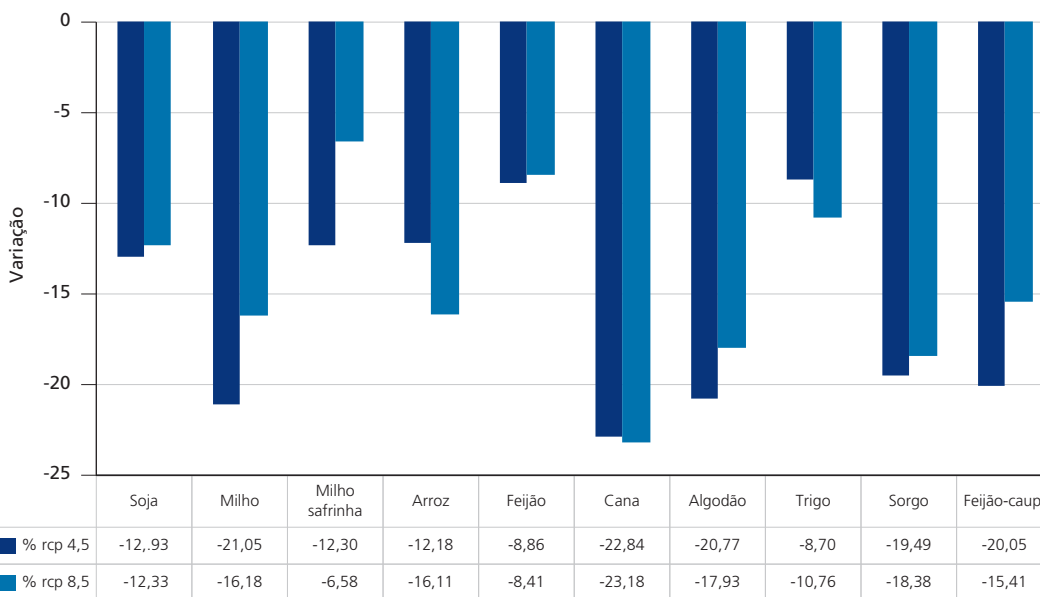
O gráfico 1 sintetiza as variações na área total adequada para as culturas de soja, milho (primeira e segunda safras), milho safrinha, arroz, feijão, cana, algodão, trigo, sorgo e feijão-caupi, para cada região do Brasil, exceto a Norte, onde as variações e as áreas plantadas são relativamente pequenas. As variações de área tiveram por base o ano de 1990. Percebe-se que a região Sudeste será a mais afetada, sendo impactada negativamente para todas as culturas caso não sejam implementadas novas alterações tecnológicas, gerenciais e de manejo. Áreas que não são aptas ao cultivo da cana-de-açúcar no Sul tornar-se-ão aptas, segundo as projeções, tanto no cenário RCP 4.5 quanto no cenário 8.5. No Brasil, é possível observar que os valores agregados indicam a redução de áreas aptas ao plantio para todas as culturas estudadas (a partir de -2.7%, para a cana-de-açúcar, no cenário 4.5, até -39.31%, para soja, no cenário 8.5).

Até o momento, os países e os acordos internacionais não tiveram êxito em reduzir ou frear as emissões de GEE. Essa rigidez aponta para os cenários mais extremos, motivo pelo qual se evidencia o cenário RCP 8,5, que é o mais pessimista, para o ano de 2085.

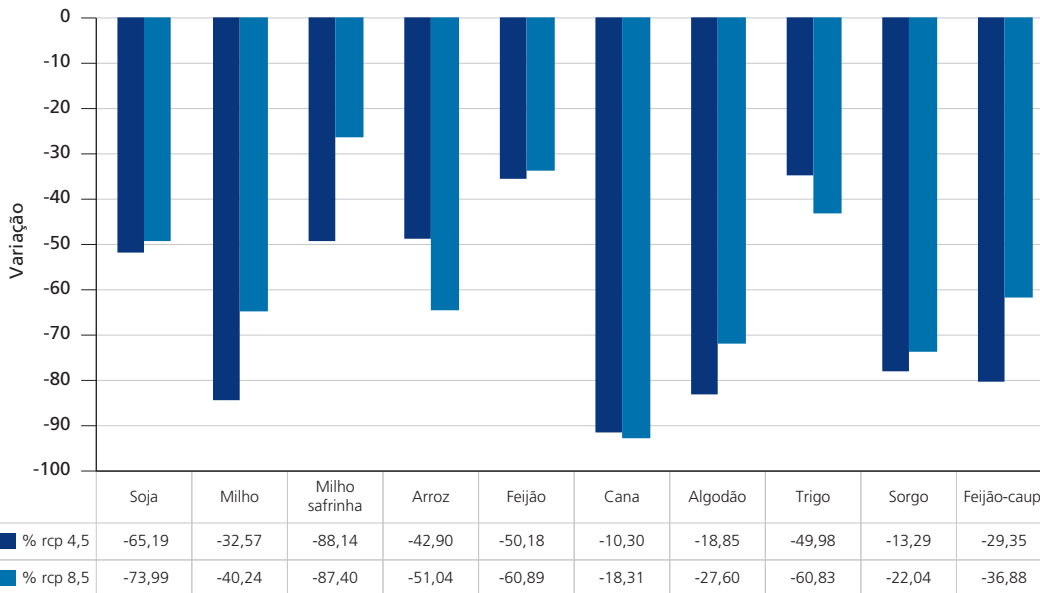
GRÁFICO 1¹
Varição da área apta para plantio de cada cultura – modelo Eta-HadGem2-SE (1990)

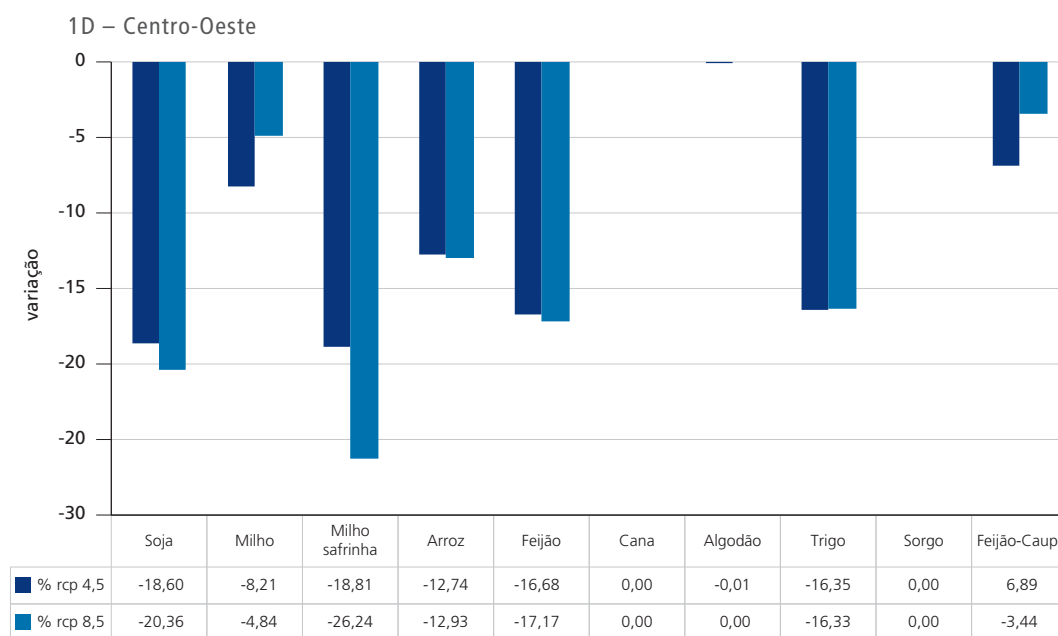
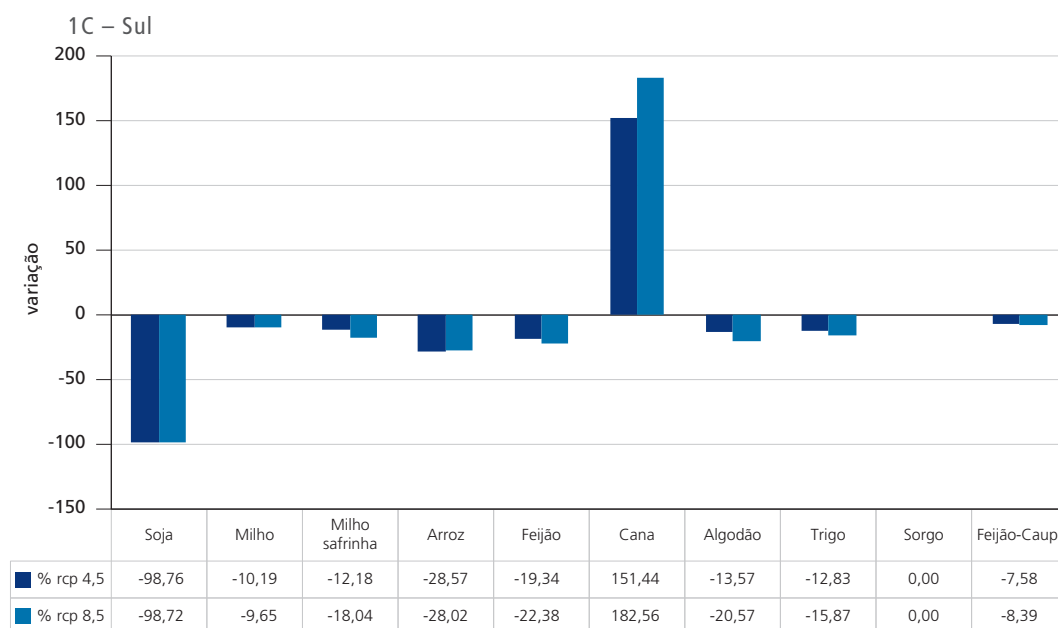
(Em %)

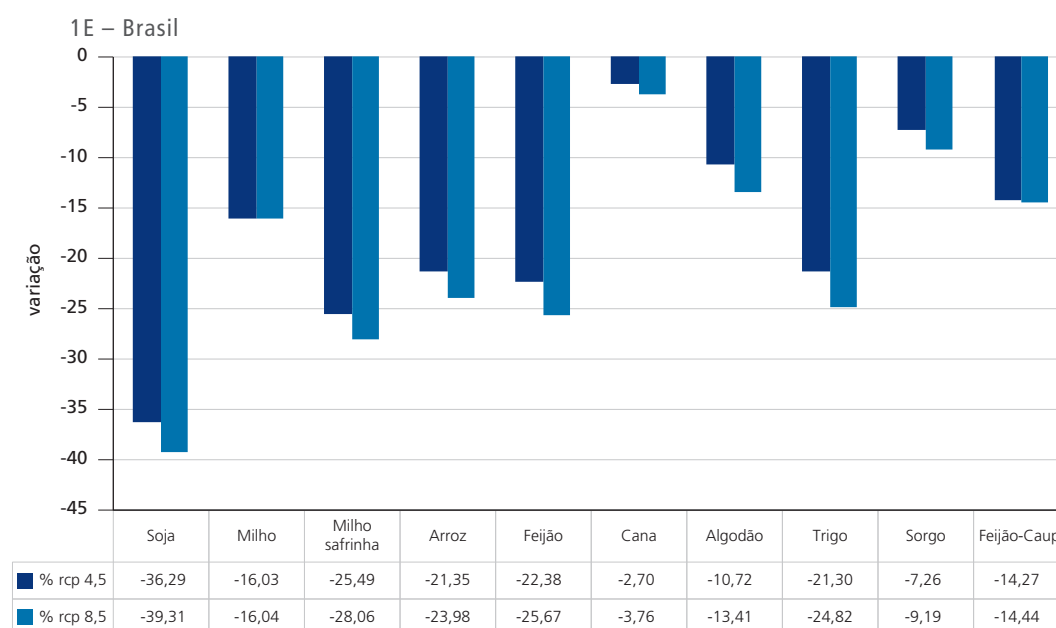
1A – Nordeste



1B – Sudeste







Fonte: Assad *et al.* (2016).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ O gráfico baseia-se nos dados gentilmente cedidos por Eduardo Assad, da Embrapa Informática Agropecuária.

3 O PAPEL DA AGRICULTURA NA MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A agricultura tem enorme potencial para contribuir com a sustentabilidade ambiental, desde que organizada de forma a minimizar os impactos das mudanças climáticas. No Brasil, a maior parte das emissões de GEE provém das mudanças no uso da terra e das florestas, seguida do setor energético e da atividade agropecuária. Por isso, é essencial que haja um esforço da agricultura brasileira para adaptar-se às mudanças climáticas esperadas, contribuindo para a redução de emissões nas próximas décadas e minimizando as alterações e seus impactos em nível global e nacional. O Brasil tem adotado um conjunto de ações para reduzir o impacto ambiental da atividade agropecuária, que inclui incrementos de tecnologia, formas alternativas de manejo, agroenergia, integração entre agricultura, pecuária e floresta, entre outros. O principal programa governamental sobre o tema é o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) (Brasil, 2012).

Segundo Gurgel e Laurenzana (2016), a agricultura brasileira possui papel importante na transição para uma economia de baixa emissão de carbono. Uma agricultura de baixa emissão de carbono é capaz de reduzir a propagação de GEE, provenientes da atividade agropecuária, por meio de práticas agrícolas e tecnologias adequadas. Um exemplo concreto é a implantação de biodigestores e equipamentos para tratamento de dejetos em atividades de suinocultura, de forma a capturar e queimar o gás metano.

A agricultura de baixa emissão de carbono justifica-se tanto pela necessidade de redução das emissões totais de GEE do país quanto pelos impactos negativos que as mudanças climáticas podem provocar no próprio setor. Esse esforço para ajustar a produção agropecuária à sustentabilidade ganhou importância por meio dos compromissos ambientais assumidos pelo país no âmbito internacional. Historicamente, o Brasil vem se antecipando e assumindo papel de protagonista nas discussões sobre mitigação da mudança do clima (Gurgel e Laurenzana, 2016).

Os compromissos assumidos em 2009 na Conferência do Clima foram ratificados no Plano ABC. Esse plano possui a finalidade de organizar o planejamento das ações a serem realizadas para aumento da adoção das tecnologias sustentáveis de produção, selecionadas para compor os compromissos da agropecuária.

As metas para redução de GEE foram:

- recuperação de pastagens degradadas;
- integração lavoura-pecuária-floresta;
- plantio direto;
- fixação biológica de nitrogênio;
- plantio de florestas; e
- tratamento de dejetos animais.

Cada uma dessas ações compõe um dos seis programas do Plano ABC – existe um sétimo programa, destinado a ações de adaptação às mudanças climáticas. A estratégia é promover sistemas diversificados e o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos, com apoio ao processo de transição, organização da produção, garantia de geração de renda, pesquisa (recursos genéticos e melhoramento, recursos hídricos, adaptação de sistemas produtivos, identificação de vulnerabilidades e modelagem), entre outras iniciativas (Gurgel e Laurenzana, 2016).

O Plano ABC foi instituído inicialmente com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), mas passou a contar com recursos da Caderneta de Poupança Rural do Banco do Brasil e dos fundos constitucionais. As operações com recursos do BNDES são realizadas de forma indireta, ou seja, por meio da parceria com instituições financeiras credenciadas. O programa permite que uma parcela de até 45% dos recursos financie a recuperação de áreas de preservação permanente e de reserva legal, o que o torna uma importante fonte de financiamento, não apenas para as tecnologias e as práticas de redução de emissões na agropecuária, mas também para a recuperação florestal (Gurgel e Laurenzana, 2016).

Além dos compromissos a serem cumpridos por meio das práticas de recuperação de pastagens e de integração de sistemas, está incluída a geração de energia mediante fontes renováveis, tais como o uso de biomassa e de cana-de-açúcar na matriz energética. Todos esses esforços de mitigação de emissões serão desenvolvidos pelo setor agropecuario. O desafio é, além do cumprimento das ações do plano, associar a imagem da agropecuária brasileira e dos produtos nacionais tanto ao conteúdo ambiental quanto aos benefícios que podem trazer à sociedade global (Gurgel e Laurenzana, 2016).

Com o Plano ABC, o setor agropecuario torna-se o principal protagonista na política climática brasileira. Essa grande responsabilidade resulta na oportunidade de consolidar o país como potência agroambiental, uma vez que os serviços ambientais obtidos a partir das ações de mitigação na agropecuária vão além da redução de emissões, abrangendo mitigação da poluição, conservação da biodiversidade e dos sistemas hidrológicos, entre outras (Gurgel e Laurenzana, 2016). Fica claro que o sucesso do Plano ABC é uma das variáveis político-institucionais mais importantes para a agricultura e a economia no longo prazo, seja para construir uma boa imagem no mercado e nas instâncias políticas internacionais, seja para minimizar os custos impostos pela necessidade de adaptação às novas variáveis climáticas locais.

4 ADAPTAÇÃO AGRÍCOLA, TECNOLOGIA E INTEGRAÇÃO PRODUTIVA

Para Garcia e Vieira Filho (2014), os ganhos econômicos promovidos pela agricultura nas últimas décadas no Brasil são inquestionáveis, mas a abordagem econômica tradicional não leva em conta as variáveis socioambientais. Isso permite questionar se

o ganho econômico foi acompanhado por um bem-estar social. Como exemplo de situação em que os custos socioambientais não parecem ter sido internalizados, o Brasil exportou cerca de 2 milhões de litros de etanol e importou cerca de 1,15 milhão. A movimentação desnecessária de etanol entre os países acarretou emissões de GEE e riscos de acidentes ambientais, podendo até mesmo ter aumentado o consumo de combustíveis fósseis, cuja redução é justamente um dos objetivos do uso de etanol.

A variável ambiental mais importante afetada pela agropecuária brasileira nas últimas décadas é, sem dúvida alguma, a cobertura vegetal. O desmatamento é responsável tanto por grande parte das emissões brasileiras de GEE quanto pela perda de serviços ambientais importantes para indústrias, população e para a própria agricultura. Entre esses serviços, destacam-se a ciclagem de nutrientes, a regulação da pluviosidade e da vazão de água dos rios e a depuração da poluição.

A taxa de crescimento da renda dos países em desenvolvimento, especialmente os asiáticos, contribuirá para um aumento da demanda de alimentos em 70% até 2050, que pode ser em parte suprida pela utilização de terras degradadas (respeitando-se o Código Florestal) e pelos ganhos de produtividade por área – neste caso, especialmente pelos agricultores mais pobres, se eles passarem a ter acesso à qualificação técnica e à tecnologia (Vieira Filho, Gasques e Sousa, 2011).

A integração produtiva é uma inovação em gestão que integra diferentes sistemas produtivos (agrícolas, pecuários e florestais) dentro de uma mesma área. Essa inovação ocorre em cultivo consorciado, em rotação ou sucessão, de modo que exista interação entre os componentes produtivos, gerando economias de escala e de escopo. Os componentes são: *i*) integração lavoura-pecuária (iLP ou agropastoril); *ii*) lavoura-floresta (iLF ou silviagrícola); *iii*) pecuária-floresta (iPF ou silvipastoril); e *iv*) lavoura-pecuária-floresta (iLPP ou agrossilvipastoril). Segundo Rede de Fomento ILPF (2016), os benefícios da integração produtiva são divididos entre ambientais e econômicos. Em termos ambientais, encontram-se:

- maior eficiência na utilização dos recursos escassos, tais como terra, água e capital, bem como ampliação do balanço energético;
- melhoramento da qualidade e conservação das características do solo;
- manutenção da biodiversidade e sustentabilidade agropecuária;

- melhoria do bem-estar animal, em decorrência do maior conforto térmico;
- redução da pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa; e
- mitigação das emissões de GEE.

Quanto aos benefícios econômicos, seguem:

- aumento da renda líquida, permitindo maior capitalização do produtor, o que amplia a capacidade de investimentos em novas tecnologias;
- aumento da produção de alimentos, fibras e energia em uma mesma área;
- possibilidade de aplicação em propriedades rurais de todos os tamanhos e perfis;
- redução da sazonalidade do uso de mão de obra no campo e do êxodo rural, gerando empregos diretos e indiretos; e
- estabilidade econômica, com redução do risco via diversificação da produção.

De acordo com Vieira Filho (2017) e Malafaia *et al.* (2014), na produção pecuária existem áreas ocupadas com pasto pouco produtivo, o que conduz a uma produção com emissão de altos níveis de GEE por quilo de carne ofertada. A armazenagem de carbono é influenciada pela intensidade de uso e manejo do solo. Quanto menor a recuperação das pastagens ao longo do tempo, maior é a perda de carbono do solo para o ambiente. A calagem e adubação, os tratamentos físico-mecânicos e a iLP, o que intensifica o uso da terra, contribuem com a recuperação das pastagens. De acordo com Almeida e Medeiros (2015), os animais com melhores rendimentos no ganho de peso tendem a emitir menores quantidades de metano. Dessa forma, manejo adequado e alimentação balanceada se tornam ativos de sustentabilidade associados ao produto final.

De acordo com a tabela 1, as regiões que mais integram a produção são Sul, Centro-Oeste e Sudeste, nessa ordem. Com índices percentuais menores do que a média nacional, seguem as regiões Nordeste e Norte, embora haja alguns estados nessas regiões com percentuais acima da média nacional, como Tocantins, Paraíba e Rio Grande do Norte. Das quatro possibilidades de configuração do sistema produtivo, a estratégia agropastoril domina, com 83% das áreas integradas. Os principais motivos se mostram pela redução do impacto ambiental e pelo aumento da rentabilidade por unidade de área.

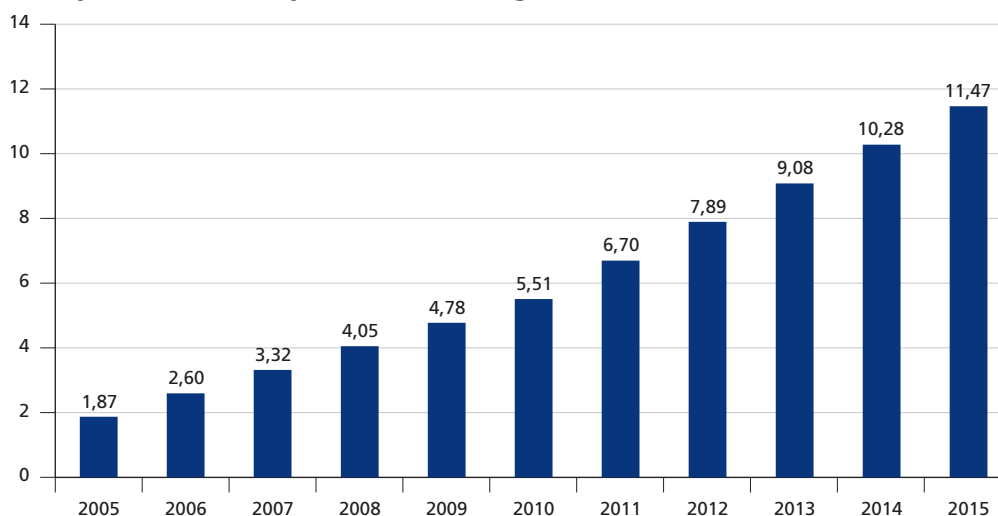
TABELA 1
Áreas sob uso agropecuário e com integração produtiva no Brasil (2015)

Regiões	Estados	Áreas sob uso agropecuário (ha)	Área com integração		Média (%)
			(ha)	(%)	
Norte	Acre	1.550.224	321	0,02	1,94
	Amazonas	2.221.744	9.407	0,42	
	Amapá	242.498	0	0,00	
	Pará	13.493.870	427.378	3,17	
	Rondônia	6.700.660	78.258	1,17	
	Roraima	710.225	18.422	2,59	
	Tocantins	8.065.233	500.302	6,20	
	Alagoas	1.555.272	4.619	0,30	
	Bahia	21.996.268	545.778	2,48	
Nordeste	Ceará	5.142.852	41.380	0,80	3,06
	Maranhão	4.797.636	69.087	1,44	
	Paraíba	2.152.310	136.217	6,33	
	Pernambuco	4.273.523	217.673	5,09	
	Piauí	5.599.900	74.119	1,32	
	Rio Grande do Norte	2.298.618	221.491	9,64	
	Sergipe	1.281.116	1.774	0,14	
	Goiás	19.745.814	943.934	4,78	
Centro-Oeste	Mato Grosso	30.957.213	1.501.016	4,85	6,77
	Mato Grosso do Sul	19.504.048	2.085.518	10,69	
	Espírito Santo	1.186.482	118.121	9,96	
Sudeste	Minas Gerais	19.217.726	1.046.878	5,45	5,59
	Rio de Janeiro	1.016.170	11.981	1,18	
	São Paulo	14.916.482	861.140	5,77	
	Paraná	9.387.407	416.517	4,44	
Sul	Rio Grande do Sul	7.108.887	1.457.900	20,51	14,75
	Santa Catarina	3.517.399	678.893	19,30	
Total		208.639.578	11.468.124	5,50	

Fonte: Rede de Fomento ILPF (2016).

Conforme o gráfico 2, em um período de dez anos, de 2005 a 2015, a área ocupada com sistemas integrados aumentou em quase 10 milhões de hectares. Segundo Rede de Fomento ILPF (2016), 29% da adoção ocorreu basicamente entre os anos de 2011 e 2015; no mesmo período, a área média com iLPF subiu de 4,3% para 9,4% da área agricultável das fazendas; 35% dos pecuaristas não adotantes afirmaram que aplicariam a tecnologia e 84% dos pecuaristas adotantes estavam satisfeitos com os resultados da gestão integrada.

GRÁFICO 2
Evolução da área de adoção de sistemas integrados (2005-2015)



Fonte: Rede de Fomento ILPF (2016).

Segundo Vieira Filho, Gasques e Sousa (2011), os estabelecimentos agropecuários carecem, em geral, de dirigentes com qualificação técnica adequada, o que mostra uma vulnerabilidade na capacidade de absorção dos agentes produtivos.³ Isso é explicado por uma elevada heterogeneidade: enquanto uma pequena porcentagem dos estabelecimentos apresenta gestão eficiente e uso intensivo de tecnologia, respondendo pela maior parte da produção nacional, a maioria dos agricultores padece de pobreza e dificuldade de acesso à tecnologia. A maior parte dos agricultores em situação de vulnerabilidade se encontra na região Nordeste. Vieira Filho, Gasques e Sousa (2011) mostram também que nem toda a produção agrícola brasileira é moderna e que alguns cultivos tendem a apresentar mais atraso tecnológico que outros, o que seria o caso, por exemplo, do feijão, da mandioca e de algumas horticulturas.

Políticas públicas devem favorecer o investimento em pesquisa, seja da Embrapa, seja das universidades, seja dos institutos de pesquisa do país. Devem também propiciar

3. A política que visa sanar esse problema é a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater), instituída pelo governo federal em 2003. Tal política depende da parceria entre organizações governamentais e não governamentais de assistência técnica e extensão rural (Ater) e a sociedade civil organizada. Para uma análise mais aprofundada sobre os resultados do sistema de Ater no Brasil e seu impacto sobre a mão de obra na agricultura regional, confira o estudo de Freitas e Maciente (2016).

o acesso à tecnologia aos setores mais atrasados e com baixa capacidade de absorção tecnológica, contribuindo para o desenvolvimento econômico como um todo (Vieira Filho, Gasques e Sousa, 2011) e para a adaptação às novas condições climáticas em cada região.

O baixo nível de conhecimento dos agricultores, técnicos e agentes financeiros operadores do crédito agrícola é também um dos principais entraves ao bom funcionamento do Plano ABC, pois este se baseia, em grande parte, no uso de tecnologias específicas (Gurgel e Laurenzana, 2016).

O conhecimento dos limites impostos pelas alterações de temperatura e do ciclo hidrológico possibilita direcionar o melhoramento genético de plantas para que surjam variedades mais resistentes às novas condições. Simultaneamente, podem ser estabelecidas novas estratégias regionais de manejo de água à medida que sejam quantificadas as novas necessidades hídricas das culturas (Pinto e Assad, 2008).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o exposto, o setor agropecuário mostra-se relevante no atendimento de metas e compromissos acordados internacionalmente para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Embora os cenários futuros sintetizem uma possibilidade de redução de áreas destinadas ao plantio de várias culturas, para cada região específica e para o Brasil como um todo, é possível tanto reduzir o impacto ambiental da agricultura brasileira quanto desenvolver novos conhecimentos e tecnologias que permitam o avanço produtivo sustentável.

A integração produtiva, além de gerar economias de escala e de escopo, poderia contribuir com o aumento da eficiência do sistema, uma vez que a produção por unidade de insumo estaria aumentando. Nesse sentido, a combinação de diferentes sistemas produtivos em uma mesma área teria a capacidade de elevar os ganhos produtivos e ambientais, podendo ser uma inovação em gestão bastante eficaz no combate aos problemas climáticos.

Os sistemas integrados contribuem favoravelmente para a produção sustentável com a redução de emissões do GEE. Dessa forma, o fomento à produção com conteúdos integrados auxiliaria na definição de estratégias de inserção internacional, com o objetivo de cumprir os acordos de redução das emissões de GEE, além de estimular o crescimento do setor produtivo agropecuário.

De 2005 a 2015, a área ocupada com sistemas integrados aumentou em quase 10 milhões de hectares. Com a implementação do Plano ABC, após 2010, grande parte da adoção dos sistemas integrados ocorreu fundamentalmente após 2011. No mesmo período, a área média com iLPF aumentou, a tendência em adotar sistemas integrados vem crescendo, e a maioria dos adotantes das práticas integradoras se mostrou satisfeita com o retorno produtivo.

Nesse sentido, é preciso tanto direcionar o avanço tecnológico para a adaptação de culturas como estimular políticas públicas que fomentem a adoção de práticas e tecnologias agrícolas sustentáveis. O Plano ABC é um exemplo de política que auxilia na mitigação do risco climático, por combinar diferentes atividades produtivas pelo uso comum de recursos escassos. Integrar o cultivo de grãos e pecuária reduz a vulnerabilidade de ambas as atividades, diversificando o risco produtivo em sistemas holísticos bioquímicos. As soluções para a redução dos efeitos climáticos na produção vegetal e animal passam pelas novas tecnologias de manejo e pela busca por cultivares tolerantes às novas condições, especialmente aos estresses de temperaturas e hídrico.

Contudo, deve-se ressaltar que os estabelecimentos agropecuários brasileiros carecem, em geral, de dirigentes com qualificação profissional adequada e com orientação técnica condizente com a realidade produtiva. Nesse sentido, reveste-se de importância a assistência técnica e extensão rural, com o reforço e a consolidação dos cursos técnicos na área de ciências agrárias, principalmente nos médios centros urbanos, mais próximos das regiões produtoras. A baixa qualificação profissional e técnica apresenta-se como fator de vulnerabilidade na capacidade de absorção de novos conhecimentos e tecnologias pelos agentes produtivos. Parte do problema é dado pela elevada heterogeneidade. Uma parcela pequena dos produtores apresenta gestão eficiente, mas responde pela maior parte da produção nacional; todavia, a maior parte deles insere-se na pobreza, muito regionalizada no Nordeste, por isso possuem dificuldade no acesso aos novos conhecimentos. Portanto, pensar no fomento da produção integrada requer um forte investimento de base na formação e na educação dos agentes produtivos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G.; MEDEIROS, S. R. Emissões de gases efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *In*: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 97-116.

ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? *In*: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R. (Orgs.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010. p. 275-289.

ASSAD, E. D. *et al.* Impactos e vulnerabilidades da agricultura brasileira às mudanças climáticas. *In*: TEIXEIRA, B. S.; ORSINI, J. A. M.; CRUZ, M. R. (Eds.). **Modelagem climática e vulnerabilidades setoriais à mudança do clima no Brasil**. Brasília: MCTIC, 2016.

BROWN, M. E.; FUNK, C. C. Food security under climate change. **Science**, v. 319, n. 5.863, p. 580-581, 2008.

BUAINAIN, A. M. *et al.* **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília: Mapa, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/1RLPDs>>.

CALZADILLA, A. *et al.* Climate change impacts on global agriculture. **Climatic Change**, v. 120, n. 1-2, p. 357-374, 2013.

DOMINGUES, E. P.; MAGALHAES, A. S.; RUIZ, R. M. **Cenários de mudanças climáticas e agricultura no Brasil: impactos econômicos na região Nordeste**. Belo Horizonte: Cedeplar, 2008. (Texto para Discussão, n. 340).

FERREIRA FILHO, J. B. S.; MORAES, G. I. Climate change, agriculture and economic effects on different regions of Brazil. **Environment and Development Economics**, Cambridge, Reino Unido, v. 20, n. 1, p. 37-56, 2014.

FREITAS, R. E.; MACIENTE, A. N. Mesorregiões/culturas líderes *versus* oferta de mão de obra específica. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, Brasília, v. 47, p. 29-38, 2016.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão agrícola no Brasil e a participação da soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 3, p. 497-516, 2016.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política agrícola brasileira: produtividade, inclusão e sustentabilidade. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 1, 2014.

GASQUES, J. G.; *et al.* Total factor productivity in Brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Orgs.). **Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Oxfordshire: CAB International, 2012. p. 145-162.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura brasileira de baixo carbono. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Biocombustíveis no Brasil**: etanol e biodiesel. Brasília: Ipea, 2010. (Comunicados do Ipea, n. 53).

LOBELL, D. B. *et al.* Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. **Science**, v. 319, n. 5863, p. 607-610, 2008.

MALAFAIA, G. C. *et al.* Rentabilidade da produção de carne bovina no Brasil e desafios para o seu crescimento. *In*: CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil**: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília: CGEE, 2014. v. 2.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. Economia da mudança do clima. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 4, p. 7-13, 2010.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 22-27, set. 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/PmoS3Z>>. Acesso em: jun. 2018.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural outlook 2010-2019**. Washington: OECD; FAO, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/pr4Wo3>>.

PINTO, H. S. *et al.* Impacto do aumento da temperatura no zoneamento climático do café nos estados de São Paulo e Goiás: avaliação dos cenários do IPCC. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Funceme, 2001.

PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. **Aquecimento global e cenários futuros da agricultura brasileira**. Campinas: Embrapa; Unicamp, 2008.

SANTOS, M. A. *et al.* **Sector agropecuário brasileiro pós-novo Código Florestal**: uma simulação de impactos econômicos. Brasília: Ipea, 2017. (Texto para Discussão, n. 2320).

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Expansão pecuária no Brasil e proposição metodológica de cálculo da produtividade em termos de sustentabilidade ambiental**. Rio de Janeiro: ABDE Editorial, 2017. p. 227-258. (Prêmio ABDE-BID de Artigos, categoria II – Finanças Verdes).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. Brasília: Ipea, 2017.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; SOUSA, A. G. **Agricultura e crescimento**: cenários e projeções. Brasília: Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n. 1642).

WHEELER, T.; BRAUN, J. Climate change impacts on global food security. **Science**, v. 341, n. 6145, p. 508-513, 2013.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação

Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão

Everson da Silva Moura

Leonardo Moreira Vallejo

Revisão

Camilla de Miranda Mariath Gomes

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Ana Clara Escórcio Xavier (estagiária)

Hislla Suellen Moreira Ramalho (estagiária)

Lilian de Lima Gonçalves (estagiária)

Lynda Luanne Almeida Duarte (estagiária)

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza (estagiário)

Editoração

Aeromilson Trajano de Mesquita

Bernar José Vieira

Cristiano Ferreira de Araújo

Danilo Leite de Macedo Tavares

Herllyson da Silva Souza

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO,
DESENVOLVIMENTO E GESTÃO

GOVERNO
FEDERAL

ISSN 1415-4765

