

# Mudanças climáticas no Brasil: efeitos sistêmicos sob cenários de incerteza

*Autor: Bruno Santos de Souza<sup>1</sup>*

**CÁTEDRA ESCOLHAS  
DE ECONOMIA E MEIO AMBIENTE**



**E**ste *Policy Brief* é baseado na dissertação de mestrado “Mudanças climáticas no Brasil: efeitos sistêmicos sobre a economia brasileira provenientes de alterações na produtividade agrícola”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Departamento de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo em 2018<sup>2</sup>.

As mudanças climáticas são uma das principais causas de perda de produtividade para o setor agrícola em todo o mundo. Apesar disso, pouco se discute sobre a vulnerabilidade que diferentes regiões de um determinado país podem enfrentar. De acordo com a definição do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as regiões mais vulneráveis em relação às mudanças climáticas são aquelas que, além de enfrentar alterações mais intensas em seu padrão climático, têm pouca capacidade adaptativa para lidar com essas mudanças, sendo mais dependentes do setor agrícola em sua estrutura produtiva.

O trabalho mediu o impacto econômico que as mudanças climáticas projetadas para as regiões brasileiras podem ter até o final do século. Em particular, o impacto direto que as potenciais alterações climáticas terão sobre a produtividade das principais culturas agrícolas do país e o impacto indireto dessas mudanças na economia brasileira como um todo. Ademais, permite detectar quais são as regiões brasileiras economicamente mais vulneráveis no período estudado (de 2020 a 2100)<sup>3</sup>.

Os resultados da pesquisa indicam que as regiões brasileiras sofrerão um impacto bastante diverso ao longo do século.

Nossas estimativas apontam que as perdas econômicas totais sobre a economia brasileira representarão cerca de 0.7% do Produto Interno Bruto (PIB) sob o cenário otimista e 3.4% sob o cenário pessimista até o final do século.

No cenário otimista, as regiões Sudeste e Nordeste são as que observam maiores perdas relativas em sua produção, em função de sua alta integração econômica com o resto do país.

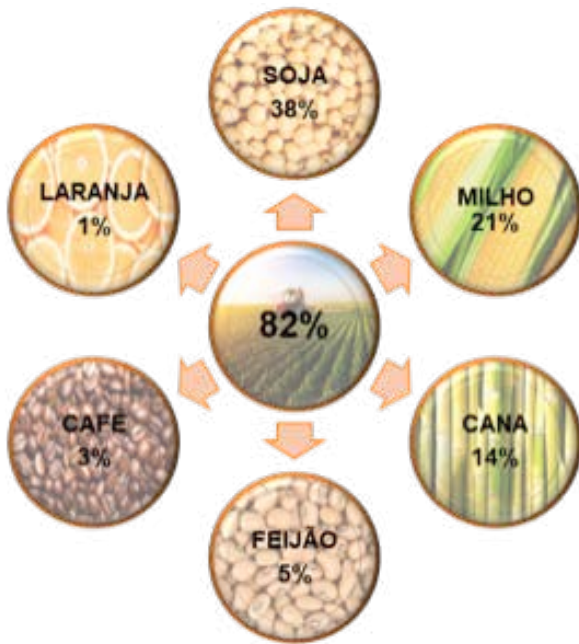
No cenário pessimista, porém, é a região Centro-Oeste a mais afetada, em função de sua grande dependência do setor agrícola e da maior intensidade das mudanças climáticas nesse cenário.

### **Período e culturas agrícolas analisados**

A análise considera os efeitos sobre a produtividade da soja, cana-de-açúcar, milho, feijão, café e laranja entre 2020 e 2100. Essas culturas representam cerca de 82% da produção agrícola do país. O critério de escolha foi o de culturas mais representativas em termos de área plantada (soja e cana-de-açúcar); no PIB agrícola dos municípios da maior parte das regiões (milho e feijão) e culturas nas quais o Brasil possui posição preponderante na produção mundial (café e laranja).<sup>4</sup>

### **Projeções climáticas**

São utilizados dois cenários climáticos gerados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) entre 2020 e 2100, cenário RCP 2.6 (otimista) – RCP é a sigla em inglês para “Caminhos Representativos de Concentração” – e cenário RCP 8.5 (pessimista).<sup>5</sup>



### RCP 2.6 - Cenário de mitigação rigoroso (otimista)

#### Tem como premissas:

- Diminuição no uso de petróleo
- População mundial de 9 bilhões de habitantes em torno de 2100
- Um crescimento considerável do uso de energia gerada a partir da biomassa
- Redução das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da ordem de 40%
- As emissões de CO<sub>2</sub> atuais permanecem constantes no nível atual até 2020 e começam a declinar a partir daí, se tornando negativas a partir de 2100
- A concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera atinge seu pico em 2050, apresentando leve declínio até 2100

### RCP 8.5 - Cenário com emissões Gases de Efeito Estufa (GEE) bastante elevadas (pessimista)

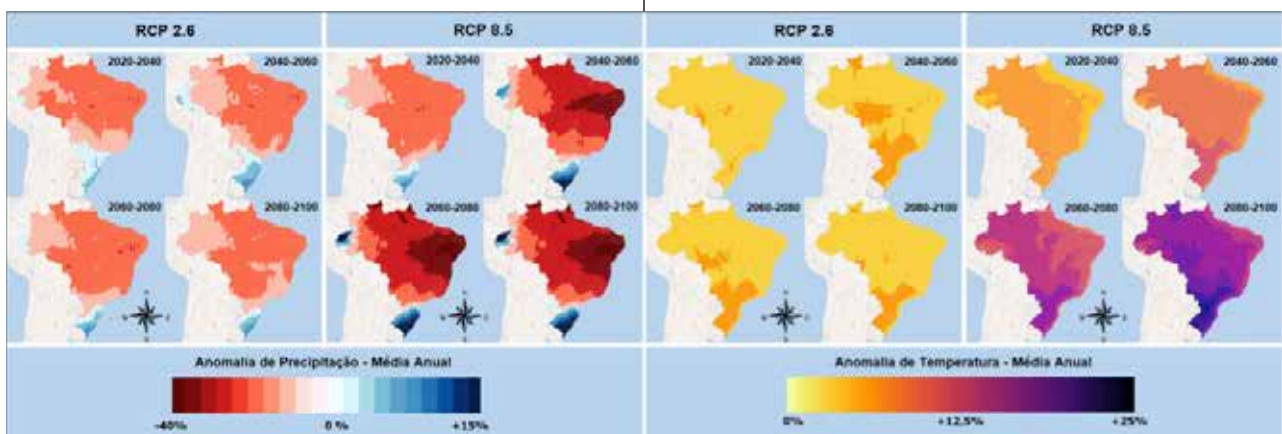
#### Tem como premissas:

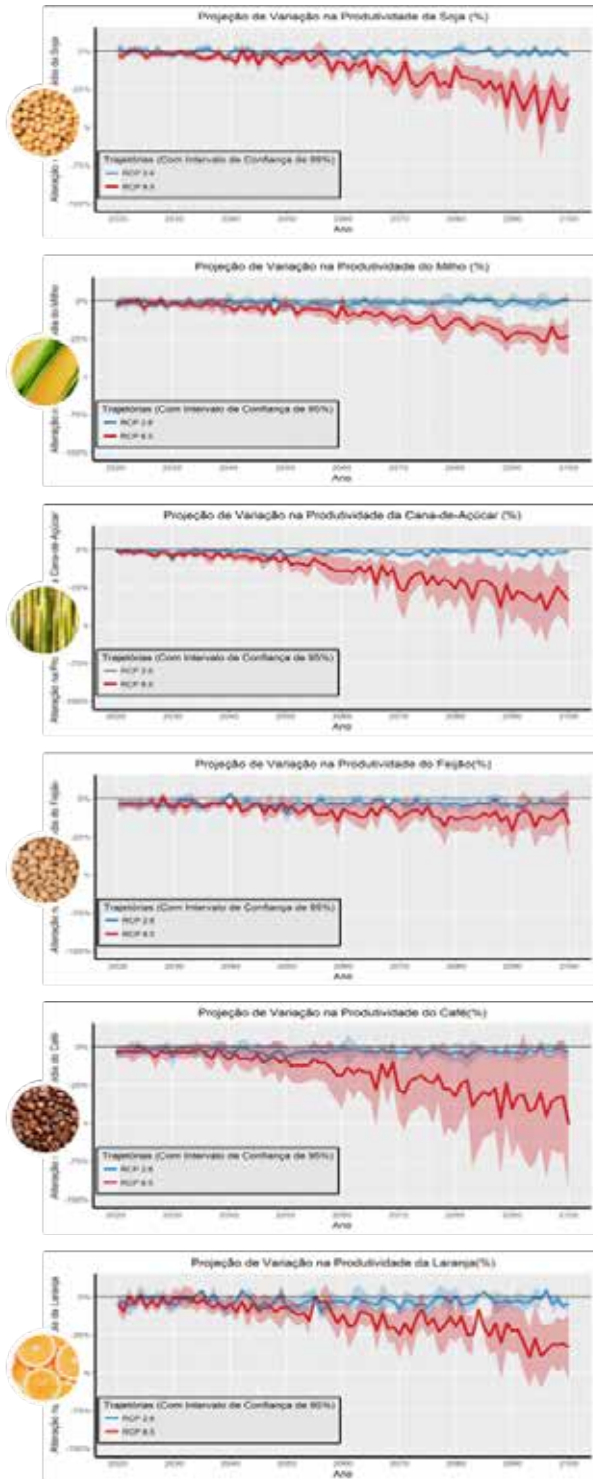
- Emissões de CO<sub>2</sub> três vezes maiores que os níveis atuais até 2100
- Rápido crescimento das emissões de metano
- Um aumento crescente do uso da terra para agricultura conduzido por forte crescimento populacional
- População mundial de 12 bilhões de pessoas até 2100
- Uma baixa taxa de crescimento da tecnologia
- Uma alta resiliência do uso de combustíveis fósseis
- Nenhuma implementação de políticas de mitigação

#### Análise do problema

A análise dos impactos das mudanças climáticas sobre as culturas reflete, em boa medida, o comportamento dos dois cenários considerados. Eles apresentam trajetórias parecidas até o meio do século, mas se descolam a partir de 2050 com um profundo agravamento no cenário pessimista e uma trajetória quase constante no cenário otimista.

Sob o RCP 2.6 (otimista) as taxas de variação na produtividade anual são esta-





tisticamente insignificantes em todas as culturas. Contudo, sob o RCP 8.5 (pessimista), o agravamento das perdas produtivas fica evidenciado em todas as culturas estudadas. Os grãos de feijão, milho e soja apresentam perdas anuais menos expressivas, culminando em uma queda de produção anual aproximadamente de 16%,

22% e 30%, respectivamente. Cana, laranja e café, por sua vez, apresentam trajetórias de perda mais acentuadas na casa de 33%, 34% e 50%, respectivamente.

Finalmente, para calcular os impactos diretos das mudanças climáticas na economia brasileira, as trajetórias descritas foram convertidas para valores de 2018 (considerando preços constantes) para cada uma das culturas. Os impactos diretos calculados totalizam quase 647 bilhões de reais sob o RCP 2.6 e 3,7 trilhões de reais sob o RCP 8.5. Equivalentes a uma retração no nível do PIB nacional até o fim do século da ordem de 0,68% no RCP 2.6 e de 3,37% no RCP 8.5.

### Recomendações

Algumas estratégias de políticas públicas podem ser implementadas no curto prazo com o objetivo de diminuir os impactos das mudanças climáticas sobre a renda e bem estar nacional:

- Políticas de mitigação de emissões de GEE no âmbito nacional e internacional;
- Engajamento governamental e deliberações conjuntas entre a Agricultura e o Meio Ambiente;
- Políticas de adaptação prévia e implementação de políticas de integração entre as regiões brasileiras;
- Maior variabilidade e equilíbrio na malha de produção agrícola brasileira;
- Obtenção, registro e disponibilidade ampla de dados;
- Apoio, incentivo e financiamento a estudos relacionados para viabilizar sua continuidade, monitoramento e aplicabilidade.

As recomendações prescritas buscam aproximar as condições futuras do cenário otimista. Esse cenário tem como viés

uma política de mitigação de emissões rigorosa e coordenação de políticas públicas nos âmbitos nacional e internacional.

### Considerações finais

As mudanças climáticas projetadas para o futuro apresentam um sério desafio para a humanidade. Seus efeitos mais intensos serão sentidos no futuro mais distante, mas as ações necessárias para diminuir seus impactos de maneira significativa devem ser feitas na atualidade. Essa inconsistência temporal entre os investimentos necessários e os retornos esperados tornam a questão das mudanças climáticas um dos mais complicados problemas globais já observados na humanidade.

Existe um crescente consenso acerca da ideia de que o aumento de emissões na atmosfera terá um potencial de gerar distorções no padrão de precipitação e temperatura global, gerando alto risco de perdas para o setor agrícola do Brasil.

A literatura que trata do tema, embora encontre evidências ambíguas acerca do impacto das mudanças no clima sobre a produtividade agrícola mundial, concorda que seus riscos devem ser levados em conta para a melhor formulação de políticas de adaptação e mitigação ao redor do planeta.

<sup>1</sup> Bruno Santos de Souza foi bolsista da Cátedra Escolhas de Economia e Meio Ambiente em 2017.

<sup>2</sup> A tese, defendida em 2018, está disponível em [Mudanças Climáticas no Brasil: Efeitos Sistêmicos sobre a Economia Brasileira Provenientes de Alterações na Produtividade Agrícola](#)

<sup>3</sup> A análise de como as mudanças climáticas podem afetar a produtividade média de culturas agrícolas do Brasil é realizada por meio de um modelo econométrico considerando cada um dos 5563 municípios brasileiros. As estimativas geradas por esse modelo foram utilizadas para calcular os choques de produtividade agrícola necessários para a utilização do modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC).

<sup>4</sup> Os dados sobre produção, valor produzido, rendimento médio, área plantada, proporção da produção total e proporção da área plantada total são fornecidos pela Produção Agrícola Municipal (PAM) para todas as culturas agrícolas do país. Tais informações foram colhidas entre os anos de 1994 e 2015 para todos os municípios brasileiros.

<sup>5</sup> Os cenários são nomeados a partir do nível projetado para a diferença entre a radiação solar absorvida pelo planeta e a radiação que é refletida de volta para o espaço relativo ao nível pré-industrial da mesma medida. Essa diferença é conhecida como força radiativa e é definida como um índice da magnitude que a radiação solar tem como potencial mecanismo de mudança climática. Assim, por exemplo, o cenário RCP 2.6 considera que a força radiativa até o final do século será 2.6 vezes maior que o seu nível pré-industrial ou, em outras palavras, que a atmosfera terrestre irá absorver 2.6 vezes mais radiação solar em relação ao período pré-industrial.

Esse texto é de responsabilidade do autor que assina. As opiniões expressas e os argumentos utilizados não refletem a visão do Instituto Escolhas.

Essa é a primeira edição da Série Policy Brief dos bolsistas da Cátedra Escolhas de Economia e Meio Ambiente, cujo objetivo é apresentar os resultados e recomendações dos trabalhos de pesquisa acadêmica apoiados pelo Instituto Escolhas.

O programa de bolsas da Cátedra busca colaborar para o ensino e a pesquisa no Brasil das questões socioambientais contemporâneas e globais a partir da abordagem das ciências econômicas e tem como principal patrocinador o Itaú-Unibanco.

Patrocínio:



Rua Dr. Virgílio de Carvalho Pinto, 445  
Pinheiros - São Paulo

[www.escolhas.org](http://www.escolhas.org)

siga Instituto Escolhas  @\_escolhas

  [LinkedIn](#)

