

Eventos climáticos extremos no Brasil e impactos econômicos provenientes de mudanças na produtividade agrícola

Área 11: Economia Agrícola e do Meio Ambiente

Davi Winder Catelan¹
Terciane Sabadini Carvalho²
Vinicius de Almeida Vale³

Resumo

Após quatro anos de crescimento, a produção brasileira de grãos caiu em 2021 devido à redução na produtividade agrícola, induzida pela falta de chuvas, baixas temperaturas e geadas nas principais regiões produtoras do país. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo projetar os impactos econômicos da redução na produtividade agrícola, associada à ocorrência de eventos climáticos extremos em 2021, no Brasil e nas Unidades da Federação. Para isso, foi utilizado um modelo inter-regional dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC), denominado TERM-UF-AGRO. Os resultados mostram que a queda na produtividade teria contribuído para a redução do PIB do Brasil em cerca de 0,30% em 2021 o equivalente a R\$26,1 bilhões de reais. Consequentemente, o consumo das famílias, o investimento, as exportações, o emprego e o estoque de capital também seriam negativamente afetados. Mesmo com uma normalização sazonal em 2022, os impactos de longo prazo permaneceriam negativos para as variáveis macroeconômicas analisadas, com redução acumulada de 0,14% do PIB em 2035.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Impactos econômicos; Equilíbrio Geral Computável.

Código JEL: C68; Q10; Q51.

Extreme climatic events in Brazil and economic impacts from changes in agricultural productivity

Abstract

After four years of growth, Brazilian grain production fell in 2021 due to reduced agricultural productivity, induced by lack of rain, low temperatures and frost in the main producing regions of the country. In this context, this study aims to project the economic impacts of the reduction in agricultural productivity, associated with the occurrence of extreme climatic events in 2021, in Brazil and in the Federation Units. For this, we have used a dynamic inter-regional model of Computable General Equilibrium (CGE), called TERM-UF-AGRO. The results showed that the decline in agricultural would have contributed to the reduction of Brazil's GDP by around 0.30% in 2021, equivalent to BRL 26.1 billion. Consequently, household consumption, investment, exports, employment and the capital stock would also be negatively affected. Therefore, even with a seasonal normalization in 2022, the long-term impacts would remain negative for the macroeconomic variables analyzed, with an accumulated reduction of 0.14% of GDP in 2035.

Keywords: Climate change; Economic impacts; Computable General Equilibrium.

JEL Code: C68; Q10; Q51.

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE) da UFPR e Pesquisadora do NEDUR.

² Professora do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE) da UFPR e Pesquisadora do NEDUR.

³ Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico (PPGDE) da UFPR e Pesquisador do NEDUR.

1. Introdução

Os impactos sociais e econômicos das mudanças climáticas têm gerado grande interesse de pesquisadores e de governos em todo o mundo. Como argumentam Ferreira Filho e Moraes (2015), esses impactos tendem a ser potencializados no Brasil visto que grande parte do seu território está localizado em áreas tropicais e subtropicais. Entre as principais consequências das mudanças climáticas, destacam-se os aumentos da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, como secas, inundações e geadas (SANTOS et al., 2011; HADDAD et al., 2013).

Embora todos os setores econômicos sejam de alguma forma vulneráveis às mudanças climáticas, o setor agrícola tende a ser mais afetado, pois a sua produção depende diretamente da temperatura e das condições pluviométricas (IPCC, 2007; ZHAI et al., 2009; SANTOS et al., 2011; THURLOW et al., 2012; HADDAD et al. 2013). No caso do Brasil, as perdas agrícolas estão relacionadas não apenas à variabilidade do clima, mas também à incidência de eventos climáticos extremos. Segundo Haddad et al. (2013), as transformações climáticas em curso levarão a aumentos na frequência, na intensidade e na duração desses eventos nos países da América do Sul.

Nesse sentido, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021c), após quatro anos de crescimento, a produção brasileira de grãos caiu 1,80% em 2021, mesmo com o aumento de 4,20% na área plantada. Esse movimento negativo foi atribuído à redução na produtividade de algumas culturas, como do milho, do algodão e do arroz, justificada pelos danos causados pela forte estiagem nas principais regiões produtoras, bem como pelas baixas temperaturas e geadas ocorridas na Região Centro-Sul do Brasil (CONAB, 2021c). Em termos regionais, esses impactos foram bastante heterogêneos. A soja, por exemplo, apresentou elevações na produtividade no Rio Grande do Sul, em São Paulo e no Maranhão e reduções no Paraná, no Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul. Já a cana-de-açúcar denotou crescimentos na produtividade no Rio de Janeiro, na Bahia e no Paraná e quedas em Alagoas, Amazonas e Minas Gerais.

Embora a agricultura tenha respondido por apenas 3,45% do valor adicionado bruto brasileiro e representado 6,14% do total de empregos em 2019, grande parte da sua produção foi destinada a outros setores como insumos intermediários (IBGE, 2022). Portanto, espera-se que o recuo na produtividade agrícola afete outros setores econômicos e, conseqüentemente, a atividade econômica brasileira como um todo. Além disso, visto os impactos na produtividade heterogêneos no espaço e os encadeamentos produtivos regionais e setoriais existentes, espera-se que as regiões brasileiras respondam também de forma heterogênea.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo projetar os impactos econômicos da redução na produtividade agrícola no Brasil associada à ocorrência de eventos climáticos extremos em 2021. Especificamente, serão estimados os impactos econômicos das reduções na produtividade do algodão, do milho, da soja e da cana-de-açúcar por Unidade da Federação. Os impactos serão projetados para o período entre 2021 e 2035. Para tal, será utilizado o modelo inter-regional dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC), denominado TERM-UF-AGRO, calibrado para o ano base de 2015 com dados do IBGE e atualizado para 2020 com dados observados do comportamento macroeconômico da economia brasileira.

O uso do modelo EGC permite levar em consideração os encadeamentos produtivos e a interdependência econômica entre os diferentes agentes da economia. Além disso, o módulo dinâmico permite avaliar o mecanismo de ajuste do estoque de capital ao longo do tempo atrelado, no caso do presente estudo, aos choques de oferta causados pela redução da produtividade agrícola. Conforme discutido por Wittwer (2020) e Wittwer (2021), modelos EGC dinâmicos podem rastrear com maior acurácia os efeitos econômicos da perda de produtividade ao longo do tempo, induzida por adversidades climáticas, por levar em conta os mecanismos de ajuste do capital e do emprego.

Diante do contexto de adversidades climáticas ocorridas no Brasil em 2021, este trabalho contribui para a literatura ao projetar os impactos econômicos da redução na produtividade agrícola nas Unidades da Federação brasileira. Além disso, contribui para a discussão ao reforçar a importância do gerenciamento e uso consciente dos recursos naturais em prol da mitigação das mudanças climáticas. Por fim, como argumentam

Gebreegziabher et al. (2015), compreender os impactos das mudanças climáticas na economia é fundamental para a elaboração de estratégias de adaptação e para a formulação de acordos climáticos globais. Portanto, o estudo auxilia no entendimento desses impactos.

Além desta introdução, o estudo está dividido em mais quatro seções. A segunda seção apresenta alguns estudos que analisaram os impactos econômicos da redução na produtividade da agricultura, explicada pelas variações climáticas. A terceira seção apresenta os aspectos metodológicos e estruturais do modelo TERM-UF-AGRO, bem como a estratégia de simulação empregada. A quarta seção apresenta os resultados. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais.

2. Mudanças climáticas, produtividade agrícola e impactos econômicos

Estudos divulgados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sugerem que, em meados do século XXI, o aumento nas temperaturas e a redução no volume de chuvas levarão à diminuição na produtividade agrícola na América Latina, com consequências nefastas na economia e na segurança alimentar da região. Esses fatores também impactarão fortemente a disponibilidade hídrica para consumo humano e a geração de energia elétrica (IPCC, 2007).

Dada a importância da agricultura para a atividade econômica nos países em desenvolvimento, a perda de produtividade agrícola decorrente das mudanças climáticas poderá afetar toda a economia desses países. Ademais, essas mudanças também poderão atingir outros setores econômicos direta ou indiretamente, de modo que as interações entre os setores precisam ser levadas em conta para avaliar os impactos das variações climáticas (ZHAI et al., 2009; GEBREEGZIABHER et al., 2015).

Nesse sentido, os modelos EGC têm sido utilizados para averiguar os impactos econômicos da redução na produtividade agrícola resultantes das mudanças climáticas, considerando as interações entre os setores de atividade. Alguns dos estudos que se fundamentaram na abordagem de equilíbrio geral são os de Haddad et al. (2013) e Souza (2018) para o Brasil, Zhai et al. (2009) para a China, Thurlow et al. (2009) para o Zâmbia, Gebreegziabher et al. (2015) para a Etiópia e de Wittwer (2020) e Wittwer (2021) para a Austrália.

Haddad et al. (2013) utilizaram um modelo EGC inter-regional estático para avaliar os impactos econômicos de anomalias climáticas no Brasil em 2005. Tais impactos foram traduzidos em choques de produtividade no setor agrícola. O estudo mostrou que a variabilidade climática teve o efeito de reduzir o PIB nacional em 0,163% e o emprego agregado em 0,403% no período. Os estados mais afetados foram aqueles que registraram as secas mais severas no período em análise.

Souza (2018) projetou o impacto direto das mudanças climáticas na produtividade agrícola no Brasil e o impacto indireto na economia até o final do século XXI, por meio de um modelo EGC inter-regional estático. A análise considerou as culturas de soja, cana-de-açúcar, café, milho, feijão e laranja. As estimativas indicaram que as perdas econômicas totais equivalem a retrações no PIB nacional na ordem de 0,68% no melhor cenário e de 3,37% no pior cenário. Os resultados regionais foram heterogêneos, com os piores impactos concentrados na Região Centro-Sul, devido à maior importância econômica da região.

Em outro estudo, Thurlow et al. (2009) analisaram os efeitos das variações climáticas atual e futura e de eventos climáticos extremos na produtividade agrícola no Zâmbia, bem como os decorrentes efeitos no crescimento econômico e na pobreza. O estudo combinou um modelo de hidroicultura com um modelo EGC dinâmico. Os resultados mostraram que a variabilidade climática atual reduziria o PIB agrícola e total do país em 9% e 4%, respectivamente, entre 2006 e 2016. Em decorrência disso, mais de 300.000 pessoas permaneceriam abaixo da linha de pobreza. Esses impactos seriam ainda mais graves nos anos de eventos climáticos extremos⁴.

Zhai et al. (2009) examinaram os impactos das mudanças climáticas globais no PIB, na produção setorial e no comércio agrícola da China, por meio de mudanças na produtividade agrícola ao longo do período 2004-2080. Os autores empregaram um modelo EGC dinâmico e mostraram que as mudanças climáticas

⁴ Durante um ano de seca, por exemplo, o PIB cairia 6,6% e a taxa de pobreza aumentaria 7,5 pontos percentuais, levando mais de 836.000 pessoas abaixo da linha de pobreza.

causariam uma perda acumulada de 7,2% na produtividade agrícola até 2080, resultando e em um declínio de 1,3% no PIB chinês. Ainda, verificou-se que os setores de processamento de alimentos seriam os principais perdedores desses movimentos em função da maior dependência dos insumos agrícolas.

Gebregeziabher et al. (2015) analisaram os impactos econômicos das flutuações induzidas pelas mudanças climáticas na agricultura e na pecuária na Etiópia, utilizando um modelo EGC dinâmico. Para tanto, simularam os impactos das mudanças de temperatura e precipitação na produtividade da terra e os efeitos subsequentes na economia no período 2010-2060. Foram considerados dois cenários para a produtividade total dos fatores (PTF). No primeiro, esta foi mantida constante. No segundo, projetou-se um crescimento anual de 2,58% na PTF. No primeiro caso, as mudanças climáticas levariam a uma redução do PIB per capita até o final do período. No segundo cenário, estimou-se um aumento no PIB per capita, mesmo com as variações climáticas projetadas. Contudo, essas mudanças levariam a uma perda de cerca de 20% do PIB per capita.

Os estudos de Wittwer (2020) e Wittwer (2021) analisaram os impactos econômicos regionais da seca de 2017 a 2019 na Austrália utilizando modelos EGC inter-regional dinâmicos. O autor concluiu que a seca reduziu fortemente a produtividade da agricultura e da pecuária, causando um desvio de mais de -1,0% no PIB australiano em 2019 em relação ao cenário de referência. Esses impactos refletiram, sobretudo, na diminuição da produção agrícola, espalhando-se para regiões não afetadas diretamente pela seca⁵. Verificou-se que a produtividade agrícola caiu drasticamente nos anos de seca, com efeitos negativos no PIB, emprego, salário real, estoque de capital, investimento e consumo. Com a normalização das condições climáticas, o PIB, o investimento, o emprego e o consumo tenderiam a recuperar as perdas, o que não ocorreria com o estoque de capital e o salário real.

Para ilustrar como a ocorrência de eventos climáticos extremos tem afetado a agricultura brasileira, a Figura 1 apresenta a evolução da área plantada, da produção e da produtividade da safra de grãos para o período entre as safras de 2011/2012 e 2020/2021. Como discutido, essa classificação inclui as culturas de algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale⁶.

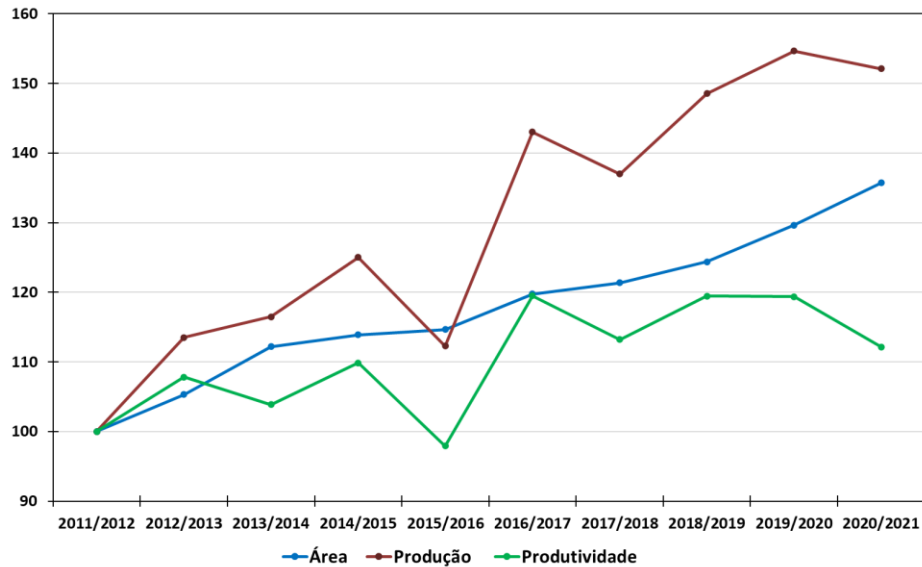
De acordo com estimativas da CONAB, em todo o período a área plantada passou de 50.855,20 hectares para 72.110,94 hectares, enquanto a produção aumentou de 166,2 milhões de toneladas para 284,4 milhões de toneladas. A produtividade, por sua vez, cresceu de 3.266,00 quilos por hectare para 3.944,00 kg/ha. Como se nota, a variação na produção de grãos esteve mais associada à mudança na produtividade agrícola do que à evolução da área plantada.

Conforme Figura 1, os três indicadores apresentaram tendência de crescimento no período, com exceção das safras de 2013/2014, 2015/2016, 2017/2018 e 2020/2021, quando a produção e a produtividade foram reduzidas. A perda na produtividade ocorrida nessas quatro safras esteve associada à ocorrência de adversidades climáticas, como estiagens prolongadas, altas temperaturas e geadas (CONAB, 2014; CONAB, 2016; CONAB, 2018; CONAB, 2021c).

⁵ O autor indica que, mesmo com a recuperação total das condições sazonais em 2020, o desvio negativo no estoque de capital permanece nos anos subsequentes, refletindo a redução no investimento agrícola durante os anos de seca.

⁶ Vale destacar que a maior parcela da safra de grãos consiste na produção de soja e milho. Por exemplo, 53,54% da safra 2020/2021 foi composta pela produção de soja e 34,12% pela de milho.

Figura 1 - Evolução da área semeada, produção e produtividade da safra brasileira de grãos (2011/2012 = 100)

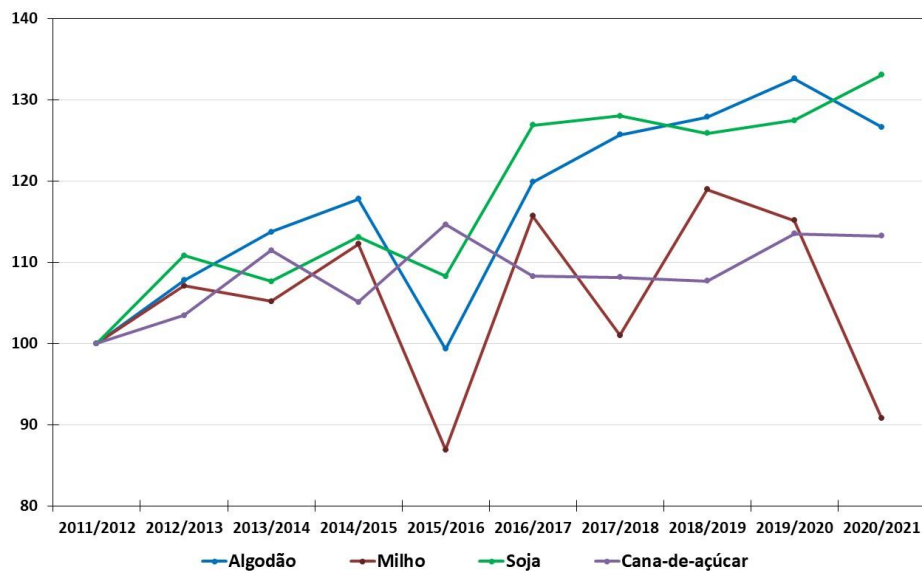


Fonte: elaboração própria.

A Figura 2 mostra a evolução da produtividade do algodão, do milho, da soja e da cana-de-açúcar para o período entre as safras de 2011/2012 e 2020/2021. Como se observa, as quatro culturas apresentaram crescimento na produtividade, com destaque para os aumentos de 31,19% da soja e de 29,19% do algodão. A cana-de-açúcar e o milho denotaram elevações de 2,53% e 12,12%, respectivamente, portanto, em menores proporções.

No ano de 2021 a incidência de secas prolongadas, baixas temperaturas e geadas nas principais regiões produtoras do país afetou fortemente as safras de milho e algodão (CONAB, 2021c). Especificamente, o milho teve uma queda de 21,12% na produtividade e o algodão uma redução de 4,60%.

Figura 2 - Evolução da produtividade das safras de algodão, milho, soja e cana-de-açúcar (2011/2012 = 100)



Fonte: elaboração própria.

Apesar de serem menos afetadas, a soja e a cana-de-açúcar também foram impactadas pela ocorrência desses eventos em determinadas localidades. No Paraná, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, por exemplo, ocorreram recuos de 9,94%, 3,64% e 2,84% na produtividade da soja, associados à falta de chuvas e às baixas temperaturas. Já no Tocantins, houve uma perda de 5,15% na produtividade da soja impulsionada pelo excesso de chuvas (CONAB, 2021c).

3. Metodologia

3.1. O Modelo TERM-UF-AGRO

Para projetar os impactos da redução na produtividade agrícola no Brasil associada à ocorrência de eventos climáticos extremos, este trabalho utiliza um modelo inter-regional dinâmico de equilíbrio geral computável (EGC), denominado TERM-UF-AGRO. O modelo segue a tradição australiana de modelos EGC a partir de equações não-lineares. Seguindo a abordagem de Johansen (1960), a solução do modelo é obtida por meio da linearização das equações, no qual as variáveis são representadas em variação percentual.

O TERM-UF-AGRO, calibrado para as 27 unidades federativas brasileiras, considera 33 setores econômicos, conforme apresentado no Quadro 1. Conforme destacado por Porsse et al. (2020), a estrutura teórica e mecanismo de solução seguem o modelo TERM australiano desenvolvido por Horridge et al. (2005) e a extensão para a forma dinâmica proposta por Dixon e Rimmer (1998; 2002).

Quadro 1 – Estrutura do modelo TERM-UF-AGRO

Agentes econômicos	Regiões
Uma empresa representativa para cada um dos 33 setores e cada uma das regiões	27 Unidades da Federação
Uma família representativa para cada região	
Governo	
Setor Externo	
Setores	
Arroz e Trigo	Biocombustíveis
Milho	Fabricação química
Algodão	Energia elétrica e água
Cana-de-açúcar	Construção
Soja	Comércio
Outros da agricultura	Transportes
Café	Alojamento
Pecuária	Alimentação
Exploração florestal	Informação e comunicação
Indústria extrativa	Intermediação financeira
Abate	Outros serviços
Fabricação de açúcar	Administração pública
Outros de alimentos	Educação
Fumo	Saúde
Têxtil	Atividades artísticas
Outros da Indústria	Organizações associativas
Petróleo e Coquerias	

Fonte: elaboração própria.

Modelos de equilíbrio geral computável são úteis para simular cenários econômicos, uma vez que incorporam um conjunto detalhado de equações econômicas, formando um sistema que reconhece a interdependência econômica entre empresas, famílias, governo e setor externo. No modelo TERM-UF-AGRO, essas relações são constituídas para as Unidades da Federação e agregadas para toda a economia brasileira,

possibilitando obter resultados em níveis regional e nacional (CARVALHO; DOMINGUES; HORRIDGE, 2017; PORSSE et al., 2020).

O TERM-UF-AGRO é composto por conjuntos de equações que definem as relações entre oferta e demanda, segundo os pressupostos de otimização e equilíbrio de mercado. Os agregados macroeconômicos, como investimento, PIB e emprego são determinados nesses conjuntos de equações. As empresas minimizam seus custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala, em que a combinação de insumos intermediários e fatores primários (capital e trabalho) são definidos regionalmente por coeficientes fixos (do tipo Leontief). Os insumos intermediários podem ser produzidos domesticamente ou importados e a substituição entre eles ocorre via preços por intermédio de uma função de elasticidade de substituição constante (CES - *Constant Elasticity of Substitution*). Outra função CES controla a substituição entre insumos domésticos produzidos nas diferentes regiões do modelo. Há também substituição entre capital e trabalho na composição dos fatores primários por meio de funções CES (CARVALHO; DOMINGUES; HORRIDGE, 2017; PORSSE et al., 2020).

Cada região tem uma família representativa que consome bens domésticos e importados. A escolha entre estes bens é realizada por uma especificação do tipo CES, seguindo a hipótese de Armington. A demanda das famílias é baseada em um sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin que dá origem a um sistema linear de gastos (LES - *Linear Expenditure System*). Nesta especificação, a participação dos gastos acima do nível de subsistência para cada bem representa uma participação constante do total de gasto de subsistência de cada família.

Como o TERM-UF-AGRO é um modelo de dinâmica recursiva, o investimento e o capital seguem mecanismos de acumulação, conforme regras relacionadas às taxas de depreciação e retorno do capital. Nesse sentido, há uma relação entre o fluxo anual de investimento e o estoque de capital. Do mesmo modo, o mercado de trabalho segue mecanismos de ajuste temporal dos salários reais, considerando duas variáveis: emprego corrente e emprego tendencial. Assume-se que o desvio no salário real em relação ao seu nível de base aumenta em uma taxa proporcional ao desvio do emprego corrente em relação ao seu nível de base. No longo prazo, o emprego tende à sua trajetória tendencial.

Não há uma teoria específica que explica o comportamento do consumo do governo. Este pode ser determinado de modo exógeno ou seguindo o consumo regional das famílias. Neste trabalho, assume-se que o consumo regional segue a renda regional e que os gastos do governo seguem o consumo regional.

O modelo opera com equilíbrio de mercado para todos os bens, domésticos e importados, assim como no mercado de fatores (capital e trabalho) em cada região. O preço de compra por usuário (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) consiste na soma dos valores básicos, impostos sobre vendas (diretos e indiretos) e margens (comércio e transporte). Os impostos sobre vendas são tratados como impostos *ad valorem* sobre os fluxos em preços básicos. As demandas por margens (comércio e transporte) são proporcionais ao fluxo de mercadorias ao qual as margens estão vinculadas.

O ano-base da calibragem do modelo TERM-UF-AGRO é 2015⁷ e sua base de dados foi atualizada até 2020 levando em consideração o comportamento macroeconômico da economia brasileira observado. As simulações apresentadas têm como ponto de partida os dados atualizados de 2020 e as alterações induzidas pela perda de produtividade agrícola no ano de 2021, conforme explicado a seguir.

As simulações com o modelo TERM-UF-AGRO envolvem a especificação de um cenário de referência e cenários de política. O cenário de referência representa uma trajetória padrão, dado o comportamento esperado de determinadas variáveis econômicas, como PIB, consumo, investimento e mudanças tecnológicas. O cenário de política representa um “choque” exógeno na economia que afeta a decisão dos agentes econômicos, provocando um desvio em relação ao equilíbrio do cenário de referência (PORSSE et al., 2020).

⁷ A calibragem leva em conta informações de várias fontes, como as Tabelas de Recursos e Usos (TRUs) de 2015 do Sistema de Contas Nacionais (SCN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Secretaria do Trabalho, Ministério da Economia, Secretaria de Comércio Exterior (Secex) do Ministério da Economia e Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF).

3.2. Estratégia de simulação

Neste trabalho, são utilizadas as informações da CONAB para definir os choques de queda na produtividade agrícola em 2021. A CONAB divulga anualmente doze levantamentos para a safra brasileira de grãos e quatro levantamentos para as safras de café e de cana-de-açúcar, com informações atualizadas sobre a área plantada, produtividade média e produção total. A produtividade média de cada cultura é mensurada como o total produzido (em quilos) por hectare. A classificação de grãos inclui as culturas de algodão, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale (CONAB, 2021c). Além disso, a Companhia discorre sobre as condições climáticas nas regiões produtoras e sobre as condições de mercado. Todas as informações são detalhadas para o Brasil e por unidade federativa e macrorregião.

Segundo a Companhia, as condições climáticas registradas durante o ano safra de 2020/2021 impactaram negativamente a produção brasileira de grãos no período, mesmo com o aumento na área plantada. Esse declínio foi explicado, sobretudo, pela queda na produtividade das lavouras, justificada pelos danos causados pela seca prolongada nas principais regiões produtoras, pelas baixas temperaturas e pela ocorrência de geadas nos estados da Região Centro-Sul do Brasil. Com relação à safra de cana-de-açúcar no período, houve um pequeno recuo na produtividade média, também atribuído às condições climáticas adversas em algumas regiões produtoras (CONAB, 2021c).

Desse modo, foram consideradas as informações referentes à safra de 2020/2021 para definir os choques negativos na produtividade setorial do algodão, do milho, da soja e da cana-de-açúcar para cada Unidade da Federação no ano de 2021. Somadas, as quatro culturas representaram cerca de 63,08% da produção agrícola do país em 2020. Os valores dos choques se encontram na Tabela 1. Vale ressaltar que foram considerados apenas os choques de produtividade explicitamente associados à ocorrência de eventos climáticos extremos.

Apesar de apresentar redução na produtividade, o café não foi incluído nas simulações, pois sua perda de produtividade esteve bastante atrelada aos efeitos da bialidade negativa, observados em diversas regiões produtoras (CONAB, 2021a).

No desenho de simulação, a queda de produtividade provocada pelos fenômenos climáticos de 2021 foi considerada a partir de uma queda na produtividade total dos fatores nos diferentes setores agrícolas. Dessa maneira, a estratégia permitiu estimar os impactos da redução na produtividade setorial do algodão, do milho, da soja e da cana-de-açúcar na economia e, conseqüentemente, captar os efeitos econômicos de eventos climáticos extremos.

Nesse cenário, assume-se que há normalização das condições sazonais em 2022, com recuperação total na produtividade das culturas analisadas. Desse modo, são apresentadas projeções dos impactos econômicos da redução na produtividade agrícola no curto e longo prazo. No primeiro caso, analisa-se os efeitos imediatos em 2021 e, no segundo, os efeitos acumulados ao final do período de projeção, em 2035. Segundo Wittwer (2020) e Wittwer (2021), os resultados macroeconômicos tendem a ser piores no curto prazo, mas permanecem negativos no longo prazo, com consideráveis diferenças regionais.

Tabela 1 – Choques na produtividade setorial por Unidade da Federação em 2021

Unidade federativa	Setor	Choque
Rondônia	Algodão	-5,13
Amazonas	Cana-de-açúcar	-12,00
Tocantins	Milho	-20,05
Tocantins	Soja	-17,26
Tocantins	Cana-de-açúcar	-4,68
Piauí	Milho	-14,70
Piauí	Cana-de-açúcar	-9,73
Paraíba	Cana-de-açúcar	-3,77
Pernambuco	Cana-de-açúcar	-3,80
Alagoas	Cana-de-açúcar	-4,60
Sergipe	Milho	-29,97
Bahia	Algodão	-0,08
Bahia	Milho	-13,74
Minas Gerais	Algodão	-11,99
Minas Gerais	Milho	-16,82
Minas Gerais	Cana-de-açúcar	-1,33
Espírito Santo	Milho	-3,15
Espírito Santo	Cana-de-açúcar	-4,49
Rio de Janeiro	Milho	-3,00
São Paulo	Milho	-23,44
Paraná	Milho	-41,23
Paraná	Soja	-9,94
Santa Catarina	Milho	-30,84
Mato Grosso do Sul	Milho	-36,13
Mato Grosso do Sul	Soja	-3,64
Mato Grosso	Algodão	-6,54
Mato Grosso	Milho	-11,82
Mato Grosso	Soja	-2,84
Mato Grosso	Cana-de-açúcar	-4,53
Goiás	Milho	-30,52
Goiás	Cana-de-açúcar	-4,50
Distrito Federal	Milho	-22,31
Distrito Federal	Soja	-4,62

Fonte: elaboração própria com base nos dados da CONAB (2021c).

Por fim, é importante destacar que a estratégia de simulação adotada pressupõe que não há mudança nos meios de troca em 2021 decorrentes do declínio na produtividade agrícola e da decorrente queda na produção doméstica de commodities. Portanto, infere-se que a demanda externa e os preços internacionais no curto prazo não mudam diante desse choque negativo de oferta, uma vez que a produção brasileira corresponde à uma parcela reduzida da oferta mundial.

4. Resultados

4.1. Impactos econômicos de curto prazo

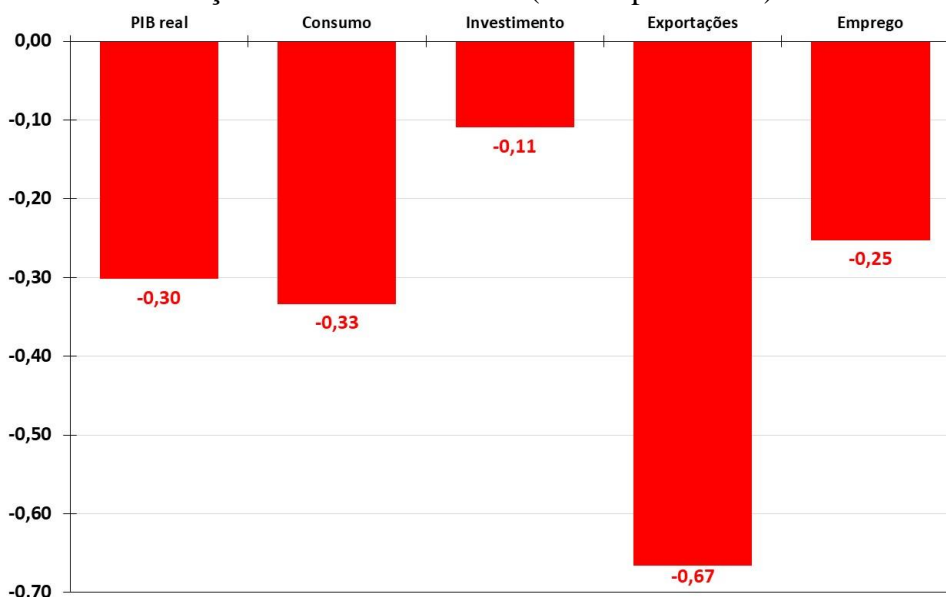
Para entender como a ocorrência de eventos climáticos extremos afeta a economia brasileira, este estudo projetou os impactos econômicos da redução na produtividade do algodão, do milho, da soja e da cana-de-açúcar em 2021. Os resultados são apresentados em variação percentual como desvio acumulado em relação ao cenário de referência (cenário base sem perda na produtividade).

Os impactos de curto prazo nos principais indicadores macroeconômicos para o Brasil são apresentados na Figura 3. Observa-se que o declínio na produtividade das culturas consideradas promoveria uma redução de 0,30% no PIB do Brasil em 2021, o que representa uma perda de cerca de R\$ 26,1 bilhões de reais (a preços

de 2015) na produção brasileira. Efeitos negativos também são observados no consumo (-0,33%), no investimento (-0,11%), nas exportações (-0,67%) e no emprego (-0,25%).

A queda no PIB faz com que as atividades produtivas utilizem menos fatores primários, levando a uma redução de 0,25% do emprego agregado. O recuo no emprego, por sua vez, faz com que a renda do trabalho também caia, o que diminui o consumo das famílias em 0,33%.

Figura 3 – Resultados macroeconômicos da redução na produtividade do algodão, milho, soja e cana-de-açúcar no Brasil em 2021 (desvio percentual)



Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

O investimento, por sua vez, cai 0,11%, atrelado a dois fatores. Em primeiro lugar, a perda de produtividade nos setores de Milho, Algodão, Soja e Cana-de-açúcar provoca um aumento nos preços desses produtos, causando um aumento nos custos de produção na economia brasileira. Além disso, a perda de produtividade faz com que os setores de Milho, Algodão, Soja e Cana-de-açúcar precisem de uma maior quantidade de fatores primários (capital e trabalho) para produzirem, causando um efeito positivo sobre o preço do capital nesses setores. Com isso, as taxas de retorno do capital aumentam nos setores diretamente afetados, mas declinam nos demais setores econômicos, repercutindo negativamente no investimento agregado.

Em função dos fatores citados e considerando a existência de mobilidade do capital, o investimento aumenta nesses setores agrícolas e declina nos demais. No entanto, o aumento no investimento setorial não é grande o suficiente para que a variação no investimento agregado seja positiva.

Zhai et al. (2009) chegam a resultados semelhantes para a China. Nesse caso, os autores demonstram que a perda de produtividade agrícola, decorrente das mudanças climáticas, resultaria na elevação dos preços agrícolas, atraindo mais mão-de-obra e capital para a agricultura e reduzindo a demanda por esses fatores produtivos nos demais setores.

Chama atenção o recuo nas exportações brasileiras diante da perda na produtividade agrícola. A explicação para esse movimento negativo é que o aumento nos custos de produção, impulsionado pelo aumento nos preços agrícolas, torna os produtos domésticos relativamente mais caros do que os produtos importados, desincentivando as exportações. Adicionalmente, a produção conjunta de algodão, milho, soja e cana-de-açúcar representa cerca de 11,90% das exportações brasileiras. Portanto, a redução na oferta de algumas dessas commodities, como o milho e o algodão, diminui as exportações.

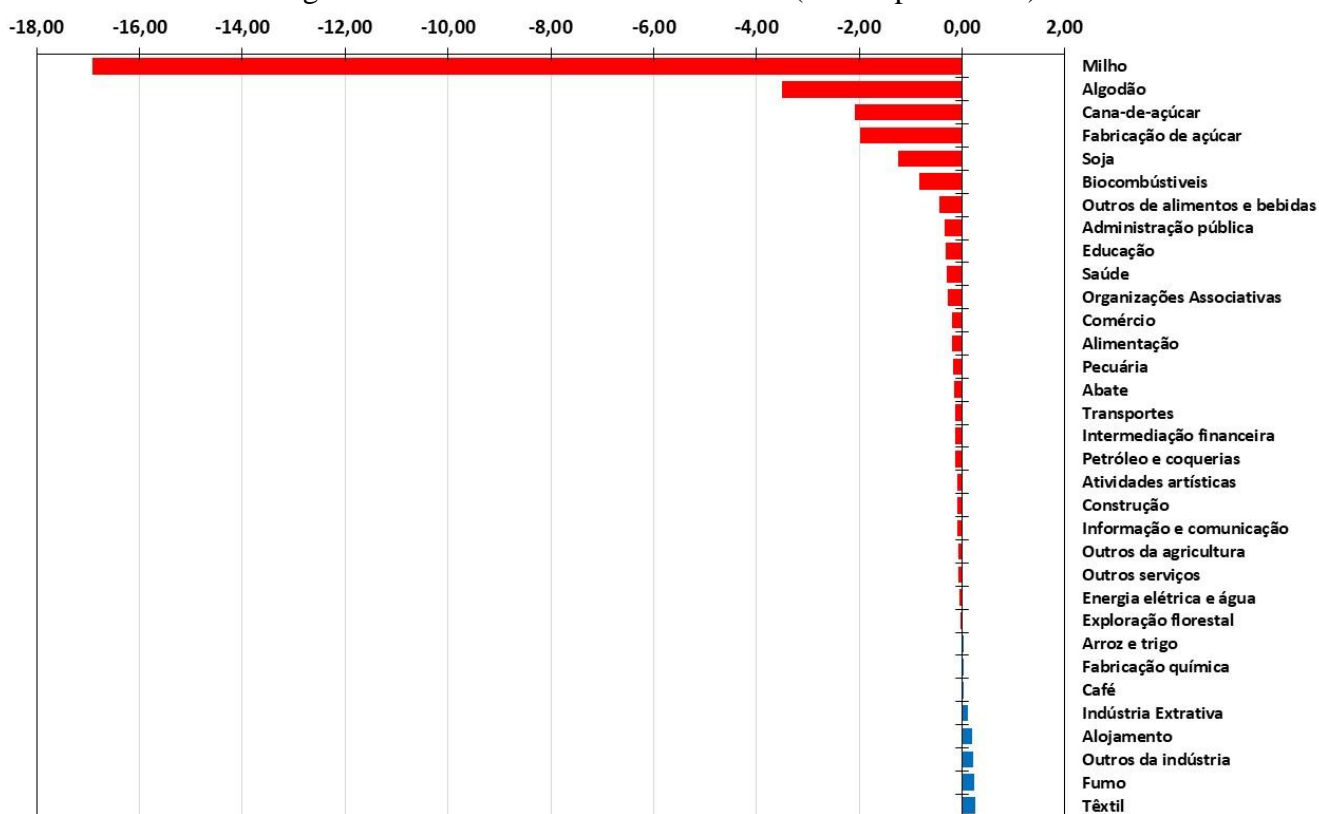
Com relação ao estoque de capital, este não varia no curto prazo, porque depende das mudanças no investimento. Tais mudanças só repercutirão no estoque de capital nos períodos subsequentes, como será mostrado a seguir.

Os resultados setoriais para o ano de 2021 são apresentados na Figura 4. De modo geral, os setores que mais perdem são aqueles que sofreram os efeitos diretos da perda de produtividade ou setores que estão mais ligados a estes via cadeia produtiva.

O setor com maior queda no nível de atividade é o de produção de Milho, com redução de 16,92%, seguido pelos setores de Algodão e Cana-de-açúcar, com quedas de 3,51% e 2,09%, respectivamente. Em seguida, destaca-se o setor de Fabricação de açúcar, com redução de 1,98%. Esse setor utiliza como principal matéria-prima a cana-de-açúcar, o que explica o desempenho ruim.

Além destes, destacam-se os setores de Soja, Biocombustíveis e Outros de Alimentos e Bebidas, com contrações de 1,24%, 0,83% e 0,43%, respectivamente. A justificativa para as maiores quedas desses setores é o efeito direto e indireto da perda de produtividade agrícola induzida pela incidência de adversidades climáticas. O setor de Biocombustíveis, por exemplo, utiliza a cana-de-açúcar como insumo produtivo, enquanto o setor de Outros de alimentos e bebidas utiliza a soja e o milho. Zhai et al. (2009) também verificam que os setores mais intensivos no uso de insumos agrícolas são relativamente mais afetados pela perda de produtividade agrícola.

Figura 4 - Resultados setoriais em 2021 (desvio percentual)



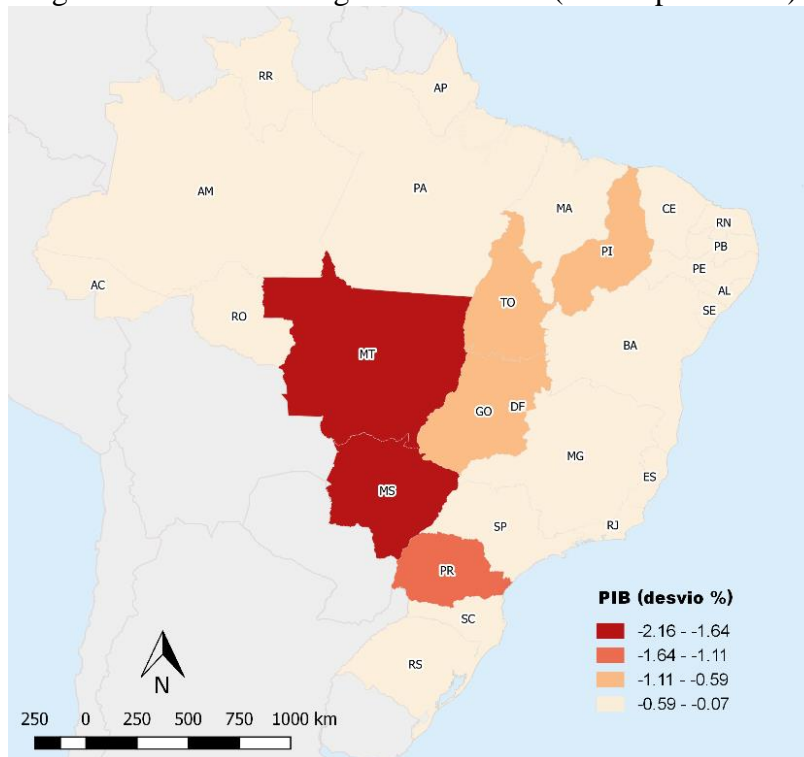
Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

A Figura 5 apresenta os desvios do PIB (%) em 2021 em relação ao cenário de referência para todas as Unidades da Federação. Os resultados de curto prazo para os principais indicadores macroeconômicos regionais são apresentados na Tabela A1 do Apêndice.

Em síntese, é possível observar reduções no PIB para todas as UFs devido à perda de produtividade nas culturas analisadas. Os maiores desvios são observados para Mato Grosso (MT) com -2,16%; Mato Grosso do

Sul (MS) com -2,09%; Paraná (PR) com -1,17%; Piauí (PI) com -0,83%; Goiás (GO) com -0,65%; e Tocantins (TO) com -0,62%. Os menores desvios, por sua vez, são observados para Maranhão (MA) com -0,07%; Espírito Santo (ES) com -0,11%; Rio Grande do Sul (RS) com -0,11%; Rio de Janeiro (RJ) com -0,13%; Amazonas (AM) com -0,14%; e Pará (PA) com -0,14%.

Figura 5 - Resultados regionais em 2021 (desvio percentual)



Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

Os piores resultados para Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Piauí e Goiás são explicados pelos efeitos adversos das variações climáticas nessas regiões, com efeitos diretos na produtividade do algodão, milho, soja e cana-de-açúcar. Os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Goiás, por exemplo, sofreram os efeitos da escassez de chuvas, temperaturas frias e geadas, enquanto o Piauí, sofreu com a estiagem. O Tocantins, por sua vez, foi impactado tanto pelo excesso de chuva, quanto pela baixa pluviosidade (CONAB, 2021c).

Além disso, as maiores quedas ocorrem em estados com maior participação dos setores mais afetados, ou seja, os setores de Milho, Algodão, Cana-de-açúcar, Fabricação de açúcar, Soja, Biocombustíveis e Outros de alimentos e bebidas.

Por outro lado, os menores desvios do PIB ocorrem em regiões com baixa participação desses setores na produção total. Adicionalmente, essas localidades sofreram relativamente menos com as perdas de produtividade nas culturas consideradas.

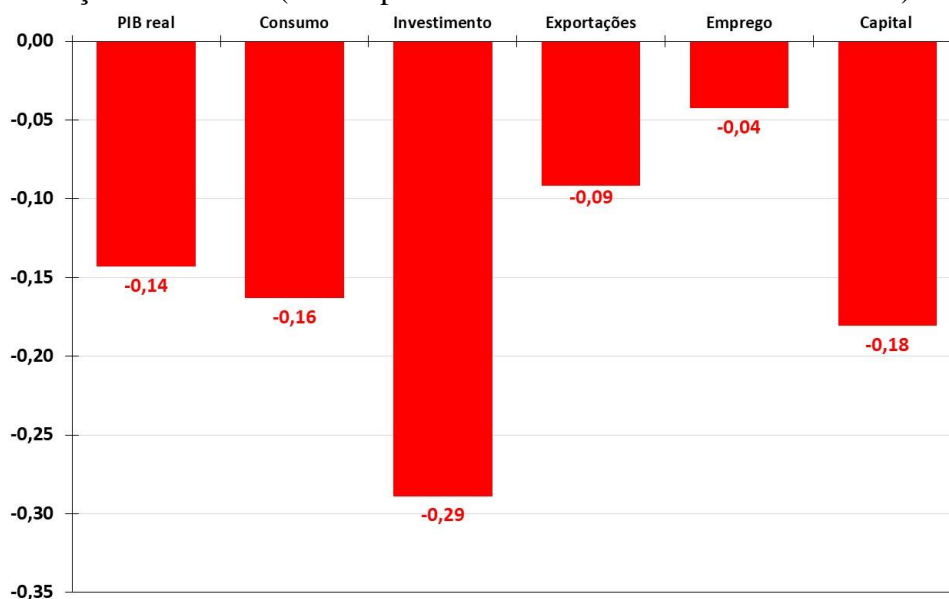
3.2 Impactos econômicos de longo prazo

Esta seção apresenta os efeitos econômicos da redução na produtividade agrícola no longo prazo, considerando uma normalização das condições climáticas em 2022. Os resultados são apresentados em variação percentual como um desvio acumulado entre 2021-2035 em relação ao cenário de referência (em que não ocorre perda na produtividade).

A Figura 6 apresenta o desvio percentual acumulado dos principais indicadores macroeconômicos para o Brasil entre 2021 e 2035 em relação ao cenário de referência. Nota-se que o declínio na produtividade das

culturas consideradas levaria a uma redução de 0,14% no PIB do Brasil em 2035, o que representaria uma perda estimada de R\$ 12,2 bilhões de reais (valor calculado a partir do PIB de 2021). Esse impacto também é negativo no consumo, investimento, exportações, emprego e estoque de capital. Portanto, mesmo com a normalização das condições climáticas em 2022, os efeitos de longo prazo permanecem negativos para o PIB, mas em menor proporção.

Figura 6 – Resultados macroeconômicos da redução na produtividade do algodão, milho, soja e cana-de-açúcar no Brasil (desvio percentual acumulado entre 2021 e 2035)



Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

A redução menos pronunciada no PIB leva a quedas menores no emprego (-0,04%) e no consumo (-0,16%). Em especial, o efeito negativo nas exportações é bastante atenuado, passando de uma redução de 0,67% para uma queda de 0,09%. Essa suavização decorre da recuperação parcial na produção de algodão, milho e soja, pois essas commodities possuem alta representatividade na pauta exportadora do país.

Por outro lado, o impacto negativo no investimento aumenta, passando de -0,11% em 2021 para -0,29% em 2035. Como discutido, em 2021 a perda de produtividade agrícola leva a aumentos nas taxas de retorno do capital nos setores de Algodão, Milho, Soja e Cana-de-açúcar e a reduções nos demais setores econômicos. Consequentemente, o investimento cresce nesses setores agrícolas, mas cai nos demais.

O aumento no investimento nos setores agrícolas faz com que o estoque de capital setorial aumente, reduzindo as taxas de retorno do capital no longo prazo. Com isso, os setores de Milho, Soja e Algodão também passam a apresentar queda no investimento e esse efeito negativo se espalha para os demais setores econômicos, com exceção dos setores de Petróleo e coquerias e de Cana-de-açúcar. Esses movimentos ampliam o impacto negativo da perda de produtividade agrícola no investimento agregado em 2035.

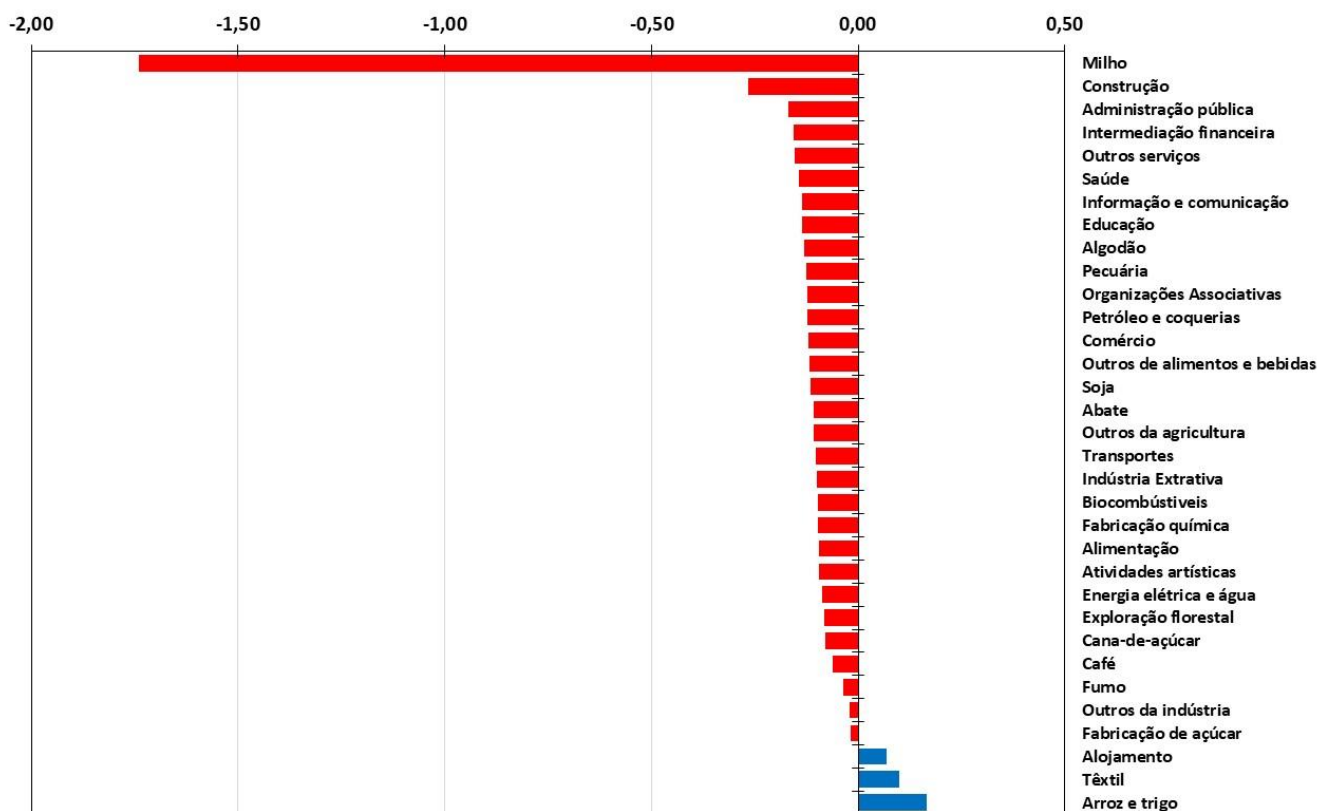
Á vista disso, o estoque de capital agregado também passa a apresentar um resultado negativo (-0,18%), refletindo a queda no investimento.

Essas evidências corroboram os resultados de Wittwer (2020) e Wittwer (2021). Tais estudos sugerem que os impactos negativos da perda de produtividade agrícola permanecem ao longo dos anos, mesmo com a normalização das condições climáticas, o que está fortemente relacionado à deterioração do investimento e do estoque de capital.

A Figura 7 apresenta o desvio percentual acumulado do nível de atividade setorial no período entre 2021 e 2035 em relação ao cenário de referência. Em geral, os efeitos adversos da perda de produtividade agrícola permanecem afetando a produção setorial, porém em menor magnitude. Destaca-se o setor de Milho

com desvio de -1,74%, indicando que a regularização das condições climáticas não é suficiente para compensar toda a perda na produção desse setor. Em seguida, os setores mais afetados são Construção civil com -0,27%, Administração pública com -0,17%, Intermediação financeira com -0,16% e Outros serviços com -0,15%.

Figura 7 - Resultados setoriais (desvio percentual acumulado entre 2021 e 2035)



Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

No longo prazo há uma suavização nas perdas dos setores que sofrem os efeitos imediatos da perda de produtividade agrícola. Esse é o caso dos setores de Algodão, Soja, Cana-de-açúcar, Outros de Alimentos e bebidas e Fabricação de açúcar. Em contrapartida, a Construção civil passa a apresentar um resultado mais negativo, diante da queda no investimento, já que depende deste componente da demanda final.

A Figura 7 apresenta os desvios percentuais acumulados do PIB no período entre 2021 e 2035 em relação ao cenário de referência para todas as Unidades da Federação. Os resultados acumulados para os principais indicadores macroeconômicos regionais são apresentados na Tabela A2 do Apêndice.

As reduções no PIB, induzidas pelo recuo na produtividade do algodão, milho, soja e cana-de-açúcar, permanecem para todas as UFs, mesmo que em menor proporção.

Os maiores desvios são observados para Mato Grosso do Sul (MS), com -0,30%; Paraná (PR), com -0,26%; Amazonas (AM), com -0,20%; e Roraima (RR), com -0,16%. Por outro lado, os menores desvios ocorrem para Maranhão (MA), com -0,06%; Rio Grande do Sul (RS), com -0,09%; Alagoas (AL), com -0,10%; e Bahia (BA), com -0,11%.

Entre os principais resultados, verificou-se que a redução na produtividade agrícola afeta negativamente os indicadores macroeconômicos nacionais e regionais no curto e longo prazo. Os efeitos negativos no PIB, consumo, exportações e emprego são maiores no curto prazo do que no longo prazo. Em especial, as exportações tendem a ser bastante afetadas, pois a redução na produtividade causa aumentos nos preços agrícolas, elevando os custos de produção na economia brasileira. Consequentemente, os produtos domésticos ficam relativamente mais caros do que os importados e isso desestimula as exportações.

Mesmo com a normalização das condições climáticas em 2022, os efeitos de longo prazo permanecem negativos para a maioria das variáveis macroeconômicas analisadas, porém em menores proporções. Por outro lado, o impacto desfavorável no investimento aumenta, repercutindo no estoque de capital. Essas piores estão relacionadas à queda nas taxas de retorno do capital na maioria dos setores econômicos, o que desincentiva ainda mais o investimento agregado no longo prazo.

Com relação aos resultados regionais, verificou-se que os piores desvios no PIB ocorreram, sobretudo, nas unidades federativas com maiores participações dos setores mais afetados pela perda na produtividade agrícola. No curto prazo, os piores resultados ocorreram no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Piauí e Goiás. No longo prazo, as UFs mais afetadas foram Mato Grosso do Sul, Paraná, Amazonas, Roraima e Sergipe.

De modo geral, os resultados mostram que a normalização dos níveis de produtividade não é suficiente para contrabalançar os efeitos negativos das mudanças do clima, o que é atribuído à deterioração do estoque de capital ao longo do tempo. Dessa maneira, a partir da utilização de um modelo EGC inter-regional dinâmico, este estudo proporciona um melhor entendimento sobre o impacto sistêmico das mudanças climáticas, contribuindo para a formulação de políticas públicas que buscam mitigar o impacto de eventos climáticos extremos. Além disso, as evidências discutidas reforçam que esses impactos são transmitidos heterogeneamente entre as unidades federativas brasileiras. Portanto, as políticas públicas precisam ser elaboradas de acordo com as particularidades regionais.

Referências

CARVALHO, T. S.; DOMINGUES, E. P.; HORRIDGE, J. M. Controlling deforestation in the Brazilian Amazon: Regional economic impacts and land-use change. **Land Use Policy**, v. 64, p. 414-428, 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**: Safra 2013/14, 12º Levantamento. Brasília, setembro, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**: Safra 2015/16, 12º Levantamento. Brasília, setembro, 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**: Safra 2017/18, 12º Levantamento. Brasília, setembro, 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de café**: Safra 2021, 4º Levantamento. Brasília, dezembro, 2021a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de cana-de-açúcar**: Safra 2020/21, 3º Levantamento. Brasília, novembro, 2021b.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**: Safra 2020/21, 12º Levantamento. Brasília, setembro, 2021c.

FERREIRA FILHO, J. B. S.; MORAES, G. I. Climate change, agriculture and economic effects on different regions of Brazil. **Environment and Development Economics**, v. 20, n. 1, p. 37-56, 2015.

GEBREEGZIABHER, Z.; STAGE, J.; MEKONNEN, A.; ALEMU, A. et al. Climate change and the Ethiopian economy: a CGE analysis. **Environment and development economics**, v. 21, n. 2, p. 205-225, 2016.

HADDAD, E. A.; PORSSE, A. A.; PEREDA, P. C. Regional economic impacts of climate anomalies in Brazil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 7, n. 2, p. 19-33, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Download. **Sistema de Contas Nacionais**. Rio de Janeiro. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?=&t=downloads>>. Acesso em: jan. 2022.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL FOR CLIMATE CHANGE (IPCC), 2007. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf>. Acesso em: jan. 2022.

JOHANSEN, L. **A multisectoral study of economic growth**. Amsterdam: North Holland, 1960.

PORSSE, A. A.; SOUZA, K. B.; CARVALHO, T. S.; VALE, V. A. The economic impacts of COVID-19 in Brazil based on an interregional CGE approach. **Regional Science Policy & Practice**, v. 12, n. 6, p. 1105-1121, 2020.

SANTOS, R. S. dos; COSTA, L. C.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G.; OLIVEIRA, R. A.; JUSTINO, F. A. Avaliação da relação seca/produzividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 313-321, 2011.

SOUZA, B. S. **Mudanças climáticas no Brasil: efeitos sistêmicos sobre a economia brasileira provenientes de alterações na produtividade agrícola**. 2018. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

THURLOW, J.; ZHU, T.; DIAO, X. Current climate variability and future climate change: estimated growth and poverty impacts for Zambia. **Review of Development Economics**, v. 16, n. 3, p. 394-411, 2012.

WITTEWER, G. **Estimating the Regional Economic Impacts of the 2017 to 2019 Drought on NSW and the Rest of Australia**. Victoria University, Centre of Policy Studies (COPS), 2020. (Working Paper, n. G-297).

WITTEWER, G. **Modelling the economy-wide marginal impacts due to climate change in Australian agriculture**. Victoria University, Centre of Policy Studies (COPS), 2021. (Working Paper, n. G-312).

ZHAI, F.; LIN, T.; BYAMBADORJ, E. A General Equilibrium Analysis of the Impact of Climate Change on Agriculture in the People's Republic of China. **Asian Development Review**, Vol. 26 (1), pp. 206-225. 2009.

Apêndice

Tabela A1 – Resultados macroeconômicos por Unidade da Federação em 2021 (desvio percentual)

	PIB	Consumo	Investimento	Exportações	Emprego	Capital
Rondônia	-0,173	-0,432	-0,115	0,211	-0,305	0,002
Acre	-0,298	-0,785	-0,120	0,412	-0,490	0,002
Amazonas	-0,137	-0,265	-0,150	-1,383	-0,217	0,000
Roraima	-0,212	-0,465	-0,154	-0,015	-0,322	0,001
Pará	-0,141	-0,367	-0,076	-1,503	-0,270	0,002
Amapá	-0,194	-0,407	-0,202	0,583	-0,292	0,000
Tocantins	-0,625	-0,688	-0,163	-0,896	-0,439	0,002
Maranhão	-0,070	-0,099	0,518	-0,342	-0,130	0,010
Piauí	-0,833	-0,631	0,078	0,282	-0,409	0,005
Ceará	-0,168	-0,393	-0,177	0,366	-0,284	0,001
Rio Grande do Norte	-0,180	-0,427	-0,177	0,282	-0,302	0,001
Paraíba	-0,214	-0,459	-0,205	0,183	-0,319	0,001
Pernambuco	-0,180	-0,424	-0,198	-1,284	-0,300	0,001
Alagoas	-0,199	-0,584	0,024	-0,767	-0,384	0,004
Sergipe	-0,410	-0,436	-0,163	0,012	-0,306	0,001
Bahia	-0,174	-0,224	0,238	0,510	-0,195	0,007
Minas Gerais	-0,210	-0,331	-0,096	-0,402	-0,252	0,002
Espírito Santo	-0,108	-0,250	-0,072	0,374	-0,209	0,001
Rio de Janeiro	-0,127	-0,293	-0,150	-1,065	-0,232	0,000
São Paulo	-0,153	-0,321	-0,166	-1,219	-0,246	0,001
Paraná	-1,166	-0,515	-0,433	-1,064	-0,348	-0,003
Santa Catarina	-0,290	-0,302	-0,176	-0,047	-0,236	0,001
Rio Grande do Sul	-0,113	-0,223	0,028	0,393	-0,195	0,003
Mato Grosso do Sul	-2,088	-0,599	-0,257	0,035	-0,392	0,001
Mato Grosso	-2,158	-0,041	0,927	-0,478	-0,099	0,012
Goiás	-0,651	-0,424	-0,051	0,394	-0,300	0,003
Distrito Federal	-0,162	-0,299	-0,199	0,288	-0,235	0,000

Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.

Tabela A2 – Resultados macroeconômicos por Unidade da Federação (desvio percentual acumulado entre 2021 e 2035)

	PIB	Consumo	Investimento	Exportações	Emprego	Capital
Rondônia	-0,128	-0,181	-0,325	0,006	-0,051	-0,140
Acre	-0,128	-0,187	-0,320	-0,009	-0,054	-0,132
Amazonas	-0,198	-0,258	-0,401	-0,150	-0,092	-0,227
Roraima	-0,162	-0,269	-0,303	0,010	-0,097	-0,170
Pará	-0,122	-0,159	-0,293	-0,113	-0,040	-0,134
Amapá	-0,147	-0,225	-0,271	-0,007	-0,074	-0,175
Tocantins	-0,160	-0,226	-0,304	-0,131	-0,074	-0,176
Maranhão	-0,064	-0,105	-0,246	-0,027	-0,011	-0,021
Piauí	-0,132	-0,165	-0,228	0,015	-0,043	-0,170
Ceará	-0,122	-0,153	-0,242	-0,003	-0,037	-0,160
Rio Grande do Norte	-0,139	-0,183	-0,266	-0,096	-0,052	-0,174
Paraíba	-0,133	-0,183	-0,290	-0,016	-0,052	-0,182
Pernambuco	-0,139	-0,178	-0,298	0,025	-0,050	-0,176
Alagoas	-0,105	-0,144	-0,351	-0,005	-0,032	-0,090
Sergipe	-0,162	-0,192	-0,281	-0,047	-0,057	-0,198
Bahia	-0,109	-0,142	-0,172	-0,025	-0,031	-0,106
Minas Gerais	-0,127	-0,156	-0,287	-0,102	-0,038	-0,157
Espírito Santo	-0,132	-0,158	-0,305	-0,074	-0,039	-0,159
Rio de Janeiro	-0,148	-0,174	-0,285	-0,097	-0,047	-0,184
São Paulo	-0,138	-0,154	-0,301	-0,100	-0,037	-0,184
Paraná	-0,258	-0,238	-0,445	-0,152	-0,081	-0,340
Santa Catarina	-0,137	-0,152	-0,307	-0,052	-0,036	-0,195
Rio Grande do Sul	-0,095	-0,114	-0,242	-0,033	-0,016	-0,109
Mato Grosso do Sul	-0,302	-0,255	-0,382	-0,054	-0,090	-0,357
Mato Grosso	-0,128	-0,136	0,108	-0,062	-0,028	-0,146
Goiás	-0,151	-0,167	-0,278	-0,063	-0,043	-0,176
Distrito Federal	-0,140	-0,185	-0,273	-0,067	-0,053	-0,187

Fonte: elaboração própria com base nos resultados do modelo.