

Mudanças climáticas e agricultura familiar: impactos por quartis de produtividade *Climate change and family farming: impacts by productivity quartiles*

Autor(es): Tarik Marques do Prado Tanure¹; Daniel Caixeta Andrade¹; Edson Domingues²;
Filiação: ¹Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia – IERI/UFU; ²Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais – CEDEPLAR/UFMG
E-mail: tariktanure@ufu.br; daniel.andrade@ufu.br; domigues.edson@gmail.com;

Grupo de Trabalho (GT): GT4. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo

A agricultura familiar, relevante em termos sociais, econômicos e ambientais, é marcada pela heterogeneidade produtiva, sobretudo no âmbito regional. As mudanças climáticas, também espacialmente heterogêneas, influenciam a produtividade agrícola. Neste contexto, o estudo analisa os impactos das mudanças climáticas, através dos cenários RCP 4.5 e 8.5 (IPCC, 2014), sobre a produtividade agrícola familiar, considerando os diferentes quartis de produtividade, por macroregião do Brasil. A metodologia compreende um modelo teórico microfundamentado que orienta a estimação em *cross section* de uma regressão quantílica da produtividade agrícola considerando aspectos climáticos, geográficos e produtivos. Os resultados indicam que a intensidade dos efeitos negativos das mudanças climáticas seria maior nos quartis de menor produtividade e nas regiões Norte e Nordeste, evidenciando que o fenômeno climático poderia ampliar a vulnerabilidade dos produtores mais frágeis e as disparidades regionais.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Mudanças Climáticas; Heterogeneidade produtiva; Heterogeneidade climática; vulnerabilidade;

Abstract

Family farming, which is relevant in social, economic and environmental terms, is marked by productive heterogeneity, especially at the regional level. Climate change, also spatially heterogeneous, influences agricultural productivity. In this context, the study analyzes the impacts of climate change, through the RCP 4.5 and 8.5 scenarios (IPCC, 2014), on family farming productivity, considering the different quartiles of productivity, by Brazilian macro-regions. The methodology comprises a micro-based theoretical model that guides the cross-section estimation of a quantile regression of agricultural productivity considering climatic, geographic and productive aspects. The results indicate that the intensity of the negative effects of climate change would be greater in the quartiles of lower productivity and in the North and Northeast regions, showing that the climatic phenomenon could increase the vulnerability of the most fragile producers and regional disparities.

Key words: Family farming; Climate Change; Productive heterogeneity; Climate heterogeneity; vulnerability;

1. Introdução

O advento das mudanças climáticas, evidenciado pelas alterações de temperatura e precipitação, afetam diretamente a produtividade agrícola e consequentemente o retorno obtido pelos produtores. Projeções do INPE (Chou et al., 2017) para os níveis de precipitação e temperatura evidenciam a heterogeneidade espacial do fenômeno sobre o Brasil. Neste contexto, é esperado uma nova geografia agrícola da produção com efeitos relevantes para a dinâmica do uso do solo (Assad; Pinto, 2008; Assad *et al*, 2016). Não obstante, o setor agropecuário brasileiro também é heterogêneo entre produtores e regiões, indicando que os efeitos climáticos sobre a produtividade poderiam apresentar dinâmicas diferenciadas, a depender do perfil do produtor, (Tanure *et al*, 2024; De Paula, 2019).

A agricultura familiar é parte importante no atual sistema de produção, em termos sociais, econômicos e ambientais. Segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017), a agricultura familiar responde por grande parte da produção nacional de cultivos, como a mandioca, fumo, café, feijão, banana e uva. Sua importância é evidenciada, ainda, por sua

capacidade de preservar culturas e tradições locais, preservar ecossistemas e facilitar o acesso à alimentação.

Em termos organizacionais, a agricultura familiar se configura de maneira muito específica, se distinguindo em relação à agricultura patronal. Na AF, o trabalho e a gestão estão intimamente relacionados, a produção é diversificada e com ênfase no uso de insumos internos, o processo de tomada de decisões é imediata, a pluriatividade e o trabalho assalariado complementar é presente, e sobretudo, há presença de distintos graus de instrução dos produtores, mecanização das propriedades e vinculação ao mercado (Veiga, 1996; Schneider, 2003; Escher et al., 2014).

Esse último aspecto é evidenciado regionalmente no Brasil. Produtores na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam maior vínculo ao mercado, maior participação no Pronaf e utilização de auxílio técnico, o que permite maior controle da produtividade agrícola. Em contrapartida, os produtores familiares das regiões Norte e Nordeste encontram-se em maior situação de vulnerabilidade, com prevalência da produção para subsistência.

Portanto, dada a heterogeneidade dentro do próprio grupo de agricultores familiares, se torna imperativo analisar como as mudanças climáticas afetariam a produtividade destes distintos perfis de produtores, posto que o fenômeno climático poderia comprometer a produtividade dos agricultores familiares mais vulneráveis. Assim, o presente estudo analisa os impactos das mudanças climáticas sobre os distintos perfis de agricultores familiares, considerando a heterogeneidade produtiva e climática.

2. Metodologia

A metodologia compreende um modelo teórico microfundamentado que orienta a estimação em *cross section* de uma regressão quantílica da produtividade agrícola considerando aspectos climáticos, geográficos e produtivos. A metodologia permite avaliar os impactos sobre os produtores de menor nível de produtividade, representando o quartil inferior (.25), sobre os produtores com produtividade mediana (.50), e sobre os produtores do quartil (.75) superior de produtividade, por macrorregião do Brasil. O modelo teórico que orienta a estimação quantílica segue a estratégia metodológica encontrada em Assunção e Chein (2016), Miyajima (2018) e Tanure et al., (2024). O presente estudo inova ao utilizar uma regressão quantílica para capturar os efeitos entre os diferentes perfis de agricultores familiares.

Em síntese, considera-se um agente representativo em cada município que aloca fatores produtivos, como terras e insumos, na produção de uma determinada cultura agrícola. O problema do produtor representativo pode ser dividido em duas fases. Primeiro, aloca fatores produtivos para maximizar seu lucro, em cada cultura, considerando os custos produtivos, além de fatores climáticos e geográficos. Em seguida, aloca terras para cada cultura, o que maximiza seu retorno agregado, sujeito à disponibilidade de terra. A produtividade agrícola é definida como a razão entre o valor da produção e a área destinada ao seu cultivo.

A abordagem econométrica consiste na estimativa quantílica transversal da produtividade agrícola de cada cultura, em relação aos fatores produtivos, geográficos e climáticos. Inicialmente, estimou-se o modelo com dados climáticos históricos referentes à temperatura média e precipitação entre 1971 e 2005. Após a obtenção dos coeficientes do modelo, foram alteradas apenas as variáveis climáticas históricas, por projeções referentes às médias entre os anos de 2021 e 2050. Desta forma obtém-se o efeito puro do clima sobre a produtividade agrícola, para o primeiro quartil, para a mediana e para o quartil superior de produtividade. A equação (1) apresenta a variação na produtividade agrícola agregada causada pela mudança nas variáveis climáticas.

$$\Delta \ln Y_m = [\theta(GC_m) + \beta X_m] - [\theta(GC'_m) + \beta X_m] \quad (1)$$

Assim, Y_{m0} é a produtividade agrícola quando $GC_m = GC_{m0}$, e Y_{m1} é a produtividade agrícola quando $GC_m = GC_{m1}$. O impacto das mudanças climáticas é dado por $\Delta Y^* = Y^*_{m1} - Y^*_{m0}$. A estimativa é realizada com a adição de um polinômio quadrático de temperatura e precipitação para capturar a não linearidade dessas variáveis, uma vez que aumentos de temperatura e precipitação podem contribuir para o aumento da produtividade em um primeiro momento, mas o aumento marginal pode prejudicar a produtividade (Féres et al., 2009; Mendelsohn et al., 1994). As médias trimestrais de temperatura e precipitação são consideradas para capturar os efeitos específicos da sazonalidade climática sobre a produtividade agrícola de cada cultura, e a produtividade agrícola agregada é ponderada pela raiz quadrada da área plantada de cada município (Schlenker et al., 2006).

3. Resultados preliminares

Os resultados preliminares são apresentados na Tabela 1. As projeções indicam impacto maior sobre os produtores de menor produtividade. Em todas as macrorregiões, com exceção da região Nordeste, a magnitude de impacto é inversamente proporcional ao nível de produtividade. Tais resultados podem ser decorrência do maior controle sobre o processo produtivo por parte dos produtores do extrato de maior produtividade. Uso de máquinas, equipamentos, irrigação e correção do solo, reduzem a influência do clima sobre a produtividade, e portanto minimizam os impactos esperados.

Tabela 1 - Projeção de impactos das mudanças climáticas sobre a produtividade agrícola agregada por hectare (variação acumulada entre 2021 e 2050)

Quartil de Produtividade	Região	RCP 4.5			RCP 8.5		
		Variação média	Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)	Variação média	Desvio Padrão	Intervalo de Confiança (95%)
0.25	Norte	-37,4%	0,37	-41,2% -33,5%	-46,6%	0,36	-50,4% -42,9%
	Nordeste	-19,3%	0,29	-20,8% -17,9%	-19,6%	0,43	-21,9% -17,4%
	Sudeste	-32,3%	0,19	-33,3% -31,3%	-43,6%	0,16	-44,5% -42,8%
	Sul	6,3%	0,26	4,7% 7,8%	13,8%	0,36	11,7% 16,0%
	Centro-Oeste	-8,1%	0,23	-10,4% -5,8%	-16,9%	0,26	-19,4% -14,3%
	Brasil	-9,4%	0,31	-10,3% -8,5%	-8,8%	0,42	-10,0% -7,6%
0.50	Norte	-30,4%	0,43	-34,9% -25,9%	-35,6%	0,44	-40,2% -31,0%
	Nordeste	-21,6%	0,25	-22,9% -20,4%	-24,1%	0,33	-25,8% -22,4%
	Sudeste	-17,0%	0,33	-18,7% -15,2%	-27,1%	0,31	-28,8% -25,5%
	Sul	4,6%	0,41	2,2% 7,0%	20,5%	0,53	17,4% 23,6%
	Centro-Oeste	23,6%	0,38	19,9% 27,3%	23,6%	0,48	18,8% 28,3%
	Brasil	-5,6%	0,39	-6,7% -4,5%	-0,5%	0,51	-1,9% 1,0%
0.75	Norte	-29,2%	0,45	-33,9% -24,4%	-26,0%	0,52	-31,4% -20,5%
	Nordeste	-23,6%	0,22	-24,8% -22,5%	-22,5%	0,33	-24,1% -20,8%
	Sudeste	-6,4%	0,48	-9,0% -3,9%	-5,8%	0,58	-8,9% -2,7%
	Sul	10,8%	0,69	6,8% 14,9%	43,7%	1,03	37,6% 49,7%
	Centro-Oeste	57,8%	0,75	50,4% 65,2%	86,8%	1,10	75,9% 97,7%
	Brasil	1,1%	0,61	-0,6% 2,9%	19,5%	0,90	16,9% 22,1%

Fonte: Elaboração própria

Considerações finais

Os resultados preliminares indicam impactos heterogêneos sobre os agricultores familiares. Os produtores dentro do extrato de menor produtividade, e portanto, mais vulneráveis, seriam os mais negativamente impactados. Produtores com maior nível de produtividade seriam menos afetados, ainda que negativamente nas regiões NO, NE, SE e CO. Regionalmente, as regiões Norte e Nordeste seriam as mais negativamente afetadas. As regiões Sul e Centro-Oeste concentram os resultados positivos. Tais resultados poderiam contribuir para o aumento das disparidades regionais no Brasil.

Referências

Assad, E. D., & Pinto, H. S. (2008). Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. Campinas: CEPAGRI - Unicamp / EMBRAPA.

Assad, E. D., Oliveira, A. F., Nakai, A. M., Pavão, E., Pellegrino, G., & Monteiro, J. E. (2016). Impactos e vulnerabilidades da agricultura brasileira às mudanças climáticas. In Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil (Cap. 4, 590 p.). Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Assunção, J., & Chein, F. (2016). Climate change and agricultural productivity in Brazil: future perspectives. *Environment and Development Economics*, 21(5), 581-602.

Chou, S. C., Lyra, A., Mourão, C., Dereczynski, C., Pilotto, I., Gomes, J., Bustamante, J., Tavares, P., Silva, A., Rodrigues, D., Campos, D., Chagas, D., Sueiro, G., Siqueira, G., & Marengo, J. (2014). Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3(5), 512.

DePaula, G. (2018). The distributional impact of climate change in Brazilian agriculture: a ricardian quantile analysis with census data. Washington: Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University. Working Paper 18-WP 583.

Féres, J., Reis, E., & Speranza, J. (2009). Mudanças climáticas globais e seus impactos sobre os padrões de uso do solo no Brasil. In XLVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Brasília: SOBER.

Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C. (2006). The impact of global warming on US agriculture: an econometric analysis of optimal growing conditions. *The Review of Economics and Statistics*, 88(1), 113-125.

Tanure, T. M. P.; Domingues, E. P; Magalhães, A. S; Regional impacts of climate change on agricultural productivity: evidence on large-scale and family farming in Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 62, p. e262515, 2023.