

A DINÂMICA DA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

EVIDÊNCIA INDICA TRÊS PADRÕES DISTINTOS DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS

Continuar satisfazendo à crescente demanda global por alimentos sem destruir seus recursos naturais é um dos principais desafios da agricultura brasileira. Entender que tecnologias e práticas agrícolas geram ganhos de produtividade sem promover o desmatamento é fundamental para lidar com esse desafio. Entretanto, **a ausência de informações atualizadas sobre o uso de tecnologias e insumos em nível desagregado geraram uma lacuna no conhecimento existente sobre a dinâmica de adoção de tecnologias agrícolas e sua relação com produtividade e desmatamento.**

Este relatório de pesquisadores do INPUT baseados no Climate Policy Initiative (CPI/PUC-Rio) tem como objetivo preencher essa lacuna. Ele explora dados ao nível municipal recentemente disponibilizados do Censo Agropecuário de 2017 para descrever a evolução de três práticas agrícolas frequentemente conectadas com processos de intensificação agrícola: sistema de plantio direto na palha, tratores e fertilizantes.

Os resultados revelam padrões distintos na evolução do uso dessas tecnologias no país. Apesar de continuar concentrado em municípios produtores de grãos, o uso do plantio direto se desconcentrou espacialmente na última década. Por sua vez, a concentração espacial do uso de tratores cresceu, enquanto a concentração espacial do uso de fertilizantes não mudou nesse período.

Apesar das três tecnologias analisadas nesse relatório estarem conectadas com o processo de modernização agrícola, seus determinantes¹ e consequências ambientais² diferem. Portanto, a análise desse relatório sobre as importantes questões relacionadas a evolução de práticas agrícolas no país é importante para orientar o ajuste de políticas que promovam o crescimento sustentável no Brasil.

1 Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2010). Microeconomics of technology adoption. *Annual Review of Economics*, 2(1), 395-424.

2 Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erismann, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., ... & Sutton, M. A. (2008). Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, 320(5878), 889-892.

A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA EM TRÊS ÂNGULOS

O crescimento da produtividade agrícola observado no Brasil nas últimas décadas foi acompanhado por crescimento do uso de máquinas, fertilizantes, herbicidas, sementes híbridas ou Geneticamente Modificadas (GM) e por técnicas modernas de conservação do solo. Nos últimos dez anos, por exemplo, as vendas de tratores aumentaram de 23 para 40,7 mil unidades por ano, o consumo de fertilizantes cresceu de 24,4 para 34,4 milhões de toneladas por ano e a área cultivada utilizando Plantio Direto subiu de 17,8 para 32,8 milhões de hectares.

Uma vez que diferenças no uso de tecnologias são um determinante importante das diferenças de produtividade observadas entre países e/ou regiões, entender a heterogeneidade dos processos de intensificação do uso de tecnologias descrito acima é fundamental para explicar as diferenças de produtividade agrícola no país.³ Além disso, examinar se o uso de tecnologias está convergindo (i.e., ficando espacialmente menos concentrado) ou divergindo (ficando espacialmente mais concentrado) é útil para orientar políticas como assistência técnica e disseminação de informação que promovem a difusão de tecnologias. Nesse sentido, esse relatório não somente mapeia a difusão de tecnologias agrícola como estuda se o uso de tecnologias está convergindo ou divergindo entre municípios.

1. Plantio Direto

O Plantio Direto é uma tecnologia agrícola desenvolvida no sul do Brasil nos anos 1970 caracterizada pela limitação ou mesmo ausência da aragem. O uso limitado da aragem reduz a degradação dos solos e a perda de nutrientes o que aumenta o sequestro de carbono, reduz custos e impulsiona a produtividade da terra.⁴ Apesar desse benefícios, somente 17,4% das lavouras era cultivada utilizando essa técnica em 2006. Ademais, a maioria das áreas cultivadas utilizando o Plantio Direto se concentravam em poucos municípios do sul do Brasil.

A Figura 1 ilustra a evolução do uso do Plantio Direto no país de 2006 a 2017. Os municípios em azul escuro são os que tiveram maior crescimento no uso de Plantio Direto, enquanto os municípios em verde claro são os que tiveram o menor crescimento do uso dessa técnica. No país como um todo, a fração das lavouras cultivadas utilizando o Plantio Direto subiu de 17,4% para 38,8%. Os maiores aumentos se concentraram nos municípios produtores de grãos do Centro-Oeste e do Matopiba. Observou-se também aumentos expressivos no uso do Plantio Direto nos municípios do sul do Brasil onde a tecnologia ainda não estava disseminada em 2006 (ex.: municípios no sul do estado do Rio Grande do Sul). Esses padrões regionais

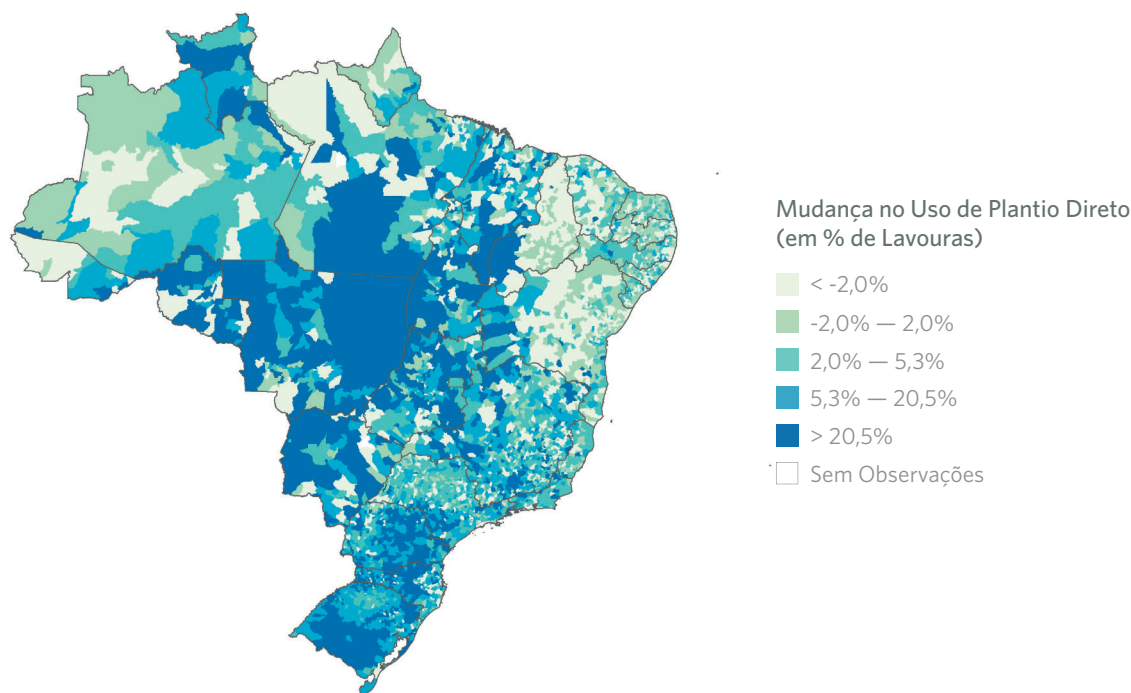
No país como um todo, a fração das lavouras cultivadas utilizando o Plantio Direto subiu de 17,4% para 38,8% entre 2006 e 2017.

³ Comin, D., & Hobijn, B. (2010). An exploration of technology diffusion. *American Economic Review*, 100(5), 2031-59.

⁴ Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C. T., Reicosky, D. C., Ribeiro, F., ... & Hobbs, P. R. (2007). *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture*. FAO, 2nd edition.

sugerem que, apesar de continuar concentrado em regiões produtoras de grãos, o uso de Plantio Direto está convergindo no país. Isso é confirmado utilizando modelos econométricos que sugerem que o crescimento do uso de Plantio Direto foi maior em municípios com menor uso dessa tecnologia em 2006. Esse resultado sugere que os produtores rurais têm sido capazes de superar as barreiras informacionais comumente percebidas como a principal restrição para a adoção dessa tecnologia.⁵

Figura 1: Mudança no Uso de Plantio Direto (2006/2017)



Nota: A figura plota a mudança, entre 2006 e 2017, na fração das lavouras cultivadas utilizando o sistema de Plantio Direto na Palha.

2. Tratores

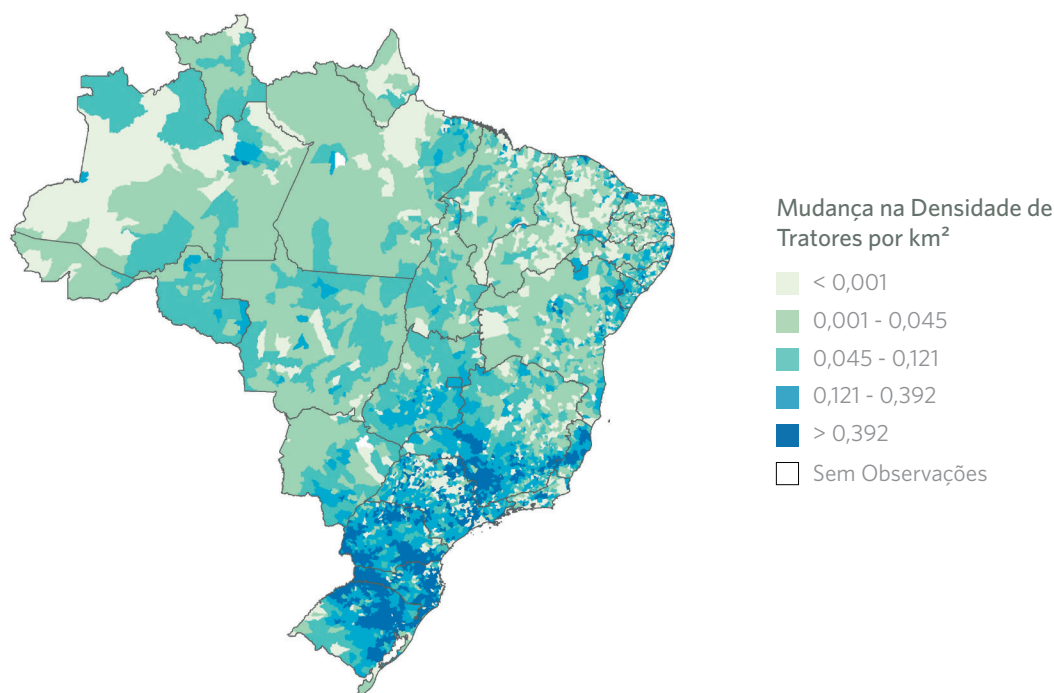
O processo de intensificação agrícola é usualmente associado com aumento da mecanização das atividades agrícolas. Como tratores são uma das máquinas mais comumente utilizadas em trabalhos agrícolas, a intensidade do seu uso é um importante indicador de mecanização da agricultura. No período de 2006-2017, a densidade de tratores por quilômetro quadrado cresceu de 0,25 para 0,35. Isso significa que o município típico experimentou um aumento de 315 para 500 tratores. A Figura 2 mostra a distribuição espacial desse crescimento. Os municípios das regiões mais ricas e urbanizadas do Sul e do Sudeste são os que experimentaram o maior crescimento na densidade de tratores.

No entanto, esses municípios são exatamente os onde a agricultura já era mais mecanizada inicialmente. Isso sugere que o uso de tratores está divergindo (ficando mais concentrado) no país. **Modelos econométricos indicam que a diferença**

⁵ Assunção, J., Bragança, A., & Hemsley, P. (2018). Geographic Heterogeneity and Technology Adoption. Working Paper. Available at https://www.dropbox.com/s/7hafjpcs1o0mqou/Geography_Adoption.pdf?dl=0.

na densidade de tratores de um município com uso inicial relativamente alto (percentil 75) e relativamente baixo (percentil 25) cresceu em cerca de 20% entre 2006 e 2017.

Figura 2: Mudança na Densidade de Tratores (2006/2017)



Nota: A figura plota a mudança, entre 2006 e 2017, no número de tratores por quilômetro quadrado de fazendas.

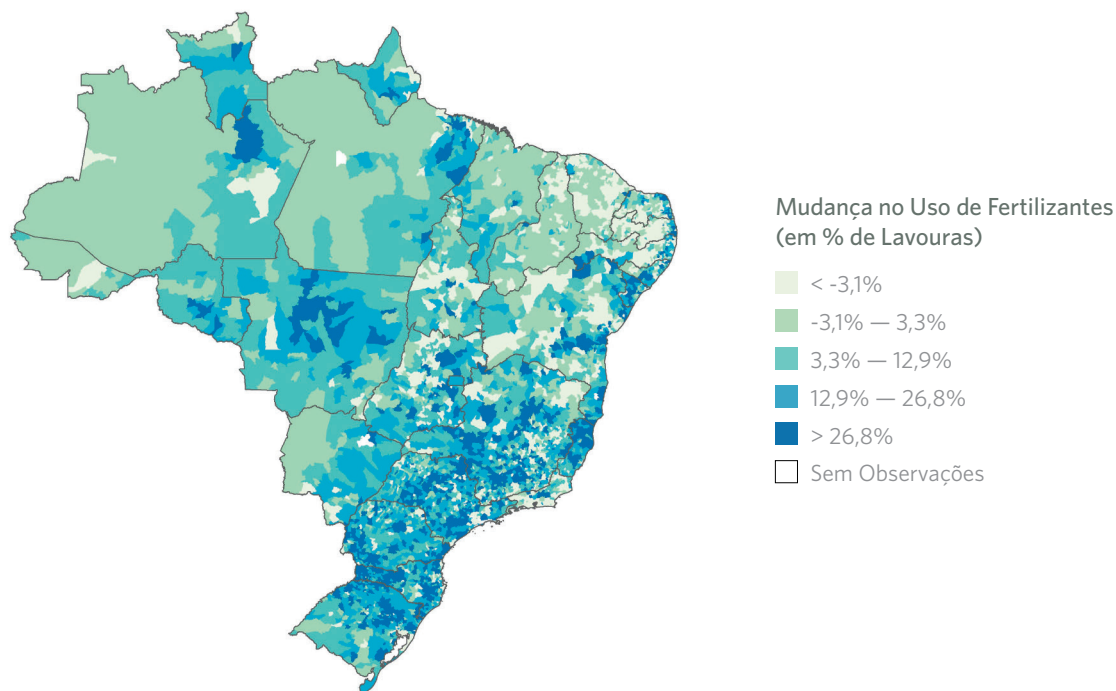
3. Fertilizantes

No país como um todo, essa fração cresceu de 25% para 35% no período estudado. Entretanto, em contraste com as experiências de outras tecnologias, essa expansão não seguiu um padrão espacial claro.

O uso de fertilizantes também tem papel importante no processo de intensificação da agricultura. No Brasil, especificamente, a expansão da agricultura moderna em áreas de solos pobres como o Cerrado é intimamente conectado com o crescimento no uso de fertilizantes.⁶ A Figura 3 mostra a evolução da fração de fazendeiros que utilizam fertilizantes entre 2006 e 2017. No país como um todo, essa fração cresceu de 25% para 35%. Entretanto, em contraste com as experiências do Plantio Direto e da mecanização, essa expansão não seguiu um padrão espacial claro. Municípios com forte crescimento no uso de fertilizantes estão espalhados no país, podendo ser encontrados em regiões tão diversas quanto as áreas de Cerrado do centro do estado do Mato Grosso ou as áreas irrigadas de Caatinga na fronteira dos estados da Bahia, Pernambuco e Sergipe. Consistente com a ausência de padrões espaciais, modelos econométricos não encontram nenhuma relação do crescimento do uso de fertilizantes com o uso de fertilizantes em 2006.

⁶ Assunção, J., & Bragança, A. (2015). Technological Change and Deforestation: Evidence from the Brazilian Soybean Revolution. INPUT Working Paper. Available at https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2015/08/Technological_Change_and_Deforestation_Working_Paper_CPI.pdf.

Figure 3: Mudança no Uso de Fertilizantes (2006/2017)



Nota: A figura plota a mudança, entre 2006 e 2017, na fração das fazendas que utilizam fertilizantes.

DISCUSSÃO

USO DE TECNOLOGIA E PRODUTIVIDADE

Nos últimos anos, o uso intensivo de informações administrativas e de satélite ampliou consideravelmente o conhecimento sobre a dinâmica do uso da terra e da produção agrícola no Brasil. Entretanto, o papel de diferentes tecnologias em permitir os produtores aumentar a sua produção é muito menos bem entendido. Esse estudo coloca luz na dinâmica de adoção de tecnologias no Brasil ao caracterizar a evolução do uso de três importantes tecnologias conectadas a agricultura de alta produtividade: Plantio Direto, tratores e fertilizantes.

Utilizando informações sobre tecnologias agrícolas recentemente disponibilizadas no Censo Agropecuário 2017, esse relatório documenta tendências completamente diferentes na difusão dessas tecnologias. Essas diferenças levantam importantes questões. Que políticas permitiram os fazendeiros liderar com as barreiras informacionais que impediam a difusão do Plantio Direto até 2006? Que restrições estão bloqueando a difusão de tratores em todas as regiões do país? Quais os determinantes do crescimento no uso de fertilizantes? Essas diferenças ainda ressaltam a importância de entender os impactos ambientais de diferentes práticas agrícolas sobre a degradação de solos, a incidência de queimadas e, em última instância, o desmatamento. Dessa forma, esse relatório inaugura uma importante agenda para discussão de tecnologias agrícolas e sua relação com a sustentabilidade da agricultura brasileira.

CONCLUSÃO

O uso de tecnologias modernas pode aumentar dramaticamente a produtividade agrícola. Todavia, pouco se conhece sobre a difusão dessas tecnologias no Brasil. Isso dificulta o desenho de políticas e a criação de condições para os fazendeiros aumentarem sua produção sem prejudicar o meio ambiente. Esse relatório amplia o conhecimento sobre a difusão de tecnologias agrícolas no Brasil ao documentar a evolução de três importantes tecnologias agrícolas ao longo dos últimos anos. Os resultados indicam padrões bem diferentes de evolução do uso de insumos e práticas agrícolas modernas no Brasil.

Enquanto o uso de Plantio Direto se desconcentrou espacialmente, o uso de tratores se concentrou espacialmente em regiões ricas e urbanizadas. Esses padrões distintos trazem importantes questões para futuras pesquisas. Com respeito ao Plantio Direto, é importante entender que condições contribuíram para essa prática se difundir no país e que políticas podem acelerar esse processo. Com respeito aos tratores, é importante entender se a concentração espacial crescente no uso dos tratores reflete demanda por mecanização ou não. Finalmente, investigar os efeitos dessas diferentes tendências de intensificação agrícola sobre a produtividade e o desmatamento é importante para destacar oportunidades e trade-offs para as políticas agrícolas e ambientais do Brasil.

AUTOR

Arthur Bragança
Climate Policy Initiative
arthurbraganca@gmail.com

www.inputbrasil.org

Outubro 2018

*O projeto **Iniciativa para o Uso da Terra (INPUT)** é composto por uma equipe de especialistas que trazem ideias inovadoras para conciliar a produção de alimentos com a proteção ambiental. O INPUT visa avaliar e influenciar a criação de uma nova geração de políticas voltadas para uma economia de baixo carbono no Brasil. O trabalho produzido pelo INPUT é financiado pela Children's Investment Fund Foundation (CIFF), através do Climate Policy Initiative (CPI). Este trabalho recebeu apoio pela World Wildlife Foundation (WWF).*

www.inputbrasil.org