

Inovação tecnológica e produtividade no agronegócio brasileiro: onde estamos e para onde vamos

O agro brasileiro inovou, ganhou produtividade e mudou de patamar: agora enfrenta o desafio de transformar inovação em crescimento sustentado.

Isabela Romanha de Alcantara

<https://orcid.org/0000-0001-9172-4271> 

Pesquisadora. Coordenadora do Ceag. Doutora em Economia Aplicada (ESALQ/USP)

Ricardo Harbs

<https://orcid.org/0000-0003-3418-0233> 

Professor da Faculdade Pecege. Coordenador do Ceni. Doutor em Economia Aplicada (ESALQ/USP)

1. Introdução

O agronegócio brasileiro ocupa posição central na economia nacional, respondendo por parcela expressiva do PIB, das exportações e da geração de emprego e renda, o que torna a discussão sobre sua competitividade um tema recorrente e estratégico no debate econômico. Em um contexto de crescente restrição à expansão de área, maior pressão ambiental e intensificação da concorrência internacional, o crescimento do setor passa a depender cada vez menos de fatores extensivos e mais da capacidade de elevar a produtividade. Nesse sentido, a inovação tecnológica, incorporada por meio de avanços em genética, manejo, mecanização, digitalização e gestão, consolida-se como o principal vetor de sustentação da competitividade do agro brasileiro no longo prazo, ao permitir produzir mais, com menor custo relativo e maior eficiência no uso dos recursos.

À luz desse enquadramento, a questão central desta carta de conjuntura é avaliar se, no período recente, a produtividade agrícola brasileira mantém o dinamismo observado em décadas anteriores ou se há sinais de perda de fôlego, mesmo diante de um ambiente tecnológico mais sofisticado. Em outras palavras, busca-se analisar se os ganhos de produtividade continuam se acelerando, acompanhando o avanço das inovações, ou se a capacidade de transformar progresso tecnológico em resultados produtivos vem se tornando mais lenta e desigual entre culturas e regiões.

2. Produtividade agrícola, inovação e heterogeneidade setorial

A análise da produtividade agrícola brasileira baseia-se nos dados de rendimento médio (kg/ha) da Produção Agrícola Municipal (PAM), produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística¹. Essa base oferece uma série histórica para lavouras temporárias e permanentes, permitindo avaliar a intensificação produtiva da agricultura brasileira ao longo de cinco décadas. Por se tratar de um indicador físico por unidade de área, o rendimento médio é particularmente adequado para captar ganhos de produtividade associados à inovação tecnológica, ao manejo e à difusão de práticas produtivas, ainda que permaneça sensível a fatores climáticos e regionais.

Para mensurar o ritmo de crescimento da produtividade ao longo do tempo, foi utilizada a Taxa Geométrica de Crescimento (TGC) estimada por regressão log-linear. Portanto, para cada cultura e período analisado, estimou-se o modelo:

$$\ln(Y_t) = \alpha + \beta t + \varepsilon_t,$$

em que Y_t representa o rendimento médio no ano t . A TGC foi obtida pela transformação $TGC = e^{\beta} - 1$, o que permite interpretar o coeficiente estimado como a taxa média anual composta de crescimento da produtividade. Essa abordagem utiliza toda a informação da série no período considerado, suaviza oscilações conjunturais e possibilita comparar mudanças no ritmo de crescimento entre diferentes janelas temporais, captando acelerações e desacelerações estruturais.

A tabela a seguir apresenta as TGCs estimadas para o Brasil no período completo (1975–2024) e em janelas decenais que ajudam a identificar fases distintas da trajetória produtiva:

¹ IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 23 fev. 2026.

Tabela 1. TGC por janelas temporais (% a.a.) – Brasil

Cultura	1975–2024	1975–1984	1985–1994	1995–2004	2005–2014	2015–2024
Algodão herbáceo	3,97	3,85	0,69	13,40	1,77	1,26
Arroz	3,70	1,28	3,00	3,75	4,45	2,31
Cana-de-açúcar	0,81	2,96	0,61	1,09	-0,36	0,15
Feijão	2,32	-1,47	4,56	3,39	2,90	1,13
Milho	3,15	2,32	3,47	4,03	5,94	0,85
Soja	1,79	0,43	2,67	1,80	2,34	0,55
Trigo	2,66	5,05	-1,28	2,67	3,37	0,73
Café	0,97	3,59	-0,46	-2,37	4,66	2,32

Fonte: elaboração própria.

Os resultados apresentados na tabela revelam, em primeiro lugar, que o crescimento da produtividade agrícola brasileira foi fortemente concentrado em determinados ciclos temporais. No período agregado 1975–2024, culturas como algodão herbáceo (3,97% a.a.), arroz (3,70% a.a.) e milho (3,15% a.a.) apresentam taxas elevadas de crescimento, indicando transformações estruturais profundas em seus sistemas produtivos. Já soja (1,79% a.a.) e cana-de-açúcar (0,81% a.a.) exibem crescimento mais moderado, compatível com maior maturidade tecnológica e com a captura antecipada de grande parte dos ganhos estruturais ao longo das décadas anteriores.

A decomposição por janelas temporais mostra que os anos 1995–2004 e, sobretudo, 2005–2014 concentraram os maiores ritmos de crescimento da produtividade para a maioria das culturas. No milho, a TGC salta para 5,94% a.a. em 2005–2014, refletindo a difusão acelerada de híbridos mais produtivos, melhorias no manejo, mecanização e expansão do uso de tecnologias de precisão. No arroz, o mesmo período registra 4,45% a.a., compatível com intensificação tecnológica em sistemas irrigados, maior controle de variáveis produtivas e difusão relativamente homogênea de práticas modernas. No trigo, a aceleração em 2005–2014 (3,37% a.a.) indica um ciclo favorável de inovação e incentivos econômicos, ainda que a cultura permaneça estruturalmente mais volátil.

O algodão herbáceo apresenta um padrão singular: o crescimento excepcional em 1995–2004 (13,40% a.a.) sugere uma reorganização estrutural da cadeia, marcada por profissionalização, ganho de escala, realocação regional da produção e intensificação tecnológica. Trata-se de um típico episódio em que a produtividade cresce não apenas por inovação incremental, mas por mudanças profundas na estrutura produtiva e na coordenação da cadeia. A desaceleração posterior para 1,26% a.a. em 2015–2024 indica que, superada a fase

de transição estrutural, os ganhos passam a depender de refinamentos tecnológicos e de estabilidade de investimento.

O contraste com o período 2015–2024 é marcante. Para quase todas as culturas analisadas, observa-se desaceleração significativa da TGC, evidenciando que os ganhos marginais de produtividade se tornaram mais difíceis de capturar. O milho desacelera para 0,85% a.a., a soja para 0,55% a.a., o trigo para 0,73% a.a. e a cana-de-açúcar praticamente estagna (0,15% a.a.). Esse padrão sugere a combinação de múltiplos fatores: maior maturidade tecnológica, elevação do custo de insumos, maior exposição ao risco climático, mudanças no mix de sistemas produtivos (como a expansão da segunda safra no milho) e maior heterogeneidade na capacidade de adoção tecnológica entre produtores.

A soja ilustra bem o papel da maturidade tecnológica. Após ciclos de aceleração em 1985–1994 e 2005–2014, a desaceleração recente indica que os ganhos adicionais dependem menos de inovações disruptivas e mais de eficiência na margem, tais como manejo de solo e água, controle de perdas, zoneamento produtivo e gestão. A elevada sensibilidade da cultura a eventos climáticos e pressões fitossanitárias reforça a volatilidade do rendimento e contribui para a redução do crescimento tendencial médio.

O feijão e o trigo evidenciam o peso da heterogeneidade produtiva e do risco. O feijão apresenta forte aceleração em 1985–1994 (4,56% a.a.), mas desacelera progressivamente até 1,13% a.a. em 2015–2024, refletindo diversidade de sistemas produtivos, menor escala média e acesso desigual à assistência técnica. O trigo combina ganhos tecnológicos com elevada exposição climática e variações regionais, o que gera trajetórias irregulares e limita a previsibilidade do crescimento da produtividade.

A cana-de-açúcar se destaca como a cultura de menor dinamismo. O crescimento relativamente elevado em 1975–1984 (2,96% a.a.) reflete um período inicial de modernização, mas a estagnação recente evidencia os limites de uma cadeia altamente mecanizada e madura, dependente de renovação contínua de canaviais, de investimentos de longo prazo e de ciclos econômicos ligados aos mercados de açúcar e etanol. Nessa cultura, a inovação tende a produzir ganhos essencialmente incrementais, fortemente condicionados ao ambiente de investimento.

O café constitui a principal exceção ao padrão de desaceleração recente. Embora apresente crescimento modesto no longo prazo (0,97% a.a. em 1975–2024), a aceleração em 2005–2014 (4,66% a.a.) e a manutenção de um ritmo elevado em 2015–2024 (2,32% a.a.) indicam que ainda havia espaço significativo para ganhos estruturais de produtividade. Esse comportamento é compatível com processos de renovação de lavouras, adoção de cultivares mais produtivas, intensificação tecnológica e maior profissionalização em regiões específicas, mostrando que, quando a inovação encontra condições favoráveis de difusão, crédito e gestão,

a produtividade pode acelerar mesmo em um contexto macroeconômico e climático mais adverso.

Em conjunto, a leitura detalhada da tabela indica que os resultados da TGC refletem a interação entre maturidade tecnológica, capacidade de difusão e adoção, estrutura de custos e crédito, gestão produtiva e exposição ao risco climático. A desaceleração observada na maioria das culturas após 2015 não decorre da ausência de inovação, mas da crescente dificuldade de converter inovação existente em ganhos médios sustentados de produtividade. O desafio central do agronegócio brasileiro, portanto, desloca-se da geração de tecnologia para a escala e velocidade de difusão, a redução do custo e do risco de adoção e o fortalecimento de sistemas produtivos mais resilientes, condição necessária para sustentar um novo ciclo de aceleração da produtividade no médio e longo prazo.

3. Por que isso acontece: inovação, difusão e gargalos

Os resultados observados na trajetória recente da produtividade agrícola brasileira indicam que a inovação tecnológica, embora necessária, não é suficiente por si só para assegurar ganhos contínuos e homogêneos de rendimento. O que diferencia as cadeias e regiões onde a produtividade segue avançando de forma mais robusta daquelas onde os ganhos parecem perder tração é, sobretudo, a capacidade de difusão efetiva da tecnologia, combinada com condições econômicas, institucionais e gerenciais favoráveis.

Nos segmentos em que a produtividade permanece dinâmica, observa-se a presença de pacotes tecnológicos mais maduros, amplamente testados e adaptados às condições locais, o que reduz incertezas e eleva a taxa de adoção. Esses pacotes incluem não apenas sementes e insumos mais eficientes, mas também práticas consolidadas de manejo, mecanização, agricultura de precisão e uso sistemático de dados para a tomada de decisão. A maturidade tecnológica é reforçada por redes de difusão mais estruturadas, que envolvem assistência técnica regular, integração com pesquisa pública e privada e maior profissionalização da gestão rural. Nesses casos, a inovação tende a ser absorvida de forma contínua, transformando-se em ganhos consistentes de produtividade, como evidenciado em culturas que mantiveram crescimento mais acelerado na última década.

Por outro lado, nas cadeias em que a produtividade desacelera, os dados sugerem a presença de gargalos múltiplos e cumulativos. Em muitos contextos, há limites agronômicos locais que tornam os ganhos adicionais de rendimento mais difíceis, exigindo inovações mais complexas e custosas. A isso se somam a maior exposição a riscos climáticos, a elevação do custo de insumos e tecnologias e a restrição de acesso a crédito compatível com o risco produtivo, fatores que reduzem o incentivo econômico à adoção plena de novos pacotes

tecnológicos. Adicionalmente, a fragilidade da assistência técnica e da extensão rural, combinada a déficits de conectividade no meio rural, limita a disseminação de tecnologias digitais e de práticas de gestão mais avançadas, aprofundando a distância entre produtores mais e menos capitalizados.

Esse quadro resulta em uma heterogeneidade produtiva persistente, na qual coexistem sistemas altamente tecnificados, próximos à fronteira de produtividade, e sistemas que operam muito abaixo desse potencial. A evidência empírica sugere, portanto, que a desaceleração média observada em parte das culturas não decorre da ausência de inovação, mas da dificuldade de converter inovação em difusão ampla e economicamente viável em um ambiente marcado por risco, assimetrias de informação e limitações institucionais. Em última instância, o desempenho da produtividade agrícola brasileira reflete menos a velocidade com que novas tecnologias são geradas e mais a capacidade do sistema produtivo de absorvê-las, adaptá-las e escalá-las de forma consistente ao longo do tempo.

4. Para onde vamos: cenários e implicações (2026–2030 / 2035)

A partir da trajetória recente da produtividade agrícola e dos gargalos identificados na difusão da inovação, é possível delinear cenários prospectivos para o agronegócio brasileiro no horizonte 2026–2030 e 2035, com implicações diretas para a competitividade, a sustentabilidade e a segurança alimentar. Esses cenários não devem ser interpretados como previsões, mas como trajetórias plausíveis condicionadas ao grau de coordenação entre inovação, políticas públicas e estratégias privadas.

No cenário base, prevalece uma dinâmica de ganhos moderados de produtividade, semelhante à observada na última década. Nesse contexto, a inovação tecnológica continua avançando, mas de forma desigual, com difusão concentrada em cadeias e regiões já mais capitalizadas. A produtividade agrícola segue crescendo, porém a taxas inferiores ao seu potencial, refletindo limitações persistentes relacionadas a risco climático, custo de adoção tecnológica, restrições de crédito e fragilidades na assistência técnica e na conectividade rural. Embora esse cenário permita a manutenção da relevância do agronegócio brasileiro no mercado internacional, ele tende a ampliar a heterogeneidade produtiva e a tornar o crescimento mais dependente de fatores conjunturais, como preços e câmbio, aumentando a volatilidade da renda agrícola.

Em um cenário de aceleração, por sua vez, os ganhos de produtividade são ampliados pela difusão mais rápida e abrangente das tecnologias já disponíveis, especialmente aquelas associadas à digitalização, à agricultura de precisão e à melhoria da gestão produtiva. A expansão da conectividade no meio rural, o fortalecimento da assistência técnica e da extensão,

o aperfeiçoamento dos instrumentos de financiamento e a redução de incertezas regulatórias criam condições para que a inovação se traduza em ganhos mais homogêneos entre produtores e regiões. Nesse ambiente, além de taxas mais elevadas de crescimento da produtividade, observa-se uma redução da volatilidade produtiva, uma vez que o uso mais intensivo de dados, manejo e planejamento aumenta a resiliência frente a choques climáticos e de mercado.

As implicações práticas desses cenários são relevantes. Do ponto de vista da competitividade, a capacidade de sustentar ganhos de produtividade será determinante para manter a posição do Brasil como grande fornecedor global de alimentos, fibras e bioenergia, especialmente em um contexto de concorrência crescente e exigências ambientais mais rigorosas. Em termos de sustentabilidade, a aceleração da produtividade permite aprofundar a intensificação produtiva, reduzindo a pressão por expansão de área e contribuindo para uma trajetória de crescimento mais compatível com objetivos ambientais. Já sob a ótica da renda e da segurança alimentar, ganhos mais robustos e estáveis de produtividade tendem a elevar a eficiência econômica do setor, melhorar a distribuição de renda no meio rural e ampliar a oferta de alimentos a custos mais previsíveis, fortalecendo o papel do agronegócio brasileiro tanto no mercado interno quanto no cenário internacional.

Em síntese, o futuro da produtividade agrícola brasileira dependerá menos da geração de novas tecnologias e mais da capacidade de transformar inovação em difusão, gestão e resiliência, condicionando os ganhos econômicos, sociais e ambientais do agronegócio nas próximas décadas.

COMO CITAR:

Alcantara, I. R., & Harbs, R. (2026). *Inovação tecnológica e produtividade no agronegócio brasileiro: Onde estamos e para onde vamos* (Nota Técnica CEAG | CENI). Instituto Pecege.