

## NOVOS DESAFIOS DO COMÉRCIO AGRÍCOLA INTERNACIONAL: GEOPOLÍTICA, SEGURANÇA ALIMENTAR E INOVAÇÃO<sup>1</sup>

Gabriela M. da Cruz<sup>2</sup>

Leandro Gilio<sup>3</sup>

Marcos S. Jank<sup>4</sup>

### 1. Introdução

A formação econômica e social do Brasil está intrinsecamente ligada ao setor agroexportador. O primeiro vínculo do país com a economia global estabeleceu-se pela exportação de açúcar, e os ciclos econômicos subsequentes — que constituíram as bases do desenvolvimento brasileiro — mantiveram forte relação com a exportação de produtos agrícolas, desde a condição colonial de exportador de produtos tropicais como café, açúcar e cacau, até a atual posição de protagonista global nas principais cadeias produtivas de alimentação, fibras e bioenergia.

O agronegócio brasileiro transformou-se significativamente ao longo dos anos, impulsionado pelo acelerado ritmo de crescimento das exportações nas últimas décadas — evoluindo de 23,3 bilhões de dólares correntes de produtos do agronegócio exportados em 1997 para 166,5 bilhões de dólares correntes em 2023.

Diversos fatores explicam essa expressiva expansão e integração do sistema agroalimentar brasileiro aos mercados internacionais, destacando-se na literatura científica duas alavancas principais: o aumento de produtividade e as exportações. A interação entre esses elementos não apenas transformou o agronegócio e a economia brasileira internamente, mas também reconfigurou a posição de importância do país no cenário global.

O Brasil vivenciou uma revolução tecnológica no campo, impulsionado pela inovação, desde o desenvolvimento de técnicas produtivas específicas para a agricultura tropical até as recentes tecnologias que permitem maior produção com eficiência sustentável e menor impacto ambiental. Essas ondas de inovação resultaram em expressivos ganhos de produtividade e integraram cadeias produtivas, gerando excedentes absorvidos por um mercado global também em expansão e que passou a demandar volumes cada vez maiores de produtos agroalimentares, com destaque para os mercados asiáticos, como a China, que evoluíram de maneira acelerada principalmente a partir da década de 1990.

A convergência entre o crescimento da produção brasileira — resultante da combinação de avanços tecnológicos e da exploração das economias de escala e escopo — e a expansão da demanda global consolidou o Brasil como protagonista no comércio internacional de produtos derivados dos complexos de grãos, oleaginosas, proteínas animais, sucroenergético e florestal.

A forte integração ao mercado global impõe ao setor uma série de desafios que influenciam (e influenciarão) seu desenvolvimento atual e futuro, como o acirramento

<sup>1</sup> Estudo especialmente realizado para o evento “Agro Horizonte”, organizado por Globo Rural, Valor, O Globo e CBN, em Brasília no dia 11 de dezembro de 2024.

<sup>2</sup> Professora e pesquisadora do Insper Agro Global

<sup>3</sup> Professor e pesquisador do Insper Agro Global

<sup>4</sup> Professor sênior de Agronegócio do Insper e Coordenador do Insper Agro Global

de questões geopolíticas, as preocupações com a segurança alimentar e medidas protecionistas, ao mesmo tempo que se elevam as pressões para que a produção agropecuária cresça dentro de um modelo de menor impacto ambiental. Este cenário complexo, contudo, também apresenta oportunidades para o Brasil consolidar sua posição no mercado global, desde que o país se adapte de maneira proativa para superar restrições e explorar novas frentes de crescimento no agronegócio.

Com base nesse contexto, o presente estudo lança um olhar analítico sobre estas e outras questões que envolvem o agronegócio brasileiro e o mercado global, destacando-se a relação de influência entre questões externas (globais) e o desenvolvimento produtivo interno.

O artigo está estruturado em quatro seções principais. A primeira examina como as ondas tecnológicas impulsionaram o avanço da produtividade no agronegócio brasileiro, estabelecendo as bases para sua consolidação como um dos principais líderes globais do setor, detalhando cada uma das quatro ondas e seus impactos no desenvolvimento do setor. A segunda seção discute as interações entre segurança alimentar e geopolítica dos alimentos, enfatizando os desafios enfrentados e as oportunidades emergentes em um cenário global em constante transformação. A terceira seção analisa movimentos estratégicos significativos dentro do setor, destacando sucessos e desafios atuais. Por fim, a quarta seção examina os caminhos para superar entraves regulatórios e comerciais, fortalecer a adoção de inovações tecnológicas e consolidar a posição do Brasil como referência global em práticas agrícolas sustentáveis e adaptadas às especificidades da agricultura tropical.

## **2. Ondas tecnológicas e o crescimento da produtividade da agricultura brasileira**

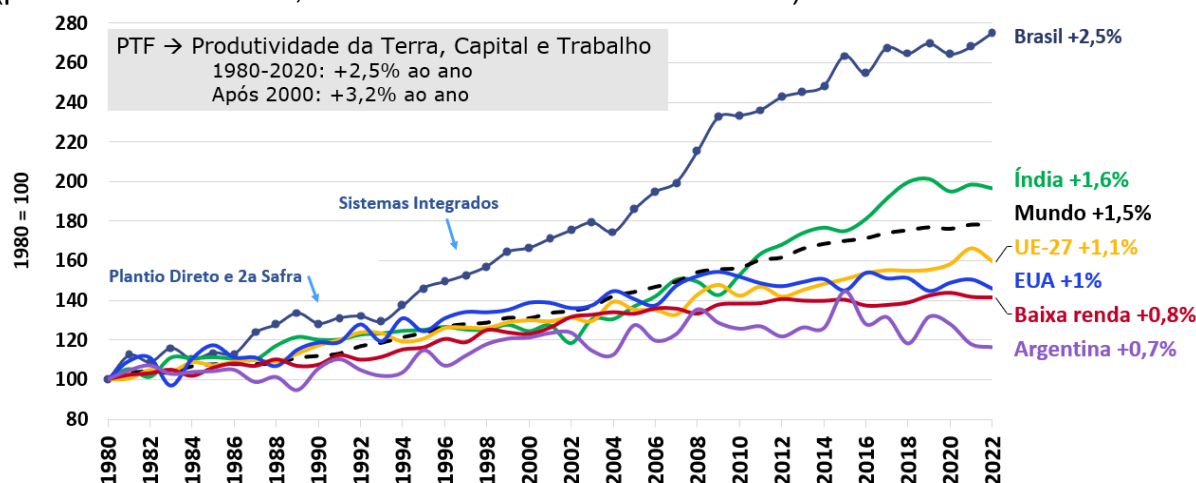
O Brasil passou da condição de país importador líquido de alimentos na década de 1960 para se tornar um dos principais exportadores mundiais do setor nos anos 2000. Essa mudança envolveu, entre outros aspectos, saltos significativos em padrões tecnológicos aplicados que permitiram um melhor aproveitamento dos fatores de produção e significativos ganhos de produtividade, acima da média global, como demonstrado na Figura 1.

Inicialmente, com a economia focada na produção e exportação de produtos tropicais como açúcar, café e cacau, o Brasil buscou, na primeira metade do século XX, um desenvolvimento baseado em industrialização e diversificação de sua matriz produtiva. Nesse processo, foi necessário ao país integrar a agricultura ao movimento de transformação, assegurando a alimentação para a crescente população urbana e também matérias-primas para as atividades industriais que se expandiam.<sup>5</sup>

A modernização e o crescimento da agricultura brasileira, diferentemente de outras atividades industriais, exigiram mais do que a simples reprodução de processos produtivos de países desenvolvidos, demandando soluções adaptadas às condições específicas locais de solo, clima e outros fatores físicos.

<sup>5</sup> Barros (2023)

**Figura 1 – Evolução da Produtividade Total dos Fatores (PTF)<sup>6</sup> na Agricultura Global (países selecionados, de 1980 a 2022 – base 1980=100)**



Fonte: USDA/ERS, produto de dados de Produtividade Agrícola Internacional, Inspers Agro Global.

Nota: A Produtividade Total dos Fatores (PTF) representa a eficiência agregada dos recursos da terra, do trabalho e do capital. Quanto maior a PTF, maior a eficiência do resultado da produção. (2) Países de "baixo rendimento" com base na classificação de receitas do Banco Mundial  
CLFEC: Integração Lavoura-Pecuária-Florestas Plantadas-Energia-Carbono

É nesse momento que se inicia o processo nomeado neste artigo como “Primeira Onda” de desenvolvimento tecnológico (1960-90), correspondendo ao período do movimento global geralmente descrito na literatura como a Revolução Verde da década de 1960. Fundamentada na introdução de variedades de alto rendimento e no uso intensivo de insumos como fertilizantes e defensivos agrícolas, essa transformação permitiu uma expansão significativa da produção agrícola tropical, especialmente em países em desenvolvimento. No Brasil, a Revolução Verde não apenas melhorou a produtividade, mas também viabilizou a expansão das áreas agrícolas em regiões antes consideradas inadequadas, como o Cerrado.

A implementação dessas tecnologias foi fundamental para reduzir os custos de produção de alimentos e aumentar a disponibilidade e acessibilidade alimentar (segurança alimentar) para a população brasileira, com a adaptação das técnicas agrícolas aos ecossistemas tropicais do Brasil.<sup>7</sup> Essa transformação foi parte de uma estratégia abrangente de modernização agrícola, inicialmente financiada pelo Estado — principalmente entre as décadas de 1960 e 1980. Importantes instituições foram fundamentais nesse processo, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a companhia de sementes Agrocere, a Associação Brasileira de Sementes e Mudas (Abrasem) e, com especial destaque, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)<sup>8</sup>. Além do uso de insumos, houve avanços em adaptação de culturas e melhoramento genético. As sementes melhoradas e os organismos geneticamente modificados (GMOs) desenvolvidos internamente não

<sup>6</sup> Produtividade Total dos Fatores (PTF) trata-se de uma medida econômica que avalia a eficiência com a qual os fatores de produção são utilizados na produção de bens ou serviços. Pode ser interpretada como o aumento na quantidade produzida que não é explicada pelo maior emprego de recursos como trabalho, capital, terra e outros, o que indica maior produtividade e eficácia no uso de recursos.

<sup>7</sup> Gilio e Castro (2024)

<sup>8</sup> Vieira Filho e Vieira (2013)

apenas elevaram a produtividade das colheitas, mas também aumentaram a resistência das plantas a doenças e a condições climáticas adversas.

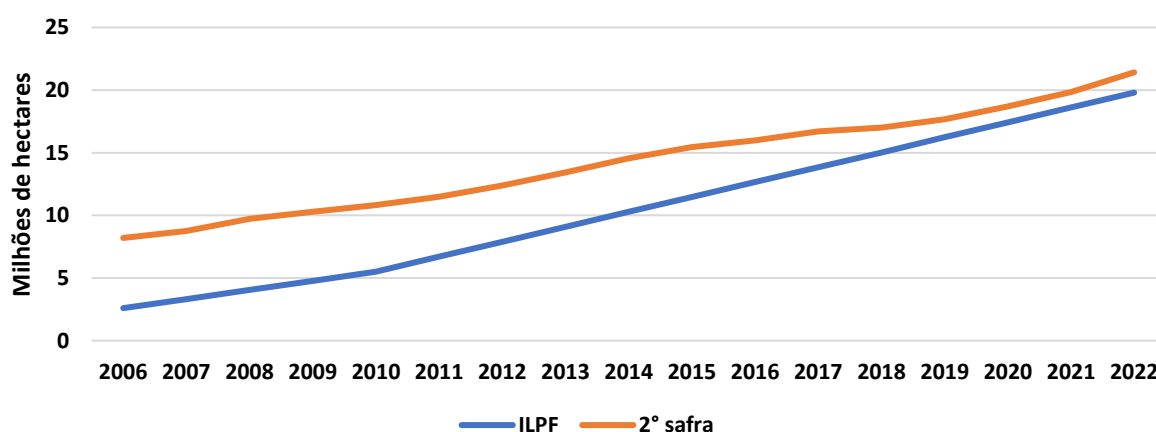
No campo da bioenergia, o Brasil alcançou avanços significativos em resposta às crises do petróleo dos anos 1970, com o lançamento do Programa Proálcool. Essa iniciativa marcou o início de investimentos substanciais em biocombustíveis alternativos ao petróleo, colocando o país na vanguarda do desenvolvimento de uma matriz energética mais sustentável. O etanol de cana-de-açúcar e o biodiesel de soja emergiram como principais expoentes, impulsionados tanto por inovações técnicas em sua produção quanto por incentivos governamentais, como a obrigatoriedade da mistura de etanol na gasolina e de biodiesel no diesel.

A “Segunda Onda” tecnológica (1990-2010) caracterizou-se pela inovação centrada nos processos agrícolas, com ênfase no desenvolvimento dos cultivos em segunda safra, na consolidação do plantio direto e nos sistemas integrados. Essas inovações foram cruciais para maximizar a eficiência produtiva sem necessidade de expandir as áreas cultiváveis.

As culturas de segunda safra, como milho e feijão, registraram expressivos ganhos de produtividade e permitiram o uso mais eficiente do solo e da infraestrutura agrícola. Essa prática, além de otimizar o calendário agrícola, ajudou a estabilizar os preços dos alimentos e aumentou a disponibilidade de produtos agrícolas essenciais à segurança alimentar da população brasileira.

Paralelamente, os sistemas integrados de cultivo, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), representam um avanço substancial em termos de sustentabilidade e eficiência na utilização de recursos ecossistêmicos. Esses sistemas permitem a reciclagem de nutrientes e melhoram a qualidade do solo, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos e pesticidas, ao mesmo tempo que aumentam a biodiversidade e a resiliência dos sistemas agrícolas às mudanças climáticas. Entretanto, sua implementação apresenta maior complexidade, tanto em termos de investimentos quanto na necessidade de mão de obra qualificada para execução desses modelos tecnológicos, além de demandarem uso mais intensivo de insumos.

**Figura 2** – Evolução da integração de lavoura, pecuária e floresta e cultivos de segunda safra no Brasil (em milhões de hectares)

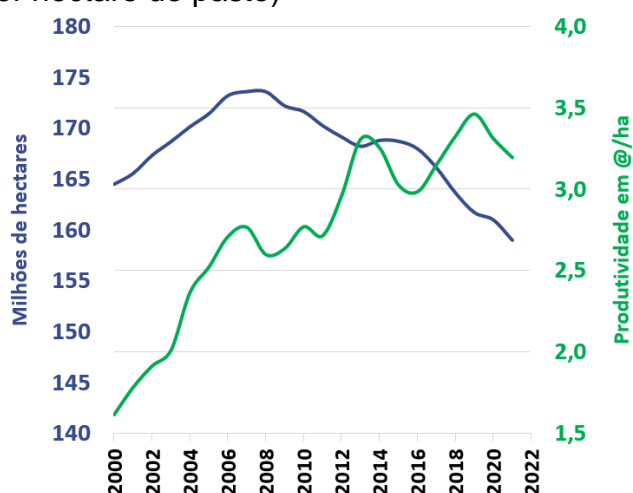


Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados de Polidoro et al. (2020); IBGE (2022) e Novaes et al. (2022)

O processo de intensificação da pecuária, baseado no uso mais eficiente das terras de pastagem, incorpora tecnologias de correção do solo essenciais para manter a qualidade das pastagens utilizadas na alimentação do gado. Além disso, a adoção

de práticas de manejo sustentável, como a fertilização adequada, a irrigação e a rotação de pastagens, tem permitido não apenas um aumento na densidade de gado por hectare, mas também uma melhoria na qualidade do gado. Essas práticas reduzem o tempo necessário para o abate, aumentando a eficiência da produção e minimizando os impactos ambientais,<sup>9</sup> refletindo uma gestão mais responsável e sustentável dos recursos naturais.

**Figura 3** – Evolução das áreas de pastagem (hectares) e produtividade da produção pecuária (arrobas por hectare de pasto)

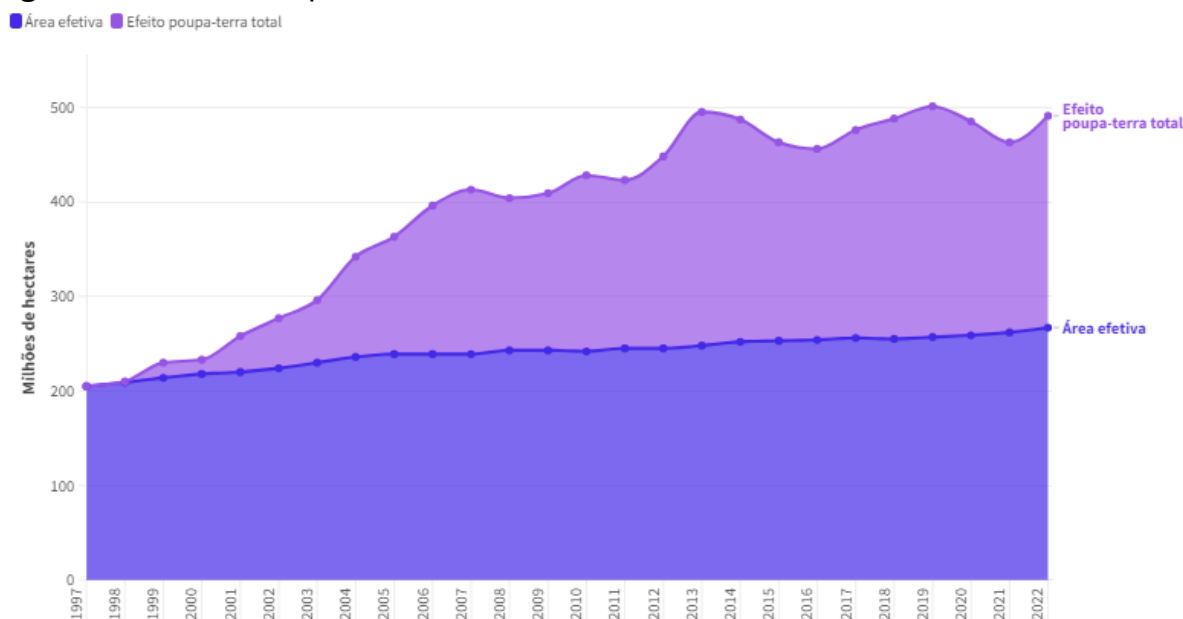


Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do Lapig (2022) e do IBGE (2022)

Os avanços em produtividade gerados pelas primeiras e segundas ondas tecnológicas no setor agropecuário brasileiro desencadearam uma significativa redução na demanda por novas áreas de cultivo, conhecido como “efeito poupa-terra”. Este fenômeno é resultado direto dos progressos alcançados por meio da intensificação do uso de insumos característicos da primeira onda, que se concentrou na agricultura de produtos, aliada às inovações de processos introduzidas na segunda onda. A sinergia dessas inovações reduziu drasticamente a necessidade de expansão territorial para atender ao volume de produção agropecuária de 2022. Comparativamente, utilizando a produtividade de 1997, seria necessário um incremento hipotético de 224 milhões de hectares para alcançar tal volume, uma extensão que ultrapassa a soma das áreas totais de Espanha, França, Alemanha, Suécia e Finlândia (Figura 4).

<sup>9</sup> Quando o tempo de engorda de bovinos é reduzido, a vida útil do animal é consequentemente diminuída. Isso leva a uma redução nas emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), principalmente de metano, que é produzido no processo de fermentação entérica durante a digestão. Menos tempo de vida significa menos períodos de digestão e, portanto, menos fermentação entérica. Além disso, a quantidade total de dejetos produzidos pelo animal ao longo de sua vida também diminuiu, contribuindo para menores emissões de outros GEE associados ao manejo de esterco.

**Figura 4 – Efeito “Poupa-Terra”**



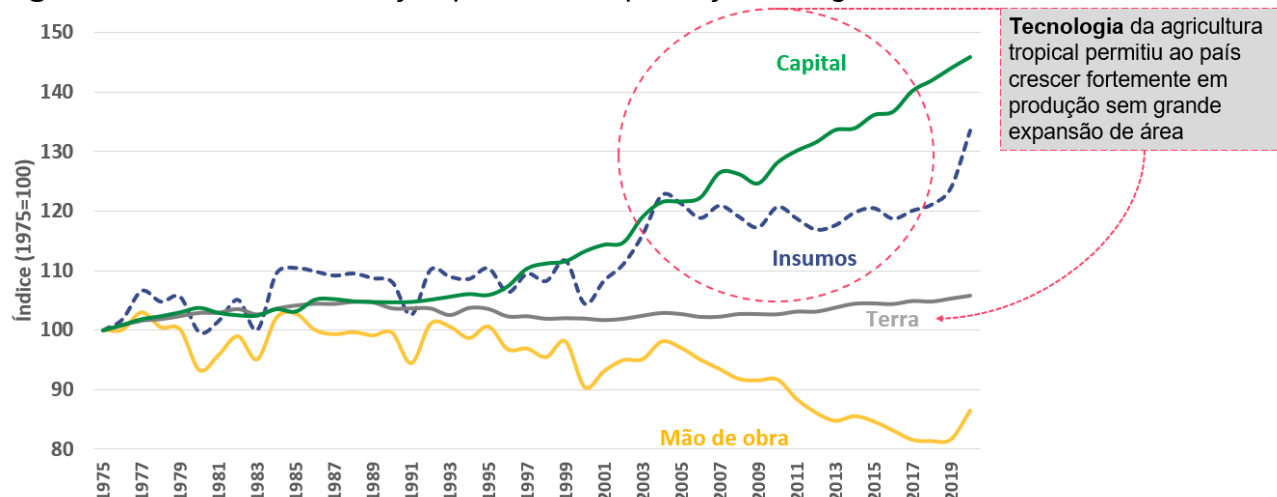
Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados de Lapig (2024) e IBGE (2024)

A “Terceira Onda Tecnológica” (2010-presente) caracteriza-se pela intensificação do capital, com foco em eficiência e a emergência de práticas de sustentabilidade ambiental. Este período se distingue por uma incorporação substancial de inovações tecnológicas que não só aumentam a produtividade, mas também promovem uma agricultura mais eficiente e responsável. Além dos ganhos de eficiência e da adoção de práticas sustentáveis, a terceira onda também consolida e expande os avanços em agricultura de produto e processo iniciados nas ondas anteriores, aprimorando suas práticas e resultados.

O cerne desta onda é a otimização dos recursos por meio de tecnologias avançadas, como a agricultura de precisão e a aplicação localizada de insumos. Essas tecnologias permitem ajustes precisos no uso de água, fertilizantes e pesticidas, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência produtiva. Os bioinsumos também ganham destaque, oferecendo alternativas mais sustentáveis aos químicos tradicionais. Além disso, tecnologias emergentes como a nanotecnologia e a biotecnologia estão reformulando as práticas agrícolas, permitindo uma manipulação mais precisa dos processos biológicos das plantas e animais. A Terceira Onda enfatiza a busca por maiores ganhos em eficiência e produtividade, essenciais para atender à demanda externa e manter a competitividade dos produtos brasileiros nos mercados internacionais.

Um aspecto fundamental desta onda é a adoção de práticas de agricultura conservacionista. Essas práticas visam não apenas reduzir a emissão de gases de efeito estufa, mas também promovem a conservação do solo e a melhoria de sua saúde e biodiversidade. A expansão de técnicas como o plantio direto, que minimiza a perturbação do solo, e a ILPF, que promove um uso mais holístico da terra, são exemplos de como a sustentabilidade tem sido integrada à produção agrícola (mesmo essas técnicas já tendo sido desenvolvidas em ondas anteriores). Na terceira onda, observa-se também uma agricultura cada vez mais intensiva em capital, reflexo da crescente automação e digitalização do campo (Figura 5).

**Figura 5 – Padrão de evolução por fator de produção na agricultura brasileira**



Fonte: Gasques et al. (2022)

A “Quarta Onda Tecnológica” (presente-futuro) representa o futuro próximo da agropecuária brasileira, caracterizado pela integração de tecnologias avançadas, como a inteligência artificial (IA), que promete revolucionar a tomada de decisões com sistemas autônomos e precisos. Esta fase destaca-se pelo desafio do aprofundamento do compromisso com a sustentabilidade, mas com um olhar voltado para a adaptação às mudanças climáticas que já desafiam os métodos tradicionais de produção atualmente.

A IA emerge como elemento central desta transformação, fornecendo ferramentas que permitem análises preditivas e decisões em tempo real, fundamentais para a gestão de recursos naturais e otimização de insumos. Por meio do uso intensivo de modelos de previsão e monitoramento meteorológico, os produtores podem antecipar eventos climáticos extremos, ajustando práticas de cultivo para maximizar a eficiência e minimizar perdas.

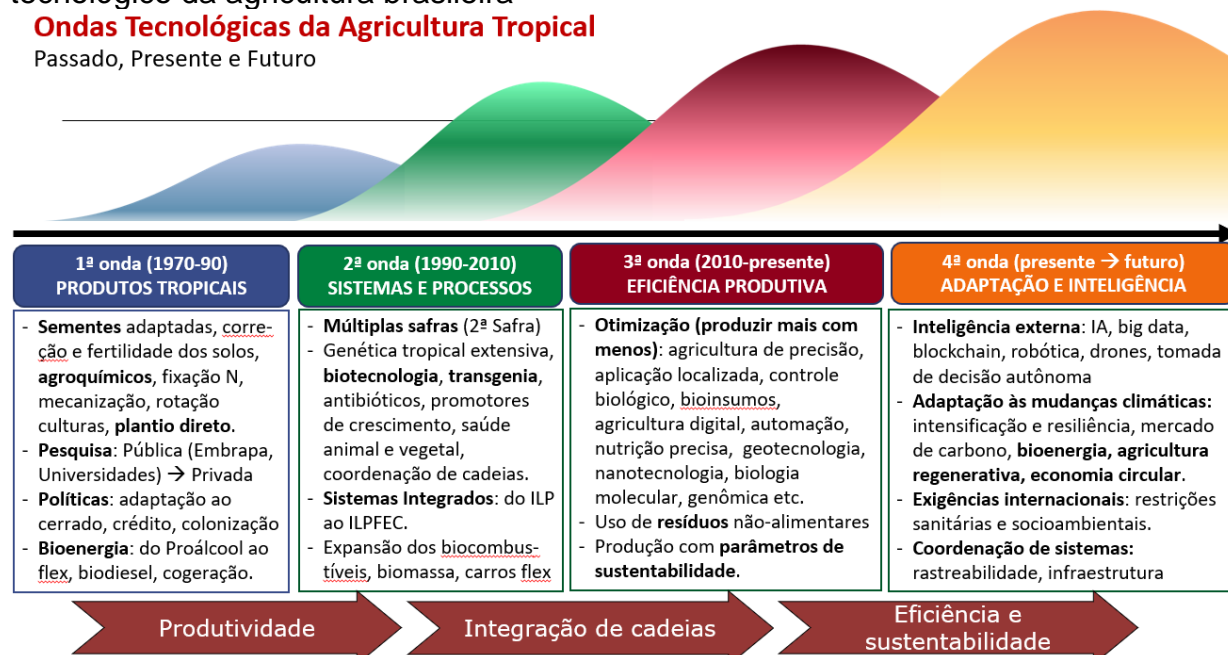
Além disso, esta onda busca consolidar as conquistas anteriores em eficiência produtiva e integração de cadeias, incorporando tecnologias de adaptação que permitem à agricultura resistir e se adaptar à variabilidade climática crescente. Isso inclui o desenvolvimento de culturas mais resilientes a estresses abióticos, sistemas de irrigação inteligentes que respondem às condições ambientais em tempo real, e estratégias de manejo que protegem e revitalizam o solo.

Para garantir a continuidade dos avanços na agropecuária brasileira, é crucial manter o investimento em tecnologia e pesquisa. O papel das universidades, instituições públicas e privadas, é fundamental nesse processo. Outro ponto importante refere-se ao acesso às novas tecnologias, que frequentemente apresentam níveis subótimos de utilização, seja por limitações técnicas, seja por restrições regulatórias ou comerciais — assunto que será melhor tratado adiante).

Apesar dos desafios, o papel das empresas privadas na promoção de tecnologia para o agronegócio é crucial. Elas são responsáveis pela introdução de novas práticas e produtos que transformam a agricultura. Para que o avanço tecnológico seja inclusivo, é necessária uma estratégia integrada que combine a inovação das empresas privadas com políticas públicas que promovam o acesso à capacitação técnica da mão de obra (de propriedades rurais de todos os portes) e ao financiamento adequado.

O fortalecimento e a expansão dessas tecnologias inovadoras demandam atenção especial aos desafios e às oportunidades do cenário de comércio internacional, especialmente em relação à crescente demanda da Ásia e às dinâmicas de protecionismo geopolítico. Essas questões, que serão tratadas em detalhe na próxima seção, influenciam diretamente a capacidade do Brasil de manter sua competitividade e liderança em práticas agrícolas sustentáveis e inovadoras no mercado global.

**Figura 6** – Resumo esquemático das ondas tecnológicas de desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira



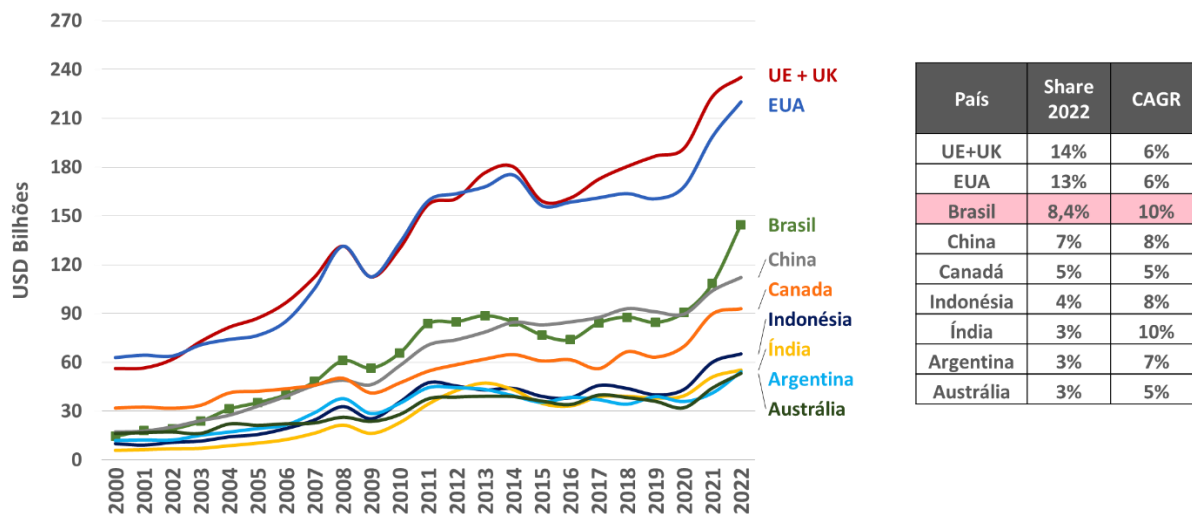
Fonte: Inspers Agro Global com apoio de Aurelio Pavinato (SLC) (2024)

### 3. O papel do agro brasileiro no mundo e novos desafios globais no contexto de segurança alimentar e inovação

Os expressivos ganhos de produtividade impulsionados pela tecnologia geraram excedentes significativos de produtos altamente competitivos no mercado global, projetando o agronegócio brasileiro no mundo. O Brasil vem se consolidando nos últimos anos como o terceiro maior exportador global de produtos do agronegócio – Figura 7.



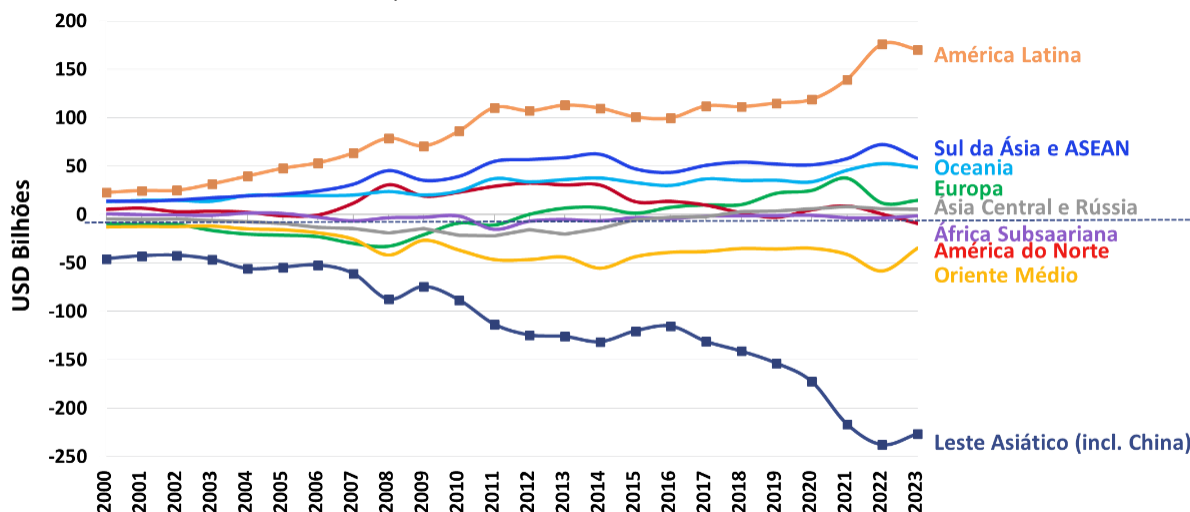
**Figura 7 – Maiores exportadores globais de produtos do agronegócio\* (valores em bilhões de dólares correntes)**



Fonte: Insper Agro Global com base nos dados do Comtrade e Trade Data Monitor (2022). \*Nota: para “produtos do agronegócio” considera-se a definição e lista de produtos da USDA; as exportações da União Européia + Reino Unido consideram apenas o comércio extrabloco.

Essa posição reforça o papel da América Latina como a região do globo mais importante no fornecimento de alimentos ao mundo, capaz de produzir grandes volumes de excedentes exportáveis, compensando o déficit em balança comercial de alimentos que se aprofunda na Ásia, com destaque para a China.

**Figura 8 – Saldos comerciais de produtos alimentares no mundo, por regiões (em bilhões de dólares correntes)**

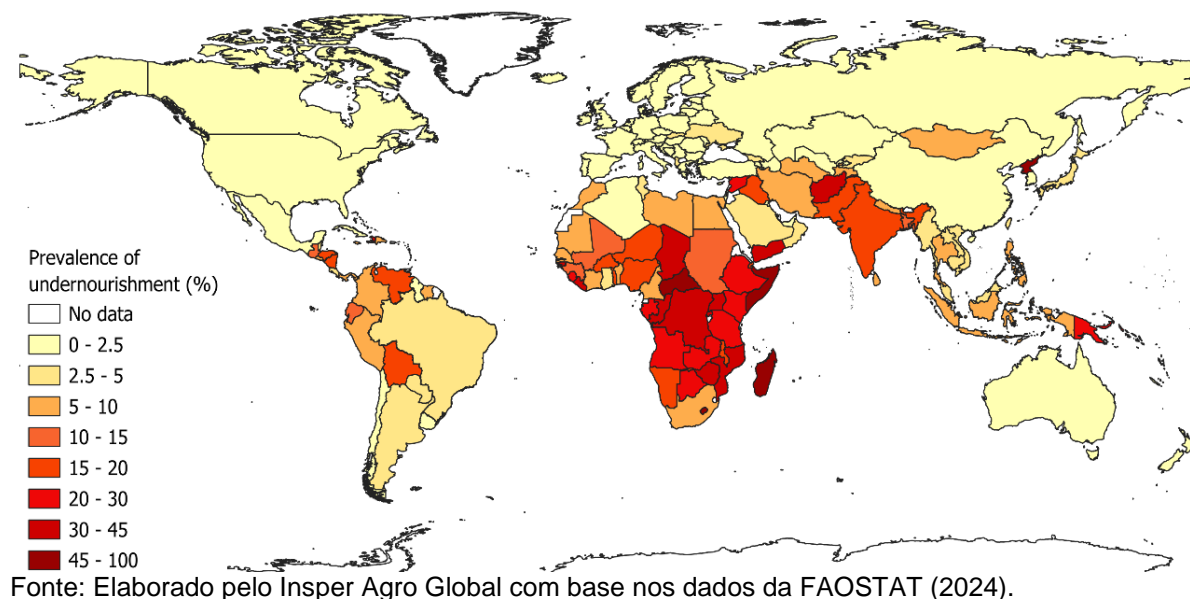


Fonte: Insper Agro Global com base em dados da UN Comtrade e Trade Data Monitor (2024). \*Nota: MENA: Oriente Médio e Norte da África; ECA: Europa e Ásia Central; SSA: África.

O papel do comércio internacional para a segurança alimentar torna-se ainda mais fundamental quando se observa que os países superavitários e deficitários tendem a reforçar suas posições atuais e que não há uma distribuição igualitária de recursos necessários para a produção de alimentos adequados e diversificados em todo o mundo.

No caso da China, por exemplo, a população do país corresponde a cerca de 20% do total da população mundial. Atualmente, a taxa de crescimento populacional chinesa vem se reduzindo, mas os níveis de renda per capita e urbanização do país seguem crescendo, o que pressiona a demanda daquele país por alimentos. Ao mesmo tempo, o gigante asiático concentra apenas 8% das terras aráveis e 5% da água do planeta,<sup>10</sup> fatores que limitam substancialmente a produção agrícola interna e levam o país a uma situação de dependência na área alimentar.<sup>11</sup>

**Figura 9** – Prevalência da população em desnutrição por país, em 2021



Desde a eclosão da pandemia da Covid-19 em 2020, verifica-se globalmente uma escalada da insegurança alimentar, com o mundo atingindo cerca de 735 milhões de pessoas em situação de desnutrição, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.<sup>12</sup> Situações de acirramento geopolítico em várias regiões, como guerras, restrições e disputas comerciais, têm agravado esse contexto, prejudicando os sistemas agroalimentares e gerando alta nos preços dos alimentos, o que ocasiona maiores dificuldades de acesso à nutrição de qualidade para as populações mais vulneráveis do mundo<sup>13</sup>.

Essas questões reforçam ainda mais a necessidade de se obter mais produção de alimentos a menor custo e garantia de acesso. O desafio que se coloca hoje é o agravamento de um processo de “desglobalização”, em um momento de desgovernança global, crise do multilateralismo e disseminação de movimentos protecionistas entre os países, o que dificulta a manutenção dos mercados e a integração global das cadeias alimentares, resultando geralmente em mais elevação de custos ao consumidor final.

Diversos países, em uma tentativa de proteger suas economias locais e garantir abastecimento, têm implementado políticas que limitam o comércio de alimentos. No entanto, o comércio internacional desempenha um papel crucial na

<sup>10</sup> National Bureau of Statistics da China (2024)

<sup>11</sup> Para mais informações, ler o texto [“China: segurança alimentar e crescimento da demanda por alimentos”](#)

<sup>12</sup> FAO (2024)

<sup>13</sup> Para mais informações, ler o texto [“O papel do comércio internacional na segurança alimentar”](#)

segurança alimentar e nutricional mundial ao conectar os sistemas agroalimentares e regiões com déficits e superávits, assim como potencializar a formação de cadeias mais sustentáveis.

Segundo dados da Organização Mundial do Comércio, em 2022 cerca de 10% do comércio global total foi afetado por medidas de restrição à importação, expressivo aumento se comparado a 0,9% registrado pela organização em 2009<sup>14</sup>. A Figura 10 indica o crescimento das restrições ao comércio impostas anualmente no mundo.

**Figura 10** – Número de restrições ao comércio impostas anualmente no mundo



Fonte: Apresentação do Christopher Garman, da Eurásia Group, realizada em 2024 com base em dados da Global Trade Alert e IMF.

O protecionismo chega a atingir também avanços tecnológicos e a evolução interna da produção no país. Barreiras não sanitárias ou técnicas nem sempre seguem padrões puramente científicos e, por vezes, dificultam e limitam a adoção de práticas produtivas mais eficientes. Atualmente, a preocupação de países com a questão ambiental também tem se refletido em um movimento de “protecionismo ambiental”<sup>15</sup>, quando barreiras ambientais são impostas, sem exatamente corresponder a demandas técnicas e científicas. Esse aspecto exige um comportamento cada vez mais estratégico do agronegócio brasileiro em resposta a essas questões — alguns exemplos serão detalhados na próxima seção desse estudo.

#### 4. Iniciativas e respostas estratégicas do agronegócio

A trajetória do agronegócio brasileiro ao longo das últimas décadas evidencia uma integração bem-sucedida de ondas tecnológicas e as respostas relacionadas à demanda externa. Esses avanços tecnológicos têm sido fundamentais para enfrentar questões cruciais, como a necessidade de tornar a agricultura mais sustentável, reduzindo os impactos nos ecossistemas e as emissões de GEE, além de regenerar e manter a saúde dos solos. Outra prioridade corrente é a adaptação às mudanças climáticas, considerando que eventos extremos se tornarão mais frequentes, exigindo

<sup>14</sup> OMC (2022)

<sup>15</sup> Para mais informações, ler [“Reducing agricultural trade barriers in a Sustainable Oriented Path”](#)

modelos preditivos e o uso de ferramentas tecnológica adequadas (como o caso da IA) para tomadas de decisão mais ágeis e eficazes.

O desafio da segurança alimentar permanece central, dado que a demanda global por alimentos continua a crescer enquanto milhões de pessoas ainda enfrentam uma situação de vulnerabilidade alimentar. Nesse cenário, tecnologias capazes de elevar a produtividade da agricultura tropical tornam-se indispensáveis, embora frequentemente enfrentem barreiras comerciais que dificultam sua adoção, especialmente no âmbito da agricultura tropical.

Diante desse cenário, o setor tem respondido de maneira diversa aos desafios apresentados, as quais podem ser agrupadas em dois eixos principais: iniciativas que já alcançaram resultados positivos significativos (êxitos) e aquelas que ainda enfrentam barreiras limitantes ou que ainda são incipientes em relação a resultados (desafios). O quadro a seguir sintetiza algumas dessas respostas do setor, destacando tanto os exemplos de sucesso quanto os desafios ainda enfrentados.

**Quadro 1 – Síntese de êxitos e desafios da agropecuária brasileira**

Êxitos	Desafios
• <b>Demanda qualificada:</b> Boi-China	• <b>Neoprotecionismo:</b> barreiras sanitárias, ambientais, regulatórias, burocráticas.
• <b>Diversificação das culturas:</b> milho, algodão, gergelim, trigo, sorgo, uva, laranja, cacau.	• <b>Comércio:</b> diferenciação e adição de valor nas cadeias produtivas, comunicação estruturada
• <b>Tecnologias tropicais:</b> defensivos, plantio direto, genética/GMOs, bioinsumos	• <b>Suporte ao crescimento:</b> qualificação da mão-de-obra, conectividade no campo, seguro rural
• <b>Segurança Energética:</b> bioenergia (etanol de cana e milho, biodiesel, biometano). No futuro: E2G, SAF, H2	• <b>Demandas ambientais:</b> Mercado de carbono, rastreabilidade total, certificação de produto sustentável (custo/benefício)
• <b>Sistemas Integrados:</b> ILP, ILPF, ILPFEC, etc.	• <b>Questões legais:</b> implementação do Código Florestal, regularização fundiária
• <b>Logística multimodal:</b> ferroviária e hidroviária.	• <b>Financiamento:</b> recursos de longo prazo
• <b>Políticas Públicas:</b> Plano ABC+, RenovAgro e RenovaBio	• <b>Combate à ilegalidade:</b> propriedade intelectual, fiscalização, desmatamento, crime organizado.

Fonte: Elaboração própria

A rápida resposta de atendimento à demanda internacional por produtos agropecuários destaca-se como êxito setorial significativo. O setor demonstra agilidade no atendimento a diversos cenários: incrementos de demanda e alta de preços, exemplificados pela soja em um período de boom de commodities e da guerra comercial EUA e China, com conseqüente elevação da demanda chinesa; expansão de novas culturas emergentes como trigo tropical, sorgo e gergelim; e adequação a demandas específicas de alguns mercados, como o “boi-china”.

Esse último caso merece especial atenção. As relações comerciais entre Brasil e China atingiram um marco histórico em 2023. De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), o comércio bilateral entre os países totalizou US\$ 157,4 bilhões, estabelecendo um recorde. As exportações brasileiras para a China somaram US\$ 104,31 bilhões, representando um crescimento de 16,6% em relação a 2022. Com isso, a China se consolidou como o principal

parceiro comercial do Brasil, sendo responsável por 30,7% das exportações brasileiras em 2023, um aumento expressivo em comparação aos 26,8% registrados no ano anterior.

Nesse cenário de fortalecimento das relações de comércio, o setor de carne bovina foi um dos maiores beneficiados, registrando um crescimento de 24% entre 2000 e 2023. Em 2023, a China foi responsável por cerca de 52% das exportações brasileiras de carne bovina, consolidando-se como o maior importador desse produto.

A crescente demanda chinesa por carne bovina brasileira não apenas impulsionou as exportações, mas também trouxe a modernização do setor como uma externalidade positiva para o Brasil. Esse avanço ocorreu com o desenvolvimento do chamado “boi-china”, padrão produtivo estabelecido para atender às especificações do mercado chinês por proteína de maior qualidade, estimulando o Brasil a desenvolver produtos de valor agregado superior. O quadro 2 resume os seis requisitos principais exigidos pela China para importação de carne brasileira em protocolo assinado em 2004 — que criou uma espécie de barreira técnica no comércio com o país asiático.

**Quadro 2** - Pré-requisitos gerais para exportação de carne bovina para a China

<b>Requisito</b>	<b>Detalhes</b>
Rastreabilidade completa	Sistema que garante a identificação do bovino desde o nascimento até o abate.
Conformidade das fazendas	As fazendas devem: - Não ter registros de Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) ou ligação a casos da doença, conforme a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). - Estar livres de doenças como estomatite vesicular nos últimos 6 meses. - Não estar sob restrições de quarentena veterinária nos 12 meses anteriores.
Regulamentação da alimentação	Proibida a alimentação de ruminantes com proteínas de origem animal, exceto leite e derivados autorizados.
Idade máxima de abate	O gado deve ter menos de 30 meses de idade na data do abate.
Inspeção sanitária rigorosa	Inspeções ante-mortem (antes do abate) e post-mortem (após o abate) devem confirmar a ausência de tuberculose, brucelose e outras lesões.
Plano de controle de resíduos e contaminantes	Monitoramento para garantir que a carne não contenha resíduos químicos acima dos limites estabelecidos.

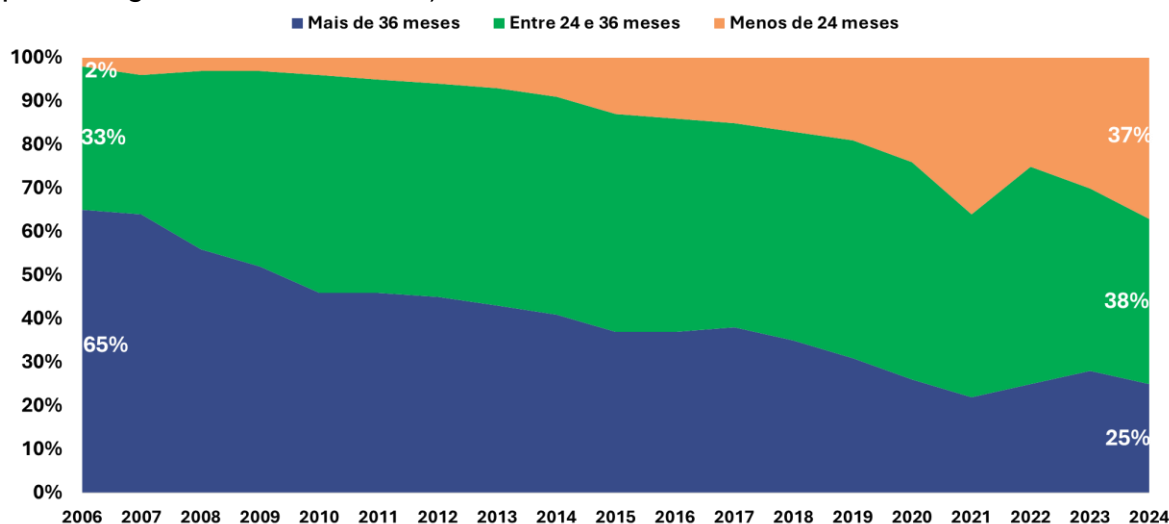
Fonte: Elaboração própria baseado em Brasil-China (2004)

Essencial mencionar que essa série de requisitos foi acompanhada de uma maior remuneração paga pela carne exportada para a China que atendesse tais requisitos. O fator “remuneração” (cerca 20% superior) garantiu a viabilidade da adoção dos requisitos no início. Embora o “boi-china” continue sendo economicamente vantajoso para o produtor, o prêmio médio (real) de preço associado a esse padrão se reduziu consideravelmente, estando atualmente em valor mais próximo ao preço médio comum para o resto do mundo. Mesmo com essa redução, a alta demanda do mercado chinês permanece como um importante estímulo

econômico para a adoção dos requisitos, além das vantagens adicionais a esse modelo de produção.

A remuneração maior se deve também à qualidade superior da carne de animais abatidos mais jovens. A redução da idade de abate (para menos de 30 meses) é um dos requisitos fundamentais que explica em grande parte o sucesso do “boi-china”. Entretanto, para que o processo de engorda e abate fosse possível nesse menor prazo, foi necessária uma adequação tecnológica. Além de um pasto mais bem manejado e intensificado (oferecendo mais alimento durante o ciclo de engorda do boi), foi preciso adotar raças de bovinos mais intensivas no processo de engorda (cruzas industriais), proporcionando um processo de engorda mais acelerado, o que permitiu o abate de gado mais jovem. Essas ações resultaram na produção de uma carne de maior valor agregado, mais adequada ao paladar chins, com maior marmoreio. Diante desse contexto, observa-se que um dos principais estados brasileiros produtores de gado já apresenta avanços na redução da idade de abate. Segundo estimativas do IMEA (2024), o percentual de bovinos abatidos com mais de 36 meses no Mato Grosso caiu de 65% do total do rebanho em 2006 para 25% em 2024.

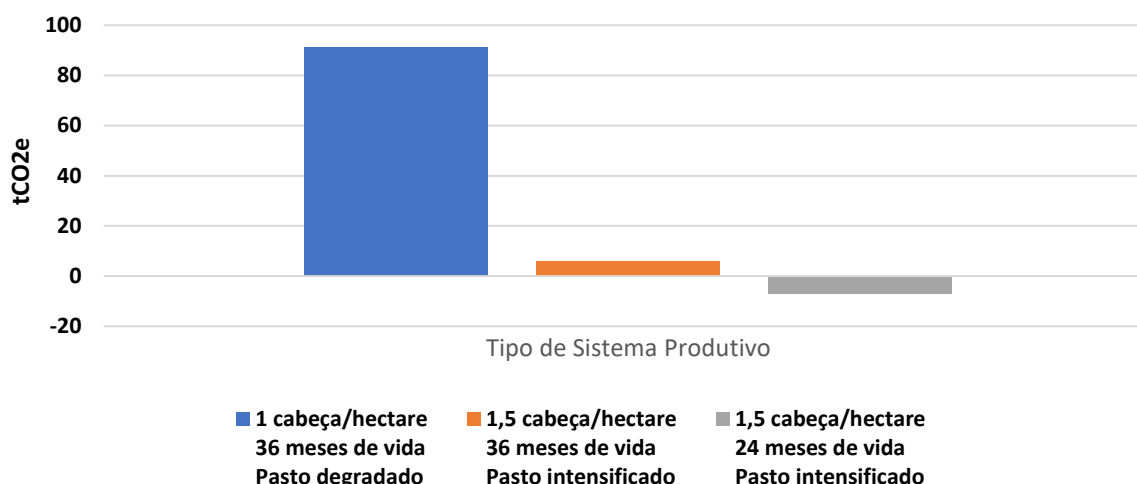
**Figura 12** - Proporção da idade de abate de bovinos no Mato Grosso (em porcentagem, de 2006 a 2024)



Fonte: Imea (2024). \*Nota: para 2024 foram utilizados dados disponíveis até novembro de 2024.

Esse limite etário bovino para abate, estabelecido como pré-requisito pelo protocolo entre Brasil e China, promoveu como externalidade maior eficiência produtiva. Houve implicações ambientais significativas, uma vez que bovinos abatidos mais jovens demandam menor tempo de alimentação e manejo, resultando em menor emissão de metano por quilograma de carne produzida — um dos principais GEE associados à pecuária. Adicionalmente, para que esses animais possam ter um tempo de engorda encurtado, se observa que as pastagens dessas propriedades devem ser mais bem manejadas. Diante desse contexto, um estudo desenvolvido pela FGV (2024) demonstrou que a produção de carne com bois abatidos em 24 meses e criados em pastagens bem manejadas chegam a ter capacidade de capturar carbono no lugar de emitir.

**Figura 13** – Emissão (tCO<sub>2</sub>e) da carne bovina brasileira por tipo de sistema produtivo



Fonte: Elaboração própria baseado em Bastos (2024) com dados da IV Comunicação Nacional de Emissões de GEE (documento oficial)

O “boi-china” se configura como um caso em que uma barreira comercial resultou em benefícios para a cadeia produtiva do país exportador. No entanto, esse é quase um caso atípico. As restrições, em geral, geram perdas e ineficiências — reais ou potenciais.

Conforme destacado anteriormente, o uso de defensivos agrícolas, organismos geneticamente modificados (OGMs) e bioinsumo transformaram a agricultura tropical brasileira. O emprego de pesticidas, sementes e produtos adequados às condições brasileiras (onde a alta umidade e as temperaturas favorecem a proliferação de pragas e doenças) são essenciais para a existência de múltiplas safras ou realização de práticas conservacionistas de cultivo com ganhos de eficiência<sup>16</sup>. Da mesma forma, os OGMs possibilitaram o desenvolvimento de variedades mais resistentes e adaptadas às condições locais, reduzindo a dependência de insumos químicos e ampliando a eficiência produtiva<sup>17</sup>. Já os bioinsumos, alinhados às práticas de manejo sustentável, têm promovido soluções biológicas para nutrição vegetal e controle de pragas, contribuindo para a mitigação de impactos ambientais e a redução de resíduos químicos nos alimentos<sup>18</sup>. O quadro 3 resume os ganhos de cada um desses elementos em práticas agrícolas.

<sup>16</sup> MARTINS (2021)

<sup>17</sup> CROPLIFE (2023)

<sup>18</sup> FGV (2024)

**Quadro 3 – Resumo de benefícios no uso de tecnologias agrícolas**

<b>Tecnologia</b>	<b>Benefícios</b>	<b>Ganhos em Produtividade - Dados</b>
<b>Defensivos Agrícolas</b>	Aumento significativo da produtividade ao proteger culturas contra pragas e doenças, principalmente em condições tropicais adversas.	Estima-se que a ausência desses insumos poderia resultar em uma redução de 35% a 40% na produção mundial de alimentos, acompanhada de um aumento significativo nos custos alimentares (Elgueta et al., 2021). Quando utilizados de forma eficiente, esses insumos podem proporcionar ganhos de até 50% na produtividade de determinadas culturas (MARTINS, 2021, p. 15).
<b>Organismos Geneticamente Modificados (OGMs)</b>	Resistência a pragas e herbicidas, aumento da produtividade média por hectare e redução de custos operacionais associados ao controle de pragas.	O uso de OGM, em 25 anos no Brasil, apresentou resultados significativos. No caso da soja, enquanto a produção aumentou quase 300%, a área cultivada expandiu apenas 170%. Para o milho, a produção registrou um crescimento de 75%, enquanto a área aumentou modestos 18%. Já no algodão, a produção foi incrementada em 23%, com uma expansão de área de apenas 7,5%. Esses dados evidenciam como a biotecnologia contribui para ganhos expressivos de produtividade, otimizando o uso de recursos agrícolas (CROPLIFE BRASIL, 2023, p. 12).
<b>Bioinsumos</b>	Redução do uso de insumos químicos, melhora na saúde do solo, aumento da eficiência no uso de nutrientes e estímulo ao crescimento vegetal.	Estudos apontam que o uso de bioinsumos pode aumentar a produtividade agrícola e reduzir emissões, promovendo práticas sustentáveis e economicamente viáveis (CIGANSKI et al., 2024). Na cultura da cana-de-açúcar, o bioinsumo Omsugo ECO, desenvolvido pela Embrapa e Corteva, demonstrou um aumento de até 20% na produtividade, mesmo com a redução de 50% da adubação fosfatada. Testes registraram ganhos médios de 12 toneladas por hectare, destacando sua eficácia em melhorar a disponibilidade de fósforo para as plantas e otimizar o uso de nutrientes (EMBRAPA, 2022).

Fonte: Elaboração própria

Entretanto, em alguns mercados, a adoção dessas tecnologias na produção de alimentos enfrenta barreiras técnicas significativas, com processos de aprovação morosos e ineficientes que dificultam a adoção de tecnologias e produtos mais avançados. Tais restrições incluem proibições de exportação ou processos regulatórios prolongados e complexos, frequentemente fundamentados na preocupação com a inocuidade alimentar, que exige garantias de que os alimentos sejam seguros para o consumo humano e ambientalmente sustentáveis.<sup>19</sup>

A inocuidade alimentar refere-se à garantia de que os alimentos não apresentem riscos à saúde devido à contaminação física, química ou biológica em nenhuma etapa da cadeia de produção, processamento, armazenamento ou distribuição.

Além das preocupações com a inocuidade alimentar, diversas barreiras técnicas fundamentam-se em questões relacionadas à sustentabilidade ecossistêmica. Tais restrições incluem os perigos intrínsecos, como a contaminação

<sup>19</sup> HERMIDA et al. (2015) e MARTINS (2021).



de solos e águas superficiais causada pelo uso inadequado de defensivos agrícolas, o impacto potencial em organismos não-alvo associado aos OGMs e a introdução de micro-organismos exóticos devido ao uso de bioinsumos.

Embora o objetivo declarado dos países que adotam essas barreiras técnicas seja a proteção da saúde humana e da sustentabilidade ecossistêmica, muitas vezes elas são utilizadas como ferramentas de protecionismo econômico (nanoprotecionismo). Países importadores impõem regulamentações desproporcionalmente rígidas, que dificultam a entrada de produtos agrícolas competitivos, protegendo seus mercados internos e desestimulando a adoção de tecnologias inovadoras nos países exportadores<sup>20</sup>.

Segundo agentes de mercado consultados para o presente estudo,<sup>21</sup> as práticas protecionistas no setor manifestam-se principalmente nos extensos processos regulatórios para liberação de novos insumos e produtos agrícolas com GMO, bem como na definição de Limites Máximos de Resíduos (LMRs) de defensivos agrícolas incompatíveis com a realidade da agricultura tropical. Alguns países estabelecem padrões extremamente restritivos e morosos, inviabilizando, em alguns casos, o uso de tecnologias mais avançadas de produção. Tais medidas constituem barreiras não tarifárias que, sob o pretexto de segurança do alimento, funcionam efetivamente como mecanismos de exclusão no comércio internacional.<sup>22</sup>

As barreiras são particularmente evidentes no caso dos OGMs. Em alguns mercados, como a China, o tempo médio para o processo de avaliação de biossegurança e aprovação de novas variedades em alguns mercados pode superar nove anos, mesmo quando essas tecnologias já foram amplamente testadas e liberadas em outros países. Em contraste, no Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) tem prazo médio de aprovação de cerca de 1 ano. Essa disparidade pode não apenas resultar em perdas devido a menor produtividade potencial no campo (sem o uso de tecnologias), mas também na necessidade de maior uso de insumos na produção, elevando custos e impactos ambientais. Agentes de mercado, ligados ao setor produtivo, relatam que a demora na aprovação de novos desenvolvimentos em OGMs pode resultar na necessidade de aplicação de até 6 vezes mais pesticidas em lavouras (reaplicações), dado o prazo de eficiência perdido ao longo do tempo e a necessidade de renovação — resultando em elevação de custos com o maior uso de insumos, compactação ou revolvimento do solo, maior uso de agroquímicos e impacto ambiental, entre outras questões que poderiam ser evitadas com a celeridade, padronização e sincronidades nos processos de aprovação.

No caso dos bioinsumos, que de modo geral representam uma alternativa considerada mais sustentável e alinhada às exigências ambientais globais, há desafios regulatórios, nacionais e globais, sendo urgente o desenvolvimento de um novo marco regulatório para essa tecnologia, que seja específico para bioinsumos, incentivando a inovação e garantindo segurança jurídica, além do estabelecimento de regras claras para o registro de bioinsumos, levando em consideração sua origem, e não apenas sua função. A falta de harmonização nos padrões de registro e validação

<sup>20</sup> IOPPI; VIEIRA; GONÇALVES, 2020; MARTINS, 2021.

<sup>21</sup> Para o desenvolvimento desse presente estudo foram consultados agentes que atuam no setor em empresas privadas) e agentes públicos relacionados a área. Todos responderam às perguntas encaminhadas, com a garantia de anonimato.

<sup>22</sup> HERMIDA et al. (2015); FAO (2012).

científica entre países cria barreiras significativas, elevando os custos e desestimulando a adoção de práticas mais adequadas em larga escala<sup>23</sup>.

Outro aspecto que deve ser considerado é que a agricultura tropical, como a praticada no Brasil, apresenta características únicas que demandam tipos e quantidades diferenciadas de insumos agrícolas. Condições climáticas como altas temperaturas e umidade constante favorecem a proliferação de pragas e doenças, exigindo uso mais intenso de defensivos agrícolas e outros insumos para manter a produtividade. No entanto, essas particularidades frequentemente são desconsideradas nas regulamentações internacionais, que utilizam padrões inadequados para avaliar os limites de resíduos e os impactos ambientais desses insumos em regiões tropicais.<sup>24</sup>

Os desafios na implementação de novas tecnologias no campo transcendem as questões de acesso a mercados. No âmbito interno, persistem desafios relacionados à capacitação e disponibilidade de mão de obra qualificada nas fazendas. Em muitos casos, a falta de treinamento adequado impede o uso eficiente e seguro dos insumos agrícolas, comprometendo não apenas a produtividade, mas também a saúde humana e ecossistêmica. A aplicação incorreta de defensivos agrícolas, por exemplo, pode resultar em contaminação ambiental, exposição desnecessária de trabalhadores e desperdício de recursos. Avançar na qualificação de profissionais no campo é um passo crucial para garantir que as tecnologias sejam utilizadas de forma responsável e alinhada com os objetivos de sustentabilidade e segurança alimentar.

As emergentes demandas ambientais, como rastreabilidade total, técnicas menos emissivas ou a habilitação para atuar no mercado de carbono, frequentemente impõem altos custos de implementação — sem adequada compensação pelo mercado. Apesar dos avanços tecnológicos, persiste o desafio de equilibrar sustentabilidade e viabilidade econômica, especialmente nas cadeias produtivas voltadas para exportação, com a criação de mecanismos de incentivo ao produtor.

Questões legais nessa área, como a implementação do Código Florestal e de um novo marco regulatório de bioinsumos, são fundamentais para consolidar práticas agrícolas modernas. No entanto, a morosidade e a resistência regulatória dificultam a aplicação efetiva dessas políticas, limitando os benefícios das inovações tecnológicas.

As ilegalidades, incluindo desde a pirataria de insumos até o desmatamento e crimes fundiários, representam uma ameaça ao desenvolvimento sustentável do setor. O fortalecimento das instituições e a fiscalização eficiente são indispensáveis para coibir práticas que prejudicam a reputação e a competitividade do agronegócio brasileiro.

## 5. Considerações finais

A evolução do agronegócio brasileiro foi marcada por estímulos de demanda interna e externa que ajudaram a elevar o patamar de produção no país. Hoje, o setor enfrenta um cenário caracterizado por alta competitividade, questões geopolíticas emergentes e barreiras ao livre mercado (protecionismo), que geram novas restrições com impactos diferenciados nas diversas cadeias produtivas do agro.

<sup>23</sup> FGV (2024)

<sup>24</sup> MARTINS (2021) e HERMIDA et al. (2015).

Há questões recentes que trouxeram resultados positivos, como evidenciado no caso do “boi-china”. Já outras vêm repercutindo negativamente, como o nanoprotecionismo envolvendo a aprovação de novos OGMs, defensivos ou pressões ambientais que desconsideram características da produção brasileira e da agricultura tropical. Em comum, tanto ao longo da história quanto nos casos mais recentes destacados, identifica-se que existem saltos de evolução tecnológica e produtiva sempre quando se adotam mecanismos de incentivo adequados e preferencialmente de mercado, com remuneração adequada ou financiamento a produtores interessados — estímulos que podem ser originados de políticas públicas e/ou privadas. Em contrapartida, restrições arbitrárias (técnicas ou ambientais) e entraves burocráticos que criam barreiras ao comércio internacional tendem a gerar ineficiências e limitar a adoção de tecnologias mais modernas.

A demanda global por alimentos manterá sua trajetória ascendente, intensificando a pressão por maior disponibilidade de alimentos, produzidos a baixo custo e de maneira sustentável. A combinação de inovação tecnológica e mercados abertos favorece o funcionamento eficiente das cadeias produtivas globais, ampliando tanto as possibilidades de oferta quanto o acesso aos alimentos, particularmente nos países em desenvolvimento. Nesse contexto, o aumento das restrições comerciais pode representar um risco à segurança alimentar se implementado sem uma análise criteriosa de suas externalidades nos fluxos comerciais globais.

## Referências Bibliográficas

BASTOS, Guilherme S. Pegada de carbono da carne bovina brasileira: estudo preliminar. Apresentado na Climate Week São Paulo, promovida pelo Itaú, 2024. Fundação Getúlio Vargas (FGV).

BARROS, G. S. C. O agronegócio brasileiro no pós-guerra mundial: processo de transformação e resultados. In: BARROS, G. S. C.; NAVARRO, Z. O Brasil rural contemporâneo: interpretações. 1ª ed. São Paulo: ed. Baraúna, 2022.

BEEFPOINT. China exige rastreabilidade completa para carne bovina brasileira, 2024. Disponível em: <https://beefpoint.com.br/china-exige-rastreabilidade-completa-para-carne-bovina-brasileira/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

BRASIL. República Popular da China – Ministério das Relações Exteriores. Ministério das Relações Exteriores, Brasília, 01 jul. 2014. Atualizado em: 10 dez. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/relacoes-bilaterais/todos-os-paises/republica-popular-da-china>. Acesso em: 9 jan. 2025.

CIGANSKI, Fernanda Lisbinski; FERRAZ, Leonardo; BURNQUIST, Heloisa Lee. Bioinsumos na produção de cana-de-açúcar: um caminho sustentável e econômico? Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA-ESALQ/USP. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/bioinsumos-na-producao-de-cana-de-acucar-um-caminho-sustentavel-e-economico.aspx>. Acesso em: 11 dez. 2024.

CHINA-BRASIL. Protocolo entre a AQSIQ e MAPA em relação às condições de quarentena e sanitárias veterinárias da carne bovina a ser exportada do Brasil para a China, 2004. Disponível em: [https://www.cebc.org.br/sites/default/files/protocolo\\_entre\\_aqsiq\\_e\\_mapa\\_em\\_relacao\\_as\\_condicoes\\_de\\_quarentena\\_e\\_sanitarias\\_veterinarias\\_da\\_carne\\_bovina\\_a\\_ser\\_exportada\\_do\\_brasil\\_para\\_a\\_china.pdf](https://www.cebc.org.br/sites/default/files/protocolo_entre_aqsiq_e_mapa_em_relacao_as_condicoes_de_quarentena_e_sanitarias_veterinarias_da_carne_bovina_a_ser_exportada_do_brasil_para_a_china.pdf). Acesso em: 17 set. 2024.

EMBRAPA. Novo bioinsumo aumenta em até 20% a produtividade da cana-de-açúcar. 20 dez. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-geral/-/busca/relacionados/noticia/77086074/produto-servico>. Acesso em: 11 dez. 2024.

FGV - Fundação Getúlio Vargas. Diretrizes para um Plano Setorial Bioinsumos: Ações para o Avanço do Mercado de Bioinsumos até 2030. 2024. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/wp-content/uploads/2024/12/Diretrizes-para-um-Plano-Setorial-Bioinsumos-Acoes-para-o-Avanco-do-Mercado-de-Bioinsumos.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2024.

GILIO, L.; CASTRO, N. R. A essencialidade das exportações no crescimento da agropecuária. In: PEDROSO, M. T. M.; BRISOLA, M. V.; NAVARRO, Z. O Brasil rural: novas interpretações. 1ª ed. São Paulo: Ed. Baraúna. 2024. 520p.

HERMIDA, C.; PELAEZ, V.; SILVA, L. Limites de resíduos de defensivos agrícolas e barreiras técnicas comerciais. *Agroalimentaria*, v. 21, n. 41, p. 151-170, 201.

IOPPI, F. S.; VIEIRA, G. B. B.; GONÇALVES, R. B. Barreiras técnicas como protecionismo: percepção dos exportadores de vinhos brasileiros. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, DF, v. XXIX, n. 1, p. 6-20, jan./fev./mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa pecuária municipal (PPM). 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html> Acesso em 8 de dezembro de 2024.

JANK, M. S.; GUO, Pei; MIRANDA, S. H. G. de (orgs.). China-Brazil partnership on agriculture and food security. Piracicaba: ESALQ/USP, 2020. Disponível em: <https://agro.insper.edu.br/storage/books/March2023/o0lmjT6f1NheE0PPTjWu.pdf>. Acesso em: 17 set. 2024.

LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (LAPIG). Atlas das pastagens brasileiras. 2024. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/> Acesso em 8 de dezembro de 2024.

MARTINS, M. M. V. Dilemas no uso de defensivos agrícolas: diferenças nas práticas e políticas ligadas aos limites máximos de resíduos. Nota Técnica no 37, DINTE, IPEA, 2021.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E AGRICULTURA FAMILIAR (MDA). MDA destina R\$ 26,5 milhões para fortalecer a rede pública de assistência técnica e extensão rural. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/noticias/2024/01/mda-destina-r-26-5-milhoes-para-fortalecer-a-rede-publica-de-assistencia-tecnica-e-extensao-rural>. Acesso em: 17 set. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). Scientific review of the impact of climate change on plant pests. Rome: FAO, 2012.

VILARINO, Cleyton. China vai exigir rastreio total da cadeia do boi. *Globo Rural*, Cuiabá (MT), 2024. Disponível em: <https://globorural.globo.com/sustentabilidade/noticia/2024/10/china-vai-exigir-rastreio-total-da-cadeia-do-boi.ghtml>. Acesso em: 5 nov. 2024.

SILVA, Desiree Nathaly Lima da; NUNES, Gabrielly Pereira; SANTIAGO, Vanessa da Silva; FREITAS, Francisca Marta Nascimento de Oliveira; FERREIRA, José Carlos de Sales. Alimentos transgênicos: impactos na saúde humana e ambiental. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, e494111436511, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36511>. Acesso em: 26 nov. 2024.

VIEIRA FILHO, J.E.R. E VIEIRA, A.C.P., A inovação na agropecuária brasileira: uma reflexão a partir da análise dos certificados de proteção de cultivares. Texto para Discussão 1866, Brasília, IPEA, 2013

Publicação: 10 de dezembro de 2024

**Expediente**

INSPER – Centro de Agronegócio Global

**Coordenação Geral**

Marcos Sawaya Jank

**Pesquisadores**

Gabriela Mota da Cruz

Cinthia Cabral da Costa(Embrapa Instrumentação)

Victor Martins Cardoso

Lorena Liz Giusti e Santos

Leandro Gilio\*

Lirya Pioli

Beatriz Emi Ueda

**Apoiadores institucionais**

