



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO DELTA DO PARNAÍBA - UFDPAr
CAMPUS MINISTRO REIS VELLOSO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

CONSUELA PEREIRA VERAS

**TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS E SEUS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE E
SUSTENTABILIDADE DA SOJA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL
DAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR**

Parnaíba - PI
2025

CONSUELA PEREIRA VERAS

**TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS E SEUS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE E
SUSTENTABILIDADE DA SOJA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL
DAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Econômicas da Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr, em cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Dr. Prof. Tiago Sayão Rosa

Parnaíba - PI
2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Delta do Parnaíba

A473t Veras, Consuela Pereira

Tecnologias agrícolas e seus impactos na produtividade e sustentabilidade da soja brasileira: uma análise documental das cadeias globais de valor [recurso eletrônico] / Consuela Pereira Veras. – 2025.

39 p.

TCC (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Delta do Parnaíba, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Tiago Sayão Rosa.

1. Soja. 2. Tecnologias agrícolas. 3. Cadeias globais de valor. 4. Sustentabilidade. I. Rosa, Tiago Sayão. II. Título.

CDD: 330

CONSUELA PEREIRA VERAS

**TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS E SEUS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE E
SUSTENTABILIDADE DA SOJA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DOCUMENTAL
DAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR**

Monografia apresentada como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr), Campus Ministro Reis Velloso, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Tiago Sayão Rosa

Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr
(Orientador)

Prof. Dr. Fabio Junior Clemente Gama

Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr

Profa. Me. Veras Lúcia dos Santos Costa

Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me fortalecer diariamente, iluminar meus caminhos e me sustentar em cada etapa desta jornada. À minha mãe Elizangela que vem sendo pai e mãe desde a perda do meu pai, dedico minha profunda gratidão pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por ser meu exemplo de força e perseverança.

Estendo meus agradecimentos à minha família, que sempre acreditou em mim e me ofereceu suporte, carinho e compreensão. Aos meus amigos de longa data Kilvia, Emanuely, Felipe, Bianca e Gabriela que estão comigo desde o ensino fundamental, vivenciando o ensino médio e a graduação mesmo que em cursos diferentes, agradeço pela amizade sincera, pelo companheirismo e por estarem presentes nos momentos mais importantes, tornando o caminho mais leve. Aos amigos que a universidade me presenteou Ana Clara, Carla, Elber, Rafael e Kayllane sou grata pelas risadas, pelas trocas de conhecimento, pelas horas de estudos compartilhadas, noites de vinhos e por toda a parceria ao longo desses anos.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha formação, compartilhando conhecimento, orientação e incentivo ao longo da graduação. Cada ensinamento contribuiu de maneira significativa para minha trajetória acadêmica e pessoal. Manifesto ainda minha gratidão à banca avaliadora, que gentilmente aceitou participar deste momento tão importante, dedicando tempo, atenção e contribuições valiosas para o aprimoramento deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho analisa como as tecnologias agrícolas têm influenciado a produtividade e a sustentabilidade da soja brasileira, considerando sua inserção nas Cadeias Globais de Valor. A pesquisa mostra que o avanço de inovações como agricultura de precisão, melhoramento genético, bioinsumos e tropicalização de insumos foi determinante para o desempenho recorde da produção em 2023. Além disso, evidencia-se que exigências internacionais, especialmente da China e da União Europeia, intensificaram a adoção de práticas sustentáveis e sistemas de rastreabilidade na cadeia. Os resultados apontam que o Brasil mantém forte liderança global, mas enfrenta o desafio de avançar para elos de maior valor agregado e fortalecer sua posição estratégica na indústria e na biotecnologia.

Palavras chave: Soja; Tecnologias agrícolas; Cadeias Globais de Valor; Sustentabilidade; Produtividade.

Acrescentas exigencias,

ABSTRACT

This study analyzes how agricultural technologies have influenced the productivity and sustainability of Brazilian soybeans, considering their integration into global value chains. The research shows that advancements in innovations such as precision agriculture, genetic improvement, bio-inputs, and the adaptation of inputs to tropical conditions were crucial for the record production performance in 2023. Furthermore, it highlights that international demands, especially from China and the European Union, have intensified the adoption of sustainable practices and traceability systems in the supply chain. The results indicate that Brazil maintains strong global leadership but faces the challenge of advancing towards higher value-added links and strengthening its strategic position in industry and biotechnology.

Keywords: Soy; Agricultural technologies; Global value chains; Sustainability; Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Evolução anual – Brasil Soja (Mil Reais).....	21
Gráfico 2 - valor de produção (Mil Reais), 2023.....	22
Gráfico 3 - Quantidade produzida (Toneladas), 2023.....	23
Gráfico 4- Área plantada / produção nacional de 2020 á 2025.....	24
Gráfico 5 - Produção física industrial por seções industriais (Índice de base fixa com ajuste sazonal (base: média de 2022 = 100)), janeiro 2002 - maio 2025.....	25
Figura 1- Importância dos cinco principais parceiros comerciais nas vendas externas dos produtos do complexo da soja e do milho em grão em 2023, resultado acumulado de janeiro até dezembro, de acordo com participação no faturamento em dólar.....	26
Tabela1- Exportações Brasileiras de Soja - Valor em US\$ FOB Milhões, Quantidade em Milhões de Toneladas e Preço em US\$ por Tonelada.....	27
Especificar o periodo, produção,	

LISTA DE SIGLAS

ADM	Archer Daniels Midland
BASF	Fábrica de Anilina e Soda de Baden
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CAS	Academia Chinesa de Ciências
Cepea	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CGVs	Cadeias Globais de Valor
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUDR	Regulamento Europeu Antidesmatamento
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FIOL	Ferrovia de Integração Oeste-Leste
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDC	Louis Dreyfus Company
MAPA	Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura e Pecuária
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAM	Produção Agrícola Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
VBP	O Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEORICO	16
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 Dados.....	21
3.1.1 Produção	21
3.1.2 Indústria.....	23
3.1.3 Comércio	24
3.1.4 Pesquisa e Desenvolvimento P&D	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1 Escopo Geográfico	28
4.1.1 Importância da China.....	28
4.1.2 Papel das tradings multinacionais.....	28
4.1.3 Estados como players estratégicos	28
4.2 Implicações para a integração nas cadeias globais de valor	29
4.3 Análise do Contexto Institucional da Cadeia Global de Valor da Soja em 2023	29
4.4 Análise da produção de soja em 2023 e sua relação com as novas tecnologias	31
4.5 Análise da indústria da soja em 2023 com foco na adoção de sustentabilidade	32
5. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos principais *players* globais no agronegócio, tendo sua posição como líder na produção e exportação de commodities agrícolas, como soja, milho, cana-de-açúcar e café. O Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária no ano de 2024 atingiu R\$ 1,273 trilhões conforme dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Desse montante, R\$ 425,71 bilhões (33,42%) correspondem à produção pecuária, enquanto R\$ 848,03 bilhões (66,58%) são provenientes das lavouras. Dentre os principais produtos agrícolas, destacam-se a soja (23,65%), o milho e cana de açúcar (9,89% cada um) e o café (6,26%). Essa liderança consolidada se deve à combinação de fatores como a abundância de recursos naturais, clima favorável. Extensas áreas de cultivo e crescente adoção de tecnologias no campo. Entretanto o setor enfrenta desafios, especialmente em um cenário marcado por transformações tecnológicas aceleradas e a intensificação da competição nas Cadeias Globais de Valor (CGVs).

As Cadeias Globais de Valor (CGVs) referem-se ao conjunto de processos produtivos e atividades interconectadas que envolvem empresas e países ao redor do mundo, com foco na criação de valor por meio de produção e distribuição de bens e serviços. Neste sistema, as etapas de produção, desde sua concepção até sua comercialização, são distribuídas por diversos países por diferentes países, aproveitando vantagens comparativas como custos de produção mais baixos ou maior especialização. Como as CGVs têm se intensificado com a globalização e os avanços tecnológicos, exigindo das empresas uma adaptação constante para manter sua competitividade no mercado internacional.

No agronegócio, essa dinâmica é especialmente relevante, pois os produtos agrícolas e alimentares precisam atender aos padrões globais, ao mesmo tempo em que os produtores enfrentam pressão de inovação, eficiência e sustentabilidade para se manterem competitivo. Nas últimas décadas com acordos entre Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Fábrica de Anilina e Soda de Baden (BASF), para um aumento da produção do agronegócio brasileiro e da soja, tanto no Brasil como no mundo, tem apresentado um crescimento contínuo e diferenciado, que pode ser atribuído a fatores que afetam diversos aspectos, sobretudo aqueles de natureza tecnológica e mercadológica.

Além de que a origem de expansão das CGVs está ligadas ao processo de globalização da economia, assim como ao desenvolvimento às aplicações das tecnologias. As CGVs acabaram se tornando uma rede complexas, multiníveis, que alavanca as vantagens de custos baixos e flexibilidade espacial. Essa complexidade veio a cobrar seu preço, como eventos não previstos, a partir da crise financeira de 2008, com as críticas e resistências à globalização, as

CGV passaram a uma posição ainda mais delicada.

Sendo um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo, o Brasil enfrenta desafios significativos para manter e expandir sua competitividade nas Cadeias Globais de Valor (CGVs). Entre esses desafios, destacam-se a necessidade de incorporar inovações tecnológicas ao processo produtivo, atender às crescentes exigências de sustentabilidade ambiental e social. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar como o uso de tecnologias agrícolas tem influenciado a produtividade e a sustentabilidade da produção de soja no Brasil. Para alcançar esse propósito, busca-se identificar as principais tecnologias utilizadas na produção de soja nos últimos anos, avaliar seus impactos sobre a produtividade e a eficiência do cultivo e investigar de que forma essas inovações têm contribuído para práticas mais sustentáveis e para o fortalecimento da posição do Brasil nas cadeias globais de valor do agronegócio.

O ano de 2023 apresenta-se como um marco relevante para a análise da produção de soja no Brasil, especialmente no que se refere ao avanço do melhoramento tecnológico aplicado ao plantio. Nesse período, o país consolidou sua posição como maior produtor e exportador mundial de soja, resultado direto da incorporação de inovações como a agricultura de precisão, o uso de bioinsumos e o desenvolvimento de sementes geneticamente aprimoradas, que contribuíram para o aumento da produtividade e a redução dos impactos ambientais (CONAB, 2023). Além disso, as condições climáticas influenciadas pelo fenômeno La Niña e os investimentos crescentes em pesquisa e inovação agrícola reforçam a relevância de 2023 como referência para compreender a relação entre tecnologia, produtividade e sustentabilidade na cadeia produtiva da soja (Embrapa, 2023; Mapa, 2023).

A escolha do ano de 2023 para analisar a produção de soja se justifica por ser um período marcado por importantes transformações no setor agrícola brasileiro, incluindo avanços tecnológicos, mudanças nas condições climáticas e ajustes na política agrícola que impactaram diretamente o desempenho produtivo. Além disso, 2023 consolidou o Brasil como um dos maiores produtores e exportadores mundiais de soja, registrando números expressivos que refletem tanto o alto nível de produtividade quanto os desafios enfrentados em diferentes regiões. Assim, esse ano oferece um cenário atualizado, representativo e estatisticamente relevante para compreender a dinâmica recente da cultura, permitindo estabelecer comparações e análises consistentes sobre a evolução da produção.

2. REFERENCIAL TEORICO

As cadeias globais de valor (CGVs) desempenham um papel crucial no agronegócio brasileiro, pois conectam a produção nacional de commodities agrícolas a mercados internacionais, exigindo padrões de qualidade, sustentabilidade e inovação. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de produtos como soja e café, posicionando-se como um ator central nas CGVs. No entanto, para manter e expandir essa posição, o país enfrenta desafios relacionados a questões estruturais, como infraestrutura precária e burocracia, além da necessidade de adotar tecnologias mais avançadas, como a agricultura de precisão, para aumentar a eficiência e atender às exigências globais. A competitividade do Brasil no cenário das CGVs dependerá de sua capacidade de se adaptar a essas transformações tecnológicas e de implementar práticas mais sustentáveis, o que é cada vez mais exigido pelos consumidores e reguladores internacionais.

Segundo Marcos Sawaya Jank no Brasil o conceito de agronegócio, compreendido como o processo de industrialização, e se utiliza para justificar a criação das chamadas cadeias produtivas. Considerando os sistemas integrados de alimentos desde o melhoramento genético até o produto final. Byerlee et al. (2009) afirma que no passado a agricultura era vista como uma fonte que, contribui e ajuda a induzir crescimento industrial e uma transformação estrutural da economia. Mas com a globalização, cadeias de valor, inovações tecnológicas, institucionais e as restrições ambientais, vem a ser uma transformação do contexto e o papel da agricultura. Os autores ressaltam o novo paradigma se fez necessário para reconhecimento das múltiplas funções da agricultura para o desenvolvimento econômico. Os conceitos abordados pelos autores trazem a ideia de que a agricultura não é um setor isolado.

Mas sendo um setor abrangente, os primeiros estudos sobre a mensuração do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, foram fundamentais para a compreensão do setor. Essas pesquisas pioneiras destacaram a importância das conexões entre a agricultura e outros setores econômicos e sua influência. O cálculo é feito pelo centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), no qual é analisada a cadeia produtiva da agropecuária.

O agronegócio brasileiro tem se destacado como um dos setores mais competitivos dentro das cadeias globais de valor, sendo responsável por uma parcela significativa das exportações e do PIB do país. Isso torna imprescindível que o setor se adapte constantemente às inovações tecnológicas e às exigências de sustentabilidade para manter e expandir sua competitividade no cenário global (Gasques et al., 2004). O Brasil, com sua vasta produção

agrícola, tem a oportunidade de se integrar ainda mais às redes internacionais, consolidando sua posição no mercado global e enfrentando desafios de modernização e sustentabilidade.

A tecnologia desempenha um papel fundamental no impulso do agronegócio, promovendo uma revolução na forma como os processos produtivos são conduzidos. Inovações como a agricultura de precisão, que incorpora o uso de drones, sensores, e inteligência artificial, permitem o monitoramento em tempo real das lavouras, otimizando o uso de recursos como água e insumos, além de aumentar a produtividade e reduzir custos operacionais (Leal & Silva, 2019; Moro et al., 2020).

A inovação tecnológica será o principal vetor de transformação da agricultura brasileira nas próximas décadas, promovendo maior produtividade, sustentabilidade e competitividade no setor. (Embrapa, 2014). Essas tecnologias não só aumentam a eficiência das operações agrícolas, mas também ajudam o Brasil a ganhar competitividade no cenário global, tornando-se mais eficiente e sustentável nas cadeias globais de valor (Furtuoso, 2008). Com isso, o agronegócio se moderniza e se adapta às exigências do mercado, favorecendo sua expansão e a sustentabilidade.

Nos últimos anos vem se intensificando os estudos da inserção de mais regiões brasileiras nas cadeias globais de valor. Como o estudo sobre a inserção internacional da região da Bahia nas cadeias de valor global, onde mostra o caso da soja e algodão, mostra a importância da Região Oeste da Bahia na produção de grãos e os fatores de que favorecem esta consolidação está na prática de inovação, P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e na habilidade desses produtores de reproduzir práticas colaborativas. (FARIAS et al, 2018, p. 114).

O aumento da produtividade da soja no Brasil também está associado à incorporação de tecnologias sustentáveis que promovem o uso mais eficiente do solo e reduzem a necessidade de expansão de áreas agrícolas. Conforme a Embrapa (2021), “o uso de tecnologias ‘poupa-terra’ no cultivo de soja no Brasil economizou 71 milhões de hectares em área plantada entre as mais conhecidas estão plantio direto, fixação biológica de nitrogênio e uso de bioinsumos”. Essa constatação evidencia que as inovações tecnológicas têm desempenhado papel decisivo na elevação da produtividade nacional, permitindo intensificar a produção sem ampliar significativamente a fronteira agrícola. Tais práticas, ao aliarem eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental, consolidam o Brasil como referência no desenvolvimento de sistemas agrícolas de alto rendimento e baixo impacto.

A literatura aponta que o avanço da sojicultura brasileira está fortemente relacionado à incorporação de tecnologias voltadas à eficiência produtiva e à sustentabilidade. A soja consolidou-se como uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sustentando sua

elevada produtividade a partir da incorporação contínua de inovações tecnológicas no processo produtivo. Conforme a Embrapa (s.d.), “a soja [...] tem seu sistema de produção consolidado e claramente ancorado em tecnologias que permitem produzir com sustentabilidade [...], o Brasil consegue, assim, produzir mais em menos espaço e com bastante eficiência”. Essa constatação evidencia que o desempenho da sojicultura nacional não decorre apenas da expansão de áreas cultivadas, mas do aprimoramento tecnológico que possibilita ganhos expressivos de produtividade e sustentabilidade. O uso de práticas como o plantio direto, o manejo integrado de pragas e a adoção de cultivares geneticamente melhoradas tem permitido que o país mantenha uma produção crescente, com melhor aproveitamento de recursos naturais e redução dos impactos ambientais.

A tropicalização de insumos agrícolas, ou seja, a adaptação de insumos (fertilizantes, corretivos, defensivos, sementes, bioinsumos etc.) às condições climáticas, de solo e de cultivo dos trópicos se torna cada vez mais estratégica no contexto brasileiro. Conforme apontado pela Embrapa, “Não há mais dúvidas de que a agricultura será pressionada a buscar alternativas ou substitutos eficientes para os fertilizantes químicos e defensivos derivados do petróleo. Muitos dos insumos convencionais, além de contribuírem para crescentes custos na produção de alimentos, têm impactos no meio ambiente e afetam direta ou indiretamente processos de aquecimento global.” (Embrapa, s.d., p. 23). Nesse sentido, a tropicalização implica não só em adaptar tecnológicos existentes, mas também em desenvolver novos insumos ou práticas que exerçam melhor desempenho em solos ácidos, alta pluviosidade, temperaturas elevadas e outras condições típicas dos trópicos (Lopes, 2024, p. 15).

No manejo dos insumos, há avanços significativos em duas frentes principais: (i) eficiência no uso reduzindo perdas, volatilização, lixiviação e aumentando a absorção pela planta e (ii) diversificação e substituição de insumos convencionais por alternativas mais sustentáveis. Por exemplo, tecnologias como a rochagem uso de pó de rocha para correção e alimentação de nutrientes de solo vêm ganhando atenção no Brasil como insumo adaptado aos trópicos, com estudos recentes destacando tipos de rochas, culturas e solos. (Revista Novo Solo, 2025, p.12). Essa abordagem reduz a dependência de fertilizantes fosfatados importados ou de alta energia, ao mesmo tempo que favorece a tropicalização ao adequar insumo ao solo tropical. Outro aspecto relevante no manejo de insumos é a integração com sistemas mais amplos, como a agricultura de precisão, que permite ajustar a aplicação de insumos conforme a variabilidade espacial e temporal dentro das áreas agrícolas. A Embrapa destaca que:

A agricultura de precisão permite o uso racional de insumos, adaptando a aplicação às condições heterogêneas dos solos tropicais que geralmente são mais ácidos, com

menor fertilidade inicial, maior intensidade de intemperismo e maiores perdas potenciais” (Embrapa s.d., p. 45).

Com isto, a tecnologia contribui diretamente para a tropicalização dos insumos, uma vez que possibilita uma aplicação mais eficiente e adequada às especificidades do solo e do clima tropical.

Observa-se que ainda existem desafios e lacunas significativos no processo de tropicalização dos insumos agrícolas, que requerem intenso esforço de pesquisa, seleção e adaptação tecnológica. Além disso, essa estratégia demanda políticas de suporte, capacitação de técnicos, fortalecimento da estrutura produtiva local e adequação das cadeias de suprimentos. De acordo com Lopes (2024), o Brasil se destaca como o único país do cinturão tropical que alcançou o status de potência agrícola graças à adoção de tecnologias de manejo capazes de transformar solos originalmente pobres em terras férteis. O autor ressalta, contudo, que o avanço da tropicalização exige respostas cada vez mais rápidas e eficientes diante das constantes transformações sociais e de mercado. Dessa forma, o aprimoramento do manejo e da tropicalização dos insumos consolida-se como elemento essencial para a modernização e a sustentabilidade da agricultura tropical.

Nos últimos anos vem se intensificando os estudos da inserção de mais regiões brasileiras nas cadeias globais de valor. Como o estudo sobre a inserção internacional da região da Bahia nas cadeias de valor global, onde mostra o caso da soja e algodão, mostra a importância da Região Oeste da Bahia na produção de grãos e os fatores de que favorecem esta consolidação está na prática de inovação, P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e na habilidade desses produtores de reproduzir práticas colaborativas. (FARIAS et al, 2018, p. 114).

3. METODOLOGIA

A pesquisa utiliza a metodologia documental, baseada na análise de materiais já existentes, como relatórios institucionais, artigos, bases de dados oficiais e demais registros escritos que oferecem respaldo empírico e teórico ao estudo. Esse método permite interpretar, comparar e organizar informações provenientes de fontes confiáveis, possibilitando a construção de reflexões fundamentadas sem intervenção direta no objeto de estudo. Dessa forma, a investigação se apoia na leitura crítica e sistematização de documentos para alcançar seus objetivos e sustentar as conclusões apresentadas.

A estrutura de análise constitui a base da análise da Cadeia Global de Valor (CGV) da soja, pois permite compreender como o valor é criado, transformado e distribuído ao longo dos diferentes elos produtivos. Essa abordagem, inspirada na metodologia proposta por Gereffi e Fernandez-Stark (2011), busca identificar as etapas sequenciais da produção e comercialização do produto, desde a obtenção dos insumos até a entrega final ao consumidor.

De acordo com Franceschini et al. (2017), a cadeia global da soja é composta por cinco elos principais: insumos, produção, armazenagem, processamento e distribuição, além de dois elos transversais pesquisa e desenvolvimento (P&D) e negociações internacionais que perpassam todas as etapas produtivas. Essa estrutura permite mapear o fluxo de materiais, capitais e informações dentro da cadeia, revelando onde ocorre a agregação de valor e quais segmentos concentram maior poder econômico.

O primeiro elo, de insumos, engloba os elementos essenciais à produção, como sementes, fertilizantes, agrotóxicos e maquinário agrícola. Essa etapa define a base tecnológica do processo produtivo e é fortemente dependente das grandes corporações multinacionais de biotecnologia e química agrícola.

O segundo elo, a produção, envolve o plantio, manejo e colheita da soja, sendo influenciado por fatores climáticos, tecnológicos e de infraestrutura. É nesta fase que se materializa a interação entre tecnologia e produtividade, e onde a variabilidade regional exerce impacto direto sobre os custos e a qualidade do produto final.

Em seguida, o elo da armazenagem garante a conservação dos grãos após a colheita. Segundo Franceschini et al. (2017), o processo é dividido em etapas de limpeza, secagem e estocagem, exigindo controle rigoroso de umidade e temperatura para evitar degradação e perdas qualitativas. Essa fase é crucial para manter a integridade do produto até o processamento.

O processamento, quarto elo da cadeia, é responsável pela transformação da soja em

óleo e farelo, produtos com maior valor agregado. Conforme Mandarino (2001), essa etapa envolve a preparação e a extração, onde os grãos passam por secagem, quebra, laminação e uso de solventes como o hexano para extração do óleo. O resultado é a separação entre o farelo destinado majoritariamente à alimentação animal e o óleo, que segue para os setores alimentício, industrial e energético (biodiesel).

O elo da distribuição compreende o transporte e a comercialização da soja e seus derivados, tanto no mercado interno quanto no externo. Esse segmento é fortemente globalizado, sendo dominado por grandes tradings internacionais, como Bunge, Cargill, ADM e Louis Dreyfus, conhecidas como o grupo ABCD. Essas empresas controlam uma parte significativa das exportações mundiais e integram verticalmente várias etapas da cadeia.

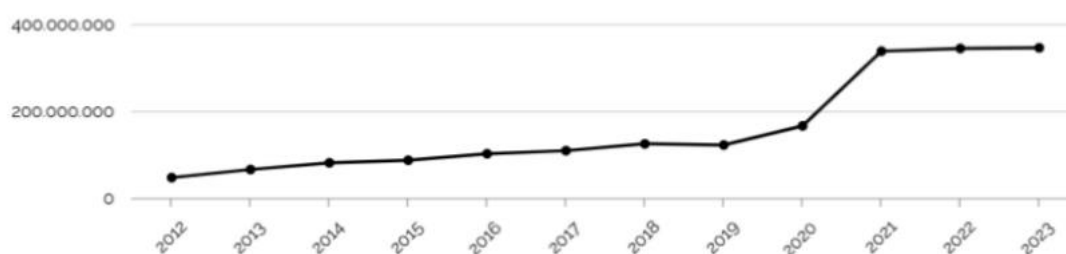
O P&D se destaca devido sua atuação de forma transversal, impulsionando inovações genéticas, biotecnológicas e logísticas em todos os elos, enquanto as negociações internacionais determinam a inserção do Brasil nas cadeias globais, especialmente por meio do comércio com a China, principal compradora da soja in natura.

3.1 Dados

3.1.1 Produção

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, através da divulgação dos comentários da pesquisa Produção Agrícola Municipal - PAM 2023. A pesquisa constitui uma das principais fontes de estatísticas em nível municipal, reunindo dados sobre área plantada, área destinada à colheita, área efetivamente colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das culturas temporárias e permanentes. Essas informações são fundamentais para o planejamento de políticas públicas e estratégias do setor privado, além de atenderem às demandas da comunidade acadêmica e da sociedade em geral. A seguir, o Gráfico 1 demonstra a evolução da soja no Brasil entre os anos de 2012 a 2023:

Gráfico 1 - Evolução anual – Brasil Soja (Mil Reais)

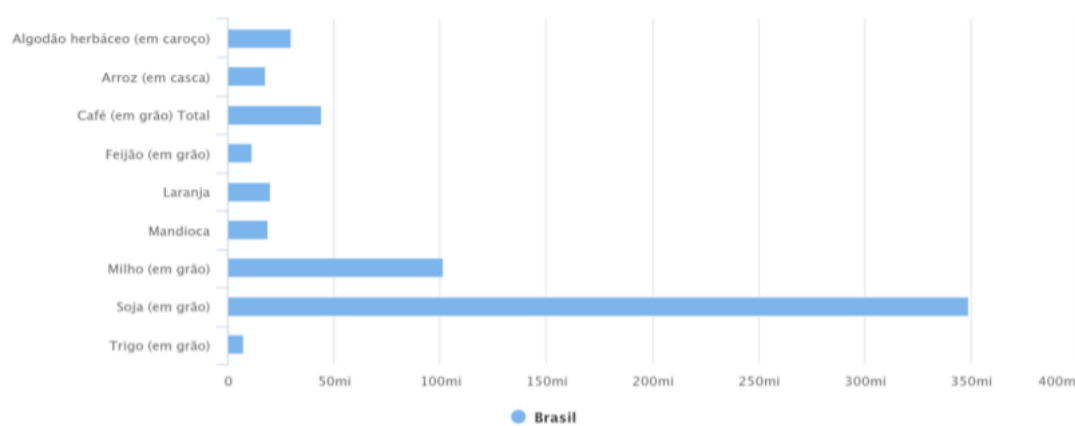


Fonte: Pesquisa Agrícola Municipal

No setor de grãos, a soja tem apresentado um crescimento contínuo ao longo dos últimos anos. Essa tendência pode ser observada desde 2019, quando o valor da produção alcançava R\$ 125,27 bilhões. Em 2020, houve um aumento significativo, elevando esse valor para R\$ 169,13 bilhões. Já em 2021, o crescimento foi ainda mais expressivo, atingindo R\$ 340,83 bilhões. Em 2022, embora o ritmo de expansão tenha sido mais moderado, o valor chegou a R\$ 347,27 bilhões. Em 2023, a produção atingiu R\$ 348,66 bilhões, mantendo a trajetória de alta e confirmando a tendência de valorização da soja no campo.

A seguir, apresenta-se o Gráfico 2 – Valor de Produção (Mil Reais), 2023, que sintetiza o desempenho econômico da cultura analisada no referido ano. O gráfico demonstra a variação do valor gerado, permitindo observar a relevância produtiva e sua contribuição para o setor agropecuário.

Gráfico 2 - Valor de produção (Mil Reais), 2023

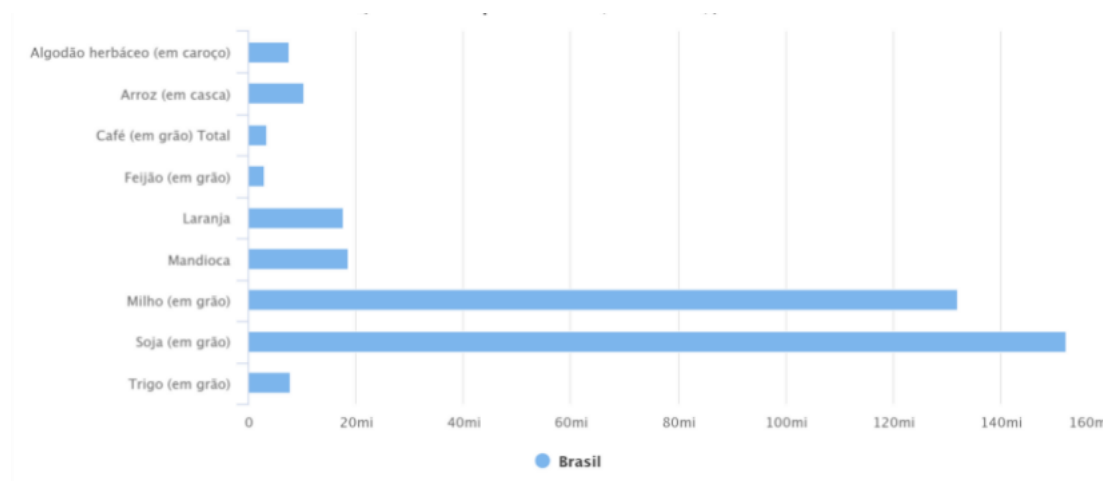


Fonte: “IBGE - Produção Agrícola Municipal”

O gráfico apresenta o valor da produção agrícola no Brasil em 2023, medido em mil reais, com base nos dados do IBGE – Produção Agrícola Municipal. As informações refletem o desempenho econômico de diferentes culturas agrícolas e evidenciam a importância de algumas delas para a economia nacional. A soja em grão se destaca como a principal cultura em termos de valor de produção, alcançando a marca de R\$ 348,66 bilhões. Esse resultado confirma a liderança da soja como carro-chefe do agronegócio brasileiro, sendo responsável por uma parcela significativa das exportações do país e ocupando vastas áreas cultiváveis.

No Gráfico 3 – Quantidade Produzida (Toneladas), 2023 apresenta o volume total de produção registrado no ano, permitindo visualizar a dimensão física da atividade e sua relevância no contexto agrícola nacional.

Gráfico 3 - Quantidade produzida (Toneladas), 2023



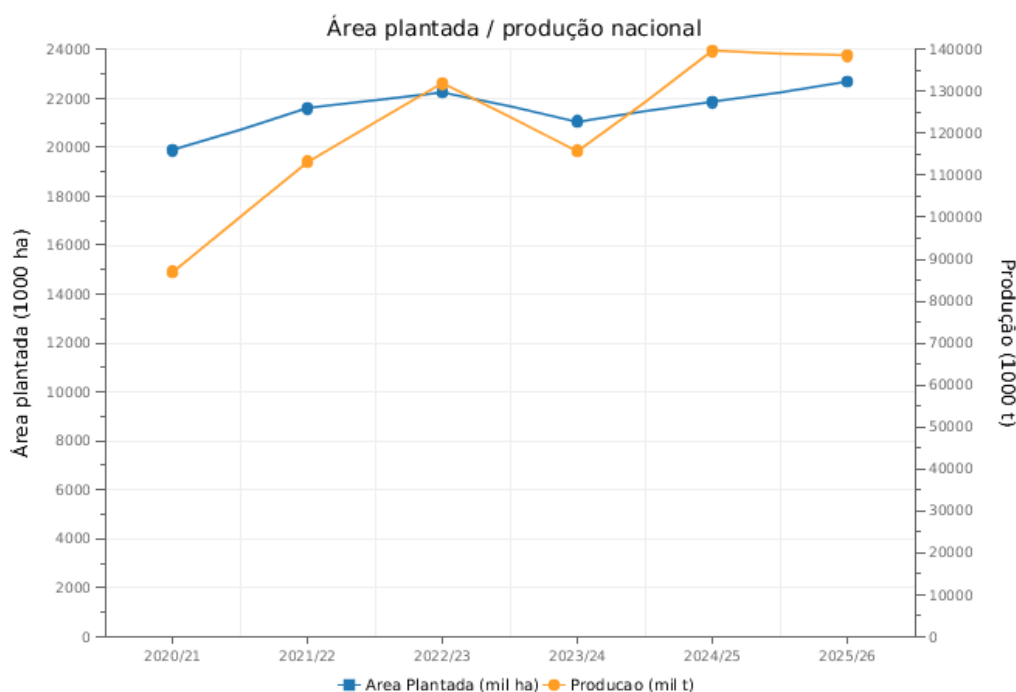
Fonte: “IBGE - Produção Agrícola Municipal”

O gráfico apresenta a quantidade produzida (em toneladas) das principais culturas agrícolas no Brasil em 2023, com base nos dados do IBGE Produção Agrícola Municipal. Ele permite visualizar o volume de produção de cada cultura, evidenciando sua representatividade no total da produção agrícola nacional. Em 2023 a quantidade produzida de soja em grão em toneladas foi de 152.144.238, superando a produção do milho em toneladas que foi de 131.950.246. O gráfico destaca a hegemonia da soja e do milho na produção agrícola brasileira em 2023, tanto pela extensão territorial cultivada quanto pela demanda interna externa.

O gráfico apresenta a evolução da área plantada e da produção nacional de soja no Brasil ao longo das safras de 2020/21 a 2025/26. Observa-se que a área plantada (linha azul) mantém trajetória de crescimento moderado, saindo de cerca de 20 milhões de hectares em 2020/21 para aproximadamente 22,8 milhões em 2025/26, indicando uma expansão contínua, porém gradual, da fronteira agrícola. Já a produção (linha laranja) demonstra maior variação entre as safras: cresce fortemente até 2022/23, sofre uma leve queda em 2023/24 — possivelmente associada a efeitos climáticos adversos — e volta a subir em 2024/25 e 2025/26, alcançando patamares

próximos de 140 milhões de toneladas. Essa oscilação mostra que, embora a área plantada cresça de forma estável, a produção depende significativamente das condições climáticas e da produtividade em cada ciclo. De forma geral, o gráfico evidencia tendência de crescimento contínuo da soja no país, tanto em área quanto em volume produzido. Pode-se observar no gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4- Área plantada / produção nacional de 2020 á 2025.



Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento- Conab, 2024.

3.1.2 Indústria

Em 2023, as indústrias de transformação no Brasil mantiveram-se relativamente estáveis, com desempenho ligeiramente superior à média do ano anterior, conforme indicado pelo gráfico de produção física industrial. A linha que representa esse setor (em verde) permaneceu consistentemente acima do índice 100 ao longo do ano, o que demonstra um ritmo produtivo sustentado, mesmo diante de desafios econômicos externos, como a queda nos preços internacionais de commodities. Nesse contexto, a cadeia produtiva da soja teve papel essencial na sustentação da atividade industrial.

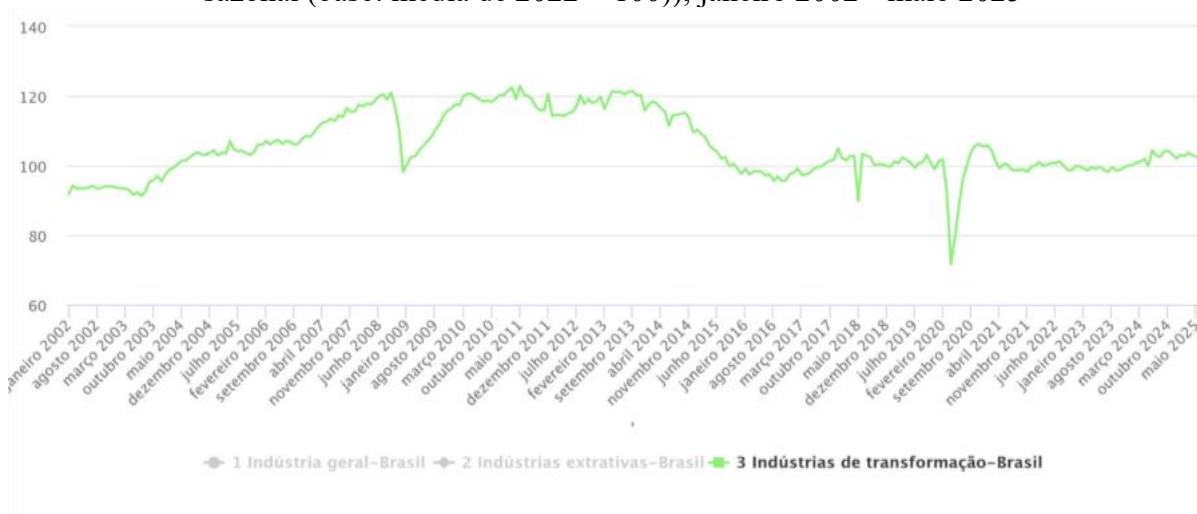
A soja foi amplamente processada pela indústria de transformação, especialmente nas etapas de esmagamento para extração de óleo e produção de farelo, insumos fundamentais para a indústria alimentícia, de rações e de biocombustíveis. Com a safra recorde de mais de 150 milhões de toneladas e exportações acima de 100 milhões, as plantas industriais precisaram operar em alta capacidade. Essa movimentação garantiu fluxo constante de matérias-primas e

ajudou a evitar quedas mais acentuadas nos indicadores industriais.

Além disso, a elevação da mistura obrigatória de biodiesel no diesel (de B10 para B12) intensificou a demanda por óleo de soja industrializado, expandindo a atuação da soja como insumo energético. O setor de biodiesel, fortemente vinculado à cadeia da soja, impulsionou novos investimentos e garantiu ocupação da capacidade produtiva industrial ao longo do ano.

Portanto, no Gráfico 5 pode-se observar a estabilidade do índice da indústria de transformação em 2023 está diretamente relacionada ao desempenho sólido da cadeia da soja, que, além de gerar divisas com exportações, sustentou empregos e investimentos no setor industrial. A soja, nesse cenário, reafirmou-se não apenas como um produto agrícola estratégico, mas como um insumo vital para a indústria brasileira de transformação. 9deixar só as sessões rerirar o milho)

Gráfico 5 - Produção física industrial por seções industriais (Índice de base fixa com ajuste sazonal (base: média de 2022 = 100)), janeiro 2002 - maio 2025



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE, 2025.

3.1.3 Comércio

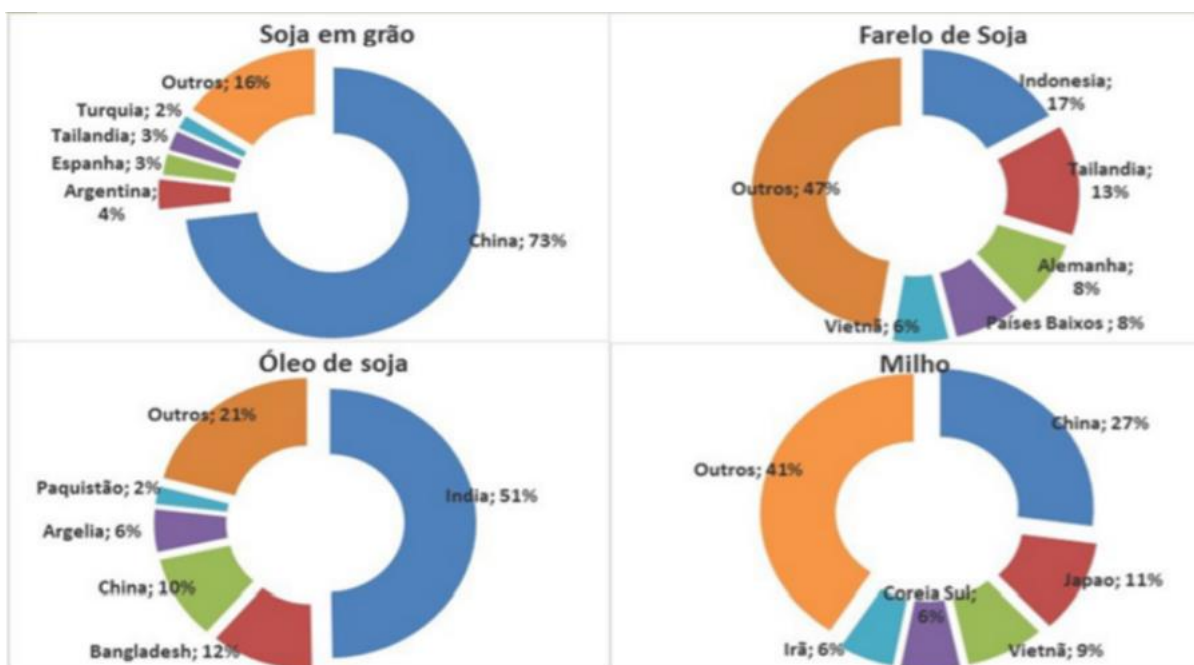
O complexo da soja foi o principal responsável pelas exportações do agronegócio brasileiro em 2023, respondendo por 40,4% do valor total exportado, cerca de US\$ 67 bilhões. A China se destacou como o maior comprador, especialmente do grão de soja, que representou 73% das vendas brasileiras do produto ao exterior. Outros produtos com significativa participação chinesa incluem carne suína (34%), carne bovina in natura (60%), pluma de algodão (49%) e celulose (48%).

O óleo de soja teve como principal destino a Índia, que absorveu 51% das exportações do produto. Já o farelo de soja foi distribuído entre diversos mercados, com destaque para

Tailândia, Indonésia, Alemanha, Países Baixos e Vietnã. O excelente desempenho do setor resultou do recorde de produção alcançado na safra 2022/2023, que ultrapassou 150 milhões de toneladas de grãos, sendo que mais de 100 milhões de toneladas foram exportadas.

Outro destaque foi o milho, cuja produção superou 130 milhões de toneladas. As exportações ultrapassaram 55 milhões de toneladas, gerando US\$ 13,5 bilhões valor superior ao das exportações de café no mesmo período (cerca de US\$ 8 bilhões). O aumento de 29% no volume exportado compensou a queda de 13% nos preços internacionais, com China, Japão, Vietnã, Coreia do Sul e Irã entre os principais compradores, como demonstra a Figura 1 a seguir:

Figura 1- Importância dos cinco principais parceiros comerciais nas vendas externas dos produtos do complexo da soja e do milho em grão em 2023, resultado acumulado de janeiro até dezembro, de acordo com participação no faturamento em dólar.



Fonte: Cepea-Esalq/USP; com base na Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (Secex-MIDC) e A grostat (MAPA).

Em 2023, a soja manteve sua posição de destaque no comércio exterior brasileiro, sendo o principal produto do agronegócio nas exportações nacionais. O valor total exportado de soja alcançou aproximadamente US\$ 53,2 bilhões, o que representou um crescimento de 14,36% em relação ao ano anterior. Esse desempenho consolidou o complexo da soja como responsável por 15,67% do valor total exportado pelo Brasil no período.

O volume de soja exportado também apresentou um aumento expressivo. Foram

embarcadas cerca de 101,87 milhões de toneladas, o que corresponde a uma alta de 29,39% em comparação com 2022. Esse crescimento no volume foi decisivo para o avanço das receitas, mesmo diante de uma queda de 11,6% no preço médio por tonelada, que passou a ser de aproximadamente US\$ 522,67, apresentada Niña na Tabela 1 a seguir.

Os dados demonstram que, apesar das oscilações nos preços internacionais, o Brasil ampliou significativamente sua presença no mercado global por meio do aumento da produção e da competitividade da soja. Com isso, o setor seguiu como um dos pilares da balança comercial brasileira em 2023.

Tabela 1- Exportações Brasileiras de Soja - Valor em US\$ FOB Milhões, Quantidade em Milhões de Toneladas e Preço em US\$ por Tonelada

Data	Valor	Qtde	Var. (%) Igual Ano Anterior			Part. (%) do Produto em Valor no Total Brasil	
			Preço	Valor	Qtde		Preço
2024	42.949,8	98,8	434,7	-19,3	-3,0	-16,8	12,7
2023	53.244,6	101,9	522,7	14,4	29,4	-11,6	15,7
2022	46.558,5	78,7	591,4	20,5	-8,6	31,8	13,9
2021	38.638,7	86,1	448,7	35,3	3,8	30,3	13,8
2020	28.564,1	83,0	344,3	9,5	12,0	-2,2	13,7
2019	26.077,2	74,1	352,0	-21,1	-11,0	-11,3	11,8
2018	33.055,0	83,3	397,0	28,5	22,2	5,2	14,3
2017	25.717,7	68,2	377,3	33,0	32,1	0,7	12,0
2016	19.331,3	51,6	374,8	-7,9	-5,0	-3,0	10,8
2015	20.983,6	54,3	386,3	-9,9	18,9	-24,2	11,2
2014	23.277,4	45,7	509,4	2,0	6,8	-4,4	10,5

Fonte: Secretaria de Comércio Exterior / Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços.

3.1.4 Pesquisa e Desenvolvimento P&D

O P&D na cadeia da soja brasileira se destaca fortemente em 2023 por sua abordagem transversal: envolve genética avançada, biotecnologia e até aspectos logísticos e estratégicos, integrando toda a cadeia produtiva. Por meio da Embrapa Soja, há intensificação de pesquisas em biotecnologia, especialmente focadas em regiões tropicais, conforme evidenciado no workshop conjunto com a Academia Chinesa de Ciências (CAS) (Embrapa, 2023). Essa cooperação é estratégica: os cientistas chineses trabalham com edição gênica e sequenciamento genômico para soja, o que acelera o desenvolvimento de cultivares mais resilientes, produtivas e adaptadas a diferentes ambientes.

Na frente biotecnológica, a colaboração Brasil-China fortalece a pesquisa de tecnologias de ponta, justamente porque a China grande importadora da soja brasileira tem interesse estratégico em desenvolver e adaptar essas inovações para seus sistemas de produção. Como comentou Weicai Yang (diretor da CAS): a parceria “une esforços para produzir mais alimentos e de qualidade ... desenvolvendo tecnologias e promovendo avanços científicos de maneira mais rápida e eficiente, se trabalharem em conjunto”.

Do ponto de vista das negociações internacionais, a cooperação científica alimenta a inserção global do Brasil na cadeia de valor da soja. Sendo a China a principal compradora da soja “in natura” brasileira (estima-se que aproximadamente 80% das exportações vão para lá) (Forbes, 2023), essa relação tecnológica-comercial reforça a relevância brasileira para o mercado chinês não apenas como fornecedor de volume, mas como parceiro de P&D.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Escopo Geográfico

4.1.1 Importância da China

A cadeia global da soja em 2023 apresenta uma forte dispersão geográfica, refletindo a integração entre países produtores, processadores e consumidores finais. A estrutura input-output evidencia que os principais elos produção, processamento, logística e comércio internacional estão distribuídos principalmente entre as Américas e a Ásia. Brasil, Estados Unidos e Argentina concentram a maior parte da produção mundial de soja, formando o núcleo do elo de oferta global. Já a China, como maior importadora de soja in natura do mundo, se estabelece como o polo de demanda, absorvendo mais de 70% das exportações brasileiras e direcionando o fluxo comercial da commodity (EMBRAPA,2023) . Essa dinâmica demonstra que, no contexto global, os players não se distribuem de maneira homogênea, mas se organizam conforme especializações produtivas e estratégias nacionais de abastecimento.

4.1.2 Papel das tradings multinacionais

Um elemento central para compreender essa dispersão geográfica é a atuação das grandes tradings multinacionais como Cargill, ADM (Archer Daniels Midland), Bunge, Louis Dreyfus Company (LDC) e COFCO International. Essas empresas operam de maneira transversal em vários elos da cadeia: financiam a produção, controlam infraestrutura logística, gerenciam esmagamento, armazenagem, transportes e concentraram o fluxo de exportação entre os países produtores e o mercado asiático. A presença dessas tradings conecta diretamente os polos produtivos das Américas ao mercado consumidor chinês, transformando o comércio da soja em uma rede global dominada por poucos agentes com capacidade logística, tecnológica e financeira para atuar simultaneamente em diversos continentes.

4.1.3 Estados como players estratégicos

Além das empresas privadas, os Estados também desempenham papel fundamental na dispersão dos players da cadeia global. Em 2023, o caso da China é particularmente relevante: o país opera tanto como regulador quanto consumidor dominante via a trading estatal COFCO, que estabelece contratos diretos para garantir o abastecimento doméstico. Já o Estado brasileiro exerce função sobretudo regulatória e diplomática, negociando protocolos sanitários,

monitorando fluxos de exportação e garantindo previsibilidade ao mercado. A atuação combinada de empresas privadas e Estados reforça a lógica da cadeia de valor: enquanto o Brasil fornece volume e eficiência produtiva, a China concentra o poder de compra e molda padrões de comércio e qualidade.

4.2 Implicações para a integração nas cadeias globais de valor

A combinação entre dispersão geográfica, participação de grandes tradings e influência estatal determina o grau de inserção do Brasil nas cadeias globais de valor da soja. A predominância de exportações de soja in natura, especialmente para a China, indica uma inserção baseada em elos de menor valor agregado, enquanto as etapas de P&D, biotecnologia, processamento industrial e logística avançada permanecem concentradas em multinacionais ou estados estrangeiros. Assim, embora o Brasil seja líder absoluto em produção e exportação, sua posição na CGV ainda é marcada por dependência de compradores externos e intermediários globais. O fluxo representado no mapa evidencia essa assimetria estrutural: a maior parte do valor econômico gerado é capturado nos elos de processamento, negociação e distribuição atividades majoritariamente controladas pelas tradings multinacionais e pela demanda chinesa.

4.3 Análise do Contexto Institucional da Cadeia Global de Valor da Soja em 2023

O contexto institucional exerce papel determinante na dinâmica da Cadeia Global de Valor (CGV) da soja, uma vez que normas, regulamentações, acordos comerciais e diretrizes socioambientais moldam as possibilidades de produção, processamento e comercialização da commodity. A governança institucional, portanto, não se limita a normatizar, mas atua como um mecanismo de coordenação que afeta custos, competitividade, acesso a mercados e reputação internacional.

No plano nacional, o ano de 2023 foi marcado por um ambiente regulatório que combinou esforços de retomada ambiental com políticas de incentivo ao agronegócio. O governo brasileiro reforçou mecanismos de monitoramento ambiental, como o CAR (Cadastro Ambiental Rural) e a fiscalização por meio do Ibama, em resposta a pressões comerciais externas, especialmente da União Europeia, que aprovou em 2023 o Regulamento Europeu Antidesmatamento (EUDR). Ainda que o Brasil não seja diretamente dependente da UE para soja em grão, a nova legislação gerou repercussões sistêmicas, pois impactou padrões de rastreabilidade e transparência exigidos pelas principais tradings atuantes no país. Nesse sentido, o elo produtivo passou a enfrentar maior pressão institucional para comprovar

conformidade ambiental e fornecer informações rastreáveis sobre a origem da produção.

No contexto internacional, o grande fator institucional de 2023 foi o aprofundamento das exigências sanitárias e de qualidade impostas pela China, principal compradora da soja brasileira. O país adotou medidas mais rigorosas de controle fitossanitário, ampliou inspeções sobre resíduos químicos e fortaleceu protocolos de segurança alimentar. Essas ações pressionaram o elo de processamento e exportação a adotar padrões mais elevados de controle, logística e segregação. Para as tradings multinacionais, isso significou ampliar investimentos em certificações, análises laboratoriais e sistemas digitais de rastreabilidade mecanismos que se tornaram críticos para manter o fluxo transacional entre Brasil e China.

Além disso, 2023 foi um ano em que as pressões de governança global sobre desmatamento, carbono e sustentabilidade ganharam força, influenciando diretamente cada elo da CGV. Empresas de biotecnologia e insumos foram impulsionadas a desenvolver variedades mais adaptadas a práticas de baixo impacto ambiental; processadores passaram a adotar métricas ESG mais rígidas; e exportadores viram-se obrigados a comprovar a “soja livre de desmatamento” para atender às exigências de compradores europeus e asiáticos. Essa crescente institucionalização de critérios ambientais ampliou o papel das normas internacionais como instrumento de coordenação extraterritorial atuando sobre os agentes brasileiros sem depender, necessariamente, de legislação doméstica.

No elo da logística, o contexto institucional também foi decisivo. Em 2023, avanços na política de concessões de ferrovias e portos (como o avanço da FIOF e melhorias no Arco Norte) criaram condições para reduzir custos logísticos, aumentar eficiência e reforçar o posicionamento competitivo do Brasil no mercado global. Entretanto, a dependência estrutural de grandes grupos privados no escoamento especialmente no Norte do país evidencia como o ambiente institucional molda a capacidade de expansão territorial e competitividade da cadeia.

A análise institucional de 2023 revela que a CGV da soja é fortemente influenciada pela interação entre normas nacionais, regulamentações internacionais e pressões geoeconômicas. Essa interação afeta desde a adoção de tecnologias no campo até os protocolos exigidos para exportação, passando pela infraestrutura, logística e reputação ambiental do país. O contexto institucional, portanto, atua como vetor central para compreender a inserção do Brasil nas cadeias globais, pois condiciona o grau de acesso a mercados, o nível de governança ambiental, o posicionamento estratégico das tradings e a própria distribuição de valor ao longo da cadeia.

4.4 Análise da produção de soja em 2023 e sua relação com as novas tecnologias

A produção de soja no Brasil em 2023 atingiu patamar historicamente elevado,

consolidando o país como líder mundial tanto em volume quanto em valor produzido. Conforme os dados do IBGE apresentados no arquivo, o valor da produção de soja alcançou R\$ 348,66 bilhões, enquanto o volume colhido superou 152 milhões de toneladas, demonstrando crescimento contínuo desde 2019. Essa expansão não é resultado apenas de fatores estruturais como clima e expansão territorial, mas está diretamente relacionada à incorporação acelerada de novas tecnologias agrícolas, que transformaram profundamente a eficiência produtiva do cultivo.

Entre as principais inovações adotadas em 2023, destaca-se o avanço do melhoramento genético e das sementes de alto desempenho, desenvolvidas por centros de pesquisa nacionais, como a Embrapa, e grandes empresas multinacionais. O arquivo mostra que os programas de P&D têm atuado transversalmente em todos os elos da cadeia, impulsionando inovações genéticas e biotecnológicas capazes de elevar a produtividade, aumentar a tolerância a estresses climáticos e reduzir a dependência de insumos químicos tradicionais. Em 2023, cultivares adaptadas ao clima tropical, com maior resistência a pragas e ao estresse hídrico, contribuíram para estabilizar a produção, mesmo diante da variabilidade climática provocada pelo La Niña.

Outro ponto crucial foi a consolidação da agricultura de precisão, que se disseminou com intensidade em 2023 e passou a integrar o manejo de produção em larga escala. Tecnologias como sensores remotos, drones, mapeamento georreferenciado, sistemas de monitoramento em tempo real e algoritmos de recomendação permitiram ao produtor manejar nutrientes, água e defensivos de forma site-specific, aumentando significativamente a eficiência. O próprio arquivo destaca que a agricultura de precisão ajusta a aplicação de insumos conforme a heterogeneidade dos solos tropicais, contribuindo para reduzir perdas e maximizar a absorção de nutrientes pelas plantas. Essa inovação foi determinante para a expressiva produtividade brasileira, sobretudo em regiões de expansão agrícola como o Matopiba.

Além disso, 2023 marcou o avanço na adoção de bioinsumos como inoculantes, biofertilizantes e biodefensivos que ganharam protagonismo em razão de sua eficiência agrônômica, redução do custo por hectare e contribuição para a sustentabilidade. O arquivo mostra que tecnologias “poupa-terra”, incluindo fixação biológica de nitrogênio (FBN) e novos bioinsumos, possibilitaram ganhos de produtividade sem expansão da fronteira agrícola, reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos e mitigando impactos ambientais.

O processo produtivo em 2023 também se beneficiou do avanço da tropicalização de insumos, que permite adaptar fertilizantes, corretivos e sementes às condições específicas de solos tropicais. O documento enfatiza que a tropicalização se tornou estratégica para o desempenho brasileiro, pois aumenta a eficiência agrônômica em solos originalmente ácidos,

intemperizados e com baixa fertilidade natural. Tecnologias como rotação, aplicação localizada e manejo integrado digital contribuíram para reduzir dependência de fertilizantes importados e melhorar a qualidade estrutural dos solos.

Destaca-se a interação entre tecnologia e logística. Em 2023, sistemas integrados de monitoramento climático e plataformas digitais de gestão agrícola auxiliaram produtores a ajustar calendários de plantio e colheita, mitigando riscos associados às oscilações do clima. A integração dessas ferramentas com colheitadeiras e plantadeiras inteligentes ampliou a capacidade operacional das propriedades, reduzindo perdas pós-colheita e otimizando a produtividade por hectare.

A análise da produção de soja em 2023 revela que o desempenho recorde do setor não pode ser compreendido isoladamente pelos fatores naturais ou pela expansão territorial, mas principalmente pela incorporação de tecnologias avançadas de manejo, genética, biotecnologia e digitalização, que transformaram o modelo produtivo brasileiro. O ano se consolidou como um marco na transição para uma agricultura de alta precisão, mais sustentável e tecnicamente mais sofisticadas fatores fundamentais para manter a competitividade do Brasil nas Cadeias Globais de Valor da soja.

4.5 Análise da indústria da soja em 2023 com foco na adoção de sustentabilidade

A indústria de transformação ligada ao complexo da soja passou por avanços significativos em 2023, impulsionada não apenas pelo aumento da produção e da demanda internacional, mas também pela crescente pressão regulatória e mercadológica por práticas sustentáveis. Embora o desempenho físico industrial tenha se mantido relativamente estável ao longo do ano conforme indicado no seu arquivo, onde a linha da indústria de transformação (em verde) permanece acima do índice 100 a principal mudança qualitativa foi a incorporação mais intensa de tecnologias e processos industriais alinhados às metas ambientais.

Um dos principais pilares dessa transformação é a ampliação do uso de energia renovável e biocombustíveis dentro do próprio setor. O aumento da mistura obrigatória de biodiesel (de B10 para B12 em 2023) estimulou não apenas o esmagamento da soja para produção de óleo, mas também a modernização das plantas industriais, que passaram a operar com maior eficiência energética. O setor de biodiesel é historicamente vinculado à cadeia da soja, e essa expansão da mistura obrigatória reforçou a integração entre produção agrícola e industrial, promovendo circularidade na utilização de resíduos e garantindo menor emissão de CO₂ no processo produtivo.

Além disso, houve avanços importantes na adoção de tecnologias limpas no processamento industrial, especialmente nas plantas de extração de óleo. Grandes indústrias passaram a investir em sistemas de recuperação de energia térmica, otimização do uso de hexano, melhoria das caldeiras e automação para reduzir perdas e emissões voláteis. Esses investimentos alinham-se à tendência global de descarbonização das cadeias agroindustriais e respondem à pressão de compradores internacionais, especialmente da União Europeia e da Ásia, que têm exigido certificações ambientais e rastreabilidade rigorosa.

Outro fator determinante foi a intensificação das práticas de rastreabilidade e compliance ambiental, exigidas por novas regulações internacionais, como a Regulamentação Antidesmatamento da União Europeia (EUDR). A indústria passou a adotar sistemas digitais de monitoramento territorial capazes de identificar origem dos grãos, comprovar conformidade ambiental e garantir que a soja esmagada para óleo, farelo ou biodiesel não esteja associada a desmatamento ilegal. Essa mudança estimulou investimentos conjuntos entre tradings, esmagadoras e cooperativas, resultando em maior integração entre indústria e logística tendência apontada no seu arquivo ao tratar da importância da governança e da coordenação entre elos da cadeia.

No âmbito operacional, observou-se também o fortalecimento do uso de bioinsumos industriais, como enzimas, filtrantes biológicos e novos catalisadores ecológicos que substituem insumos mais agressivos ao ambiente. O uso desses insumos não apenas melhora o desempenho energético, mas reduz impactos sobre a água e as emissões industriais. Essa adoção está diretamente alinhada às mudanças tecnológicas observadas no campo, onde a “tecnologia poupa-terra”, a fixação biológica de nitrogênio e o uso de bioinsumos são citados como fundamentais para sustentabilidade da produção agrícola (Embrapa, 2021).

A tropicalização de insumos também se reflete na indústria ao permitir o desenvolvimento de aditivos, catalisadores e corretores de processo adaptados às características químicas da soja brasileira, que possui alto teor de óleo e perfil proteico diferenciado. Em 2023, pesquisas de P&D voltadas para o melhoramento da qualidade industrial do grão ganharam destaque, especialmente as cooperações Brasil–China mencionadas na seção de P&D. Esses estudos permitem criar cultivares mais adequadas ao processamento, com menor teor de umidade, menor teor de compostos antinutricionais e melhor rendimento industrial.

A sustentabilidade industrial em 2023 também se firmou na dimensão socioeconômica, com programas de certificação de boas práticas, metas de uso racional da água, modernização de instalações e ampliação da geração de empregos qualificados nos polos de esmagamento. A integração entre produção agrícola de alta tecnologia e indústria de transformação eficiente

reforça a posição do Brasil nas Cadeias Globais de Valor, já que o país não apenas exporta grão, mas também produtos industriais de maior valor agregado, como farelo, óleo e biodiesel.

5. CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho permitiu compreender como o avanço tecnológico desempenha papel central na consolidação do Brasil como líder mundial na produção e na exportação de soja, ao mesmo tempo em que redefine sua participação nas Cadeias Globais de Valor (CGVs). Os resultados evidenciam que o desempenho recorde da sojicultura em 2023 não foi apenas reflexo da expansão territorial ou de condições naturais favoráveis, mas, principalmente, da incorporação crescente de inovações tecnológicas que elevaram a eficiência produtiva, melhoraram a sustentabilidade do cultivo e fortaleceram a competitividade nacional no cenário internacional.

Verificou-se que tecnologias como agricultura de precisão, sementes geneticamente aprimoradas, bioinsumos, fixação biológica de nitrogênio e práticas “poupa-terra” constituem pilares fundamentais para o aumento da produtividade, reduzindo custos e mitigando impactos ambientais. A tropicalização de insumos, por sua vez, demonstra ser um diferencial estratégico para o Brasil, permitindo adaptar fertilizantes, sistemas de manejo e cultivares às condições específicas dos solos tropicais, garantindo ganhos de eficiência que poucos países conseguem replicar.

O estudo também evidenciou que o ambiente institucional exerce influência significativa sobre a dinâmica da cadeia, moldando padrões produtivos e exigências regulatórias. A pressão crescente de mercados internacionais, especialmente da China e da União Europeia, tem incentivado avanços em rastreabilidade, sustentabilidade e conformidade ambiental. Esses fatores passaram a orientar parte expressiva dos investimentos em P&D, logística e processamento industrial, demonstrando que competitividade, hoje, depende tanto da tecnologia quanto da capacidade de adaptação às exigências globais.

Outro ponto relevante foi a constatação de que, embora o Brasil tenha posição dominante na produção e exportação, sua inserção nas CGVs ainda está concentrada sobretudo nos elos de menor valor agregado, como o fornecimento de soja in natura. O fortalecimento de segmentos industriais ligados ao esmagamento, ao biodiesel e ao desenvolvimento de biotecnologias representa, portanto, uma oportunidade estratégica para ampliar a captura de valor dentro da cadeia global.

Dessa forma, conclui-se que o uso intensivo de tecnologias agrícolas não apenas sustenta o crescimento da produção de soja no Brasil, como também constitui elemento indispensável para promover sustentabilidade, modernização produtiva e inserção qualificada nas cadeias globais. O desafio daqui para frente consiste em aprofundar investimentos em

inovação, diversificar a atuação nacional nos elos de maior valor agregado e fortalecer a governança institucional, garantindo que o país avance de maneira consistente e sustentável no cenário internacional. Em pesquisas futuras podem aprofundar a compreensão sobre a dinâmica tecnológica e a inserção brasileira nas cadeias globais de valor da soja ao explorar comparações entre regiões produtoras, especialmente no que diz respeito às diferenças na adoção de tecnologias e nos resultados produtivos. Estudos também podem investigar os impactos socioeconômicos da digitalização no campo, analisando como a agricultura de precisão altera a qualificação da mão de obra, a geração de empregos e a distribuição de renda.

REFERÊNCIAS

AGAZETANEWS. **Cadeia da Soja e Biodiesel – 4T2024. AgazetaneWS 2024.** Disponível em: <https://www.agazetaneWS.com.br>. Acesso em: 16 out. 2025.

BRASIL (via CEPEA/ABIOVE). **PIB da soja e do biodiesel cresce 21 % em 2023, mas renda real recua 5,3 %. Notícias Agrícolas, 04 abr. 2024.** Disponível em: https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/biocombustivel/373776-pib-da-soja-e-do-biodiesel-cresce-21-em-2023-mas-renda-real-recua-5-3.html?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 15 jun. 2025.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Informativo PAM 2023 – Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes (v. 50). Rio de Janeiro: IBGE, 2024.** Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2023_v50_br_informativo.pdf. Acesso em: 9 jun. 2025.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Painel de Indicadores – Indústria. [S.l.], 2025.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/indicadores#industria>. Acesso em: 11 jun. 2025.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Industrial Mensal: Produção Física – Brasil (Edição nº 40 823). Rio de Janeiro: IBGE, 2025.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9294-pesquisa-industrial-mensal-producao-fisica-brasil.html?edicao=40823&t=series-historicas>. Acesso em: 12 jun. 2025.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. 2023.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=producao_agropecuaria. Acesso em: 09 jun. 2025.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Pecuária. AgroInsights – Vegetal. Adidos Agrícolas, 2025.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/adidos-agricolas/seja-um-exportador/agroinsight>. Acesso em: 13 out. 2025.

CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Índices de Exportações do Agronegócio.** Cepea Export: Janeiro–Dezembro 2023. Piracicaba: CEPEA/ESALQ-USP, 2023. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/Cepea_Export_jan-dez_2023\(2\).pdf?utm_source=chatgpt.com](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/Cepea_Export_jan-dez_2023(2).pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 15 jun. 2025.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos – Safra 2022/2023.** Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/3o-levantamento-safra-2022-23/site_boletim_de_safra-3o_levantamento.pdf. Acesso em: 20 out. 2025.

DELOITTE BRASIL. **Regulamento Europeu Antidesmatamento: entenda a nova regulamentação e suas implicações no mercado brasileiro.** Deloitte, 2023. Disponível em: <https://www.deloitte.com/br/pt/services/consulting-risk/perspectives/regulamento-europeu-antidesmatamento.html>. Acesso em: 17 ago. 2025.

EMBRAPA. **Agricultura de precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo, segurança alimentar e sustentabilidade.** Brasília, DF: Embrapa, s.d. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/863610/agricultura-de-precisao-no-brasil-avancos-dificuldades-e-impactos-no-manejo-e-conservacao-do-solo-seguranca-alimentar-e-sustentabilidade>. Acesso em: 3 ago. 2025.

EMBRAPA. **Agricultura, sustentabilidade e tecnologia.** Brasília: Embrapa, s.d. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132991/1/Agricultura-Sustentabilidade-e-Tecnologia.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2025.

EMBRAPA. **Brasil lidera e é referência no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para produção de soja.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, [s.d.]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81613580/brasil-lidera-e-e-referencia-no-desenvolvimento-de-tecnologias-sustentaveis-para-producao-de-soja>. Acesso em: 10 ago. 2025.

EMBRAPA. **Embrapa Soja e Academia Chinesa de Ciências discutem pesquisa em soja.** Portal Embrapa. 20 Mar 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/index.php/noticias/embrapa-soja-e-academia-chinesa-de-ciencia-discutem-projetos-de-pesquisa-para-cultura-da-soja>. Acesso em: 26 out. 2025.

EMBRAPA. **Soja: 71 milhões de hectares foram poupados com adoção de tecnologias.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Disponível em: <https://sna.agr.br/soja-71-milhoes-de-hectares-foram-poupados-com-adocao-de-tecnologias/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

EMBRAPA. **Tecnologias para a produção de soja: safra 2023/24.** Londrina: Embrapa Soja, 2023.

FORBES BRASIL. **“Embrapa e Academia Chinesa de Ciência discutem projetos de pesquisa de soja no Brasil”** – Forbes Agro, Mar 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/89953047/panorama-e-tendencias-para-safra-20232024-serao-destaques-na-reuniao-de-pesquisa-de-soja>. Acesso em: 6 set. 2025.

FRANCESCHINI, A. et al. **Setor de Agronegócio: Soja. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2017.** Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://adelpha-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/d2ad76b8-9a9f-4805-9f8c-4fe0f5671727/contente>. Acesso em: 17 set. 2025.

GEREFFI, G.; FERNANDEZ-STARK, K. **Global Value Chain Analysis: A Primer. Durham: Center on Globalization, Governance & Competitiveness (CGGC), Duke University, 2011.** Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gary-Gereffi/publication/305719326_Global_Value_Chain_Analysis_A_Primer_2nd_Edition/links/579b6f0708ae80bf6ea3408f/Global-Value-Chain-Analysis-A-Primer-2nd-Edition.pdf?origin=publication_detail&_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uRG93bmxvYWQlLCJwcmV2aW91c1BhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlubiJ9fQ. Acesso em: 27 ago. 2025.

JUNQUEIRA, G. D. O café nas cadeias globais de valor. *Agroanalysis*, v. 34, n. 9, p. 44–45, 2014. Acesso em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/download/41197/39959>. Acesso em: 2 nov. 2025.

KPMG. **Rastreabilidade para o Agronegócio: requisitos do Regulamento Europeu para Produtos Livres de Desmatamento.** KPMG, ago. 2023. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/br/pdf/2023/8/KPMG-ESG-Rastreabilidade-para-o-Agronegocio.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025.

LOGCOMEX INSIGHTS. **China: como o excesso de oferta global de soja impacta o Brasil?** Logcomex, 2023. Disponível em: <https://insights.logcomex.com>. Acesso em: 15 out. 2025.

LOPES, A. S. **Agricultura tropical: transformações e desafios para o futuro**. Revista de Política Agrícola, Brasília, DF: Embrapa, v. 33, n. 2, p. 12-20, 2024. Disponível em: <https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/download/1252/1042/0>. Acesso em: 12 ago. 2025.

LOPES, Cristina Leme; CHIAVARI, Joana; SEGOVIA, Maria Eduarda. **Políticas Ambientais Brasileiras e o Novo Regulamento da União Europeia para Produtos Livres de Desmatamento: Oportunidades e Desafios**. Climate Policy Initiative, out. 2023. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/politicas-ambientais-brasileiras-e-o-novo-regulamento-da-uniao-europeia-para-produtos-livres-de-desmatamento-oportunidades-e-desafios/>. Acesso em: 17 out. 2025.

MANDARINO, J. M. G. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/462866/1/doc171.pdf>. Acesso em: 25 out. 2025.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (BR). **“Proposta de adiar lei antidesmatamento reconhece pleito do governo por maior clareza na lei”**. Brasília, 2 out. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/outubro/proposta-de-adiamento-da-eudr-reconhece-pleito-do-governo-por-maior-clareza-na-lei>. Acesso em: 18 out. 2025.

M. Aline. **Soja brasileira mantém protagonismo global mesmo sob pressão cambial**. Agrolink Notícias, 2023. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br>. Acesso em: 16 out nov. 2025.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **“Regulamento da União Europeia condiciona importação de determinadas commodities agrícolas e seus derivados a due diligence de desmatamento”**. Análise de Política Comercial, ano 2, n. 10, jul. 2023. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/78/99/78990af4-d034-4897-8013-252abe5b3ec2/apc_regulamento_ue_desmatamento_ano_2_n_10.pdf. Acesso em: 17 out. 2025.

S&P GLOBAL. **Agronegócio brasileiro se beneficia de exportações em alta**. S&P Global Ratings, maio 2023. Disponível em: <https://www.spglobal.com>. Acesso em: 13 out. 2025.

THE WALL STREET JOURNAL. **China is building megaports in South America to feed its need for crops**. Disponível em: <https://www.wsj.com>. Acesso em: 15 out. 2025.

UOL ECOA / Deutsche Welle. **“Como uma lei pioneira da Europa para o antidesmatamento vai afetar o Brasil”**. 11 maio 2023. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/deutsche-welle/2023/05/11/europa-vai-proibir-importacoes-de-produtos-oriundos-de-desmatamento-legal-e-ilegal.htm>. Acesso em: 18 out. 2025.

VIANA, Manoel B.; GOMIDE, Caroline S.; MEDEIROS, Fernanda P.; RAMOS, Claudete G.; THEODORO, Suzi H. **Avanços e inovações da tecnologia da rochagem no Brasil**. *Revista Novo Solo*, [S. l.], 11 jul. 2025. Disponível em: <https://revistanovosolo.org.br/2025/07/11/avancos-e-inovacoes-da-tecnologia-da-rochagem-no-brasil/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

XIMENES, L. F.; COÊLHO, J. D. **Panorama do comércio e processamento de soja: relações Brasil–China**. *Revista BNB*, ano 8, n. 287, maio 2023. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2025.