

Da tropicalização da soja à vocação para o agronegócio: transformações sociotécnicas sobre a cadeia de uma *commodity*

Vanessa Parreira Perin^{1*} 

Resumo

A ideia de que o Brasil possui uma inclinação natural e inerente – uma vocação –, não apenas para a agricultura, mas para o agronegócio, é um imaginário recorrentemente mobilizado por políticos, empresários, produtores rurais, representantes de associações do setor agropecuário, bem como por cientistas cujos trabalhos se dão na interface com esse segmento da economia nacional. Neste artigo, proponho analisar como o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, aplicadas às paisagens diversas dos cerrados e às sementes de soja, viabilizou a consolidação de um mercado global para a versão “tropicalizada” desse grão, bem como potencializou a ideia de uma “vocação” do país para o agronegócio. Argumento, assim, que atentar para a tropicalização da soja permite colocar em perspectiva a ideia de que haveria algo inato às paisagens brasileiras, que impulsiona o desenvolvimento do país rumo à constante expansão da fronteira agrícola. O artigo está estruturado em torno de dois momentos centrais na trajetória da soja nos cerrados e na consolidação do agronegócio brasileiro. O primeiro aborda os processos que viabilizaram a agricultura em larga escala na região central do país, culminando na tropicalização da soja. O segundo examina a formação de sua cadeia de valor – o chamado complexo soja – paralelamente à emergência do próprio agronegócio e ao surgimento de um novo paradigma sociotécnico com a introdução das sementes transgênicas nas lavouras brasileiras.

Palavras-chave: agronegócio, soja, tecnociência, commodity, cadeia de valor.

¹Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-graduação em Antropologia Social, São Carlos, SP, Brasil.

*Correspondência: vanessa.perin@ufscar.br

From the tropicalization of soybeans to the vocation for agribusiness: sociotechnical transformations in a commodity chain

Abstract

The idea that Brazil possesses a natural and inherent disposition – a vocation – not only for agriculture but specifically for agribusiness is a recurring imaginary invoked by politicians, business leaders, rural producers, representatives of agribusiness associations, as well as scientists whose work intersects with this sector of the national economy. In this article, I propose to analyze how the development of new techniques and technologies, applied both to the diverse landscapes of the *cerrados* and to soybean seeds, enabled the consolidation of a global market for the “tropicalized” version of this crop and further reinforced the notion of Brazil’s “vocation” for agribusiness. I argue that focusing on the tropicalization of soybeans provides a critical lens through which to challenge the idea that something innate within Brazil’s landscapes naturally propels the country toward the continual expansion of its agricultural frontier. The article is structured around two central moments in the trajectory of soybeans in the *cerrados* and in the consolidation of Brazilian agribusiness. The first examines the processes that enabled large-scale agriculture in the central region of the country, culminating in the tropicalization of soybeans. The second explores the formation of its value chain – the so-called “soybean complex” – alongside the emergence of agribusiness itself and the rise of a new sociotechnical paradigm following the introduction of transgenic seeds into Brazilian farming.

Keywords: agribusiness, soybeans, technoscience, commodity, value chain.

1. Introdução

Em outubro de 2024, durante uma das conferências do fórum Rio+Agro¹, Júlio Ramos, então secretário adjunto de Comércio e Relações Internacionais do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), destacou em sua fala o potencial do agronegócio brasileiro para oferecer soluções a desafios globais, como a insegurança alimentar, a transição energética e as mudanças climáticas. Segundo o secretário, essa competência do “Agro” decorreria não apenas da vasta extensão territorial do país – que tem permitido expressivos ganhos em produtividade –, mas de sua capacidade humana, científica e tecnológica, desenvolvidas ao longo de décadas. Na mesma conferência, o ex-ministro da agricultura, Roberto Rodrigues, retomou os desafios globais mencionados por Ramos, acrescentando a “desigualdade social” ao conjunto, para classificá-los como os “quatro cavaleiros do apocalipse” contemporâneo. Foi enfático, ainda, ao afirmar que a resposta a esses dilemas virá do agronegócio praticado na faixa tropical do planeta, particularmente do Brasil, onde haveria disponibilidade de terras, assim como um arcabouço tecnológico que impulsiona colheitas com produtividade crescente.

Ao longo de suas intervenções, tanto o ex-ministro quanto o secretário do MAPA associavam a excepcionalidade da agricultura tropical brasileira a um conjunto de transformações nas políticas tecnocientíficas para o setor, iniciadas há cinco décadas. Segundo Ramos, o aumento de 580% na produção agropecuária brasileira desde então seria fruto de “muita ciência, muita tecnologia, muita inovação no campo e da resiliência dos nossos produtores”. Para ele, foi esse conjunto de transformações, que tem como marco a criação da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) em 1973, que teria permitido ao país reconhecer plenamente sua “vocação” agrícola.

¹ Trata-se de um evento internacional que reúne especialistas dos setores do agronegócio, empresários, cientistas e representantes governamentais, com o objetivo de fomentar discussões em torno da temática do desenvolvimento agroambiental sustentável. Acompanhei a primeira edição desse evento como parte do meu trabalho de campo, em 2024, na cidade do Rio de Janeiro.

A ideia de que o Brasil possui uma disposição inerente – uma vocação – não apenas para a agricultura, mas para o agronegócio, é um imaginário recorrentemente mobilizado por políticos, empresários, produtores rurais, representantes de associações do setor agropecuário, bem como por cientistas cujos trabalhos se dão na interface com esse segmento da economia nacional. Ainda durante a Rio+Agro, por exemplo, o diretor executivo da Aprosoja (Associação Brasileira dos Produtores de Soja) e vice-presidente do IPA (Instituto Pensar Agro), Fabrício Rosa, destacou que o agronegócio brasileiro constitui a única agricultura tropical de alta produtividade, com capacidade para realizar até três safras sucessivas na mesma área. Assim como os demais palestrantes, ele atribuía esse desempenho aos investimentos em pesquisa, concentrados na Embrapa, que resultaram em inovações fundamentais para viabilizar a agricultura em escala nos cerrados – uma expressão da “vocação agrícola” do país, ele afirmava.

De modo semelhante, em 2023, o vice-presidente da ABAG (Associação Brasileira do Agronegócio), Ingo Ploger, também já havia destacado durante um fórum empresarial que “o agronegócio é uma vocação brasileira”. Para Ploger, por aliar empreendedorismo, tecnologia e educação, o setor teria se tornado uma solução para fornecer alimentos, fibras e energia para o mundo (Tv LIDE, 2023). Finalmente, em 2024, o então ministro da agricultura e pecuária, Carlos Fávaro, declarou durante o Fórum Internacional da Agropecuária, realizado na cidade de Cuiabá, que:

Esse país, que deixa de ser um importador de alimentos há cinquenta anos e torna-se esse grande provedor mundial de alimentos, precisa pensar [...] o quê e como vai produzir no futuro. [...] Os] modelos que foram muito bem sucedidos a partir da criação da Embrapa [...] e de todos os órgãos de pesquisa e extensão rural, que capacitaram *homens e mulheres* vocacionados a produzir alimentos, certamente não é o modelo que vai nos levar aos próximos cinquenta anos.

Alguns países do mundo [...] falam em desintensificação da agropecuária. O que certamente não é o modelo brasileiro. Nós vamos continuar fortalecendo a *nossa* vocação e a intensificação da produção de alimentos, mas de forma sustentável. (Canal Rural, 2024, destaques adicionados).

A partir das falas apresentadas, é possível perceber que, embora seja mobilizada a ideia de uma vocação imanente à agricultura brasileira, a disposição para o agronegócio é simultaneamente descrita como fruto de um conjunto de transformações sociotécnicas que foram induzidas em um momento específico: meados da década de 1970. Estão situadas, portanto, no período que corresponde à chamada “modernização da agricultura” no Brasil (1965-1980). Como aponta Delgado (2012), este foi o momento em que uma série de políticas promovidas pelo Estado ditatorial foram implementadas para modificar a base técnica da produção agrícola, visando integrá-la tanto ao processo crescente de industrialização e urbanização quanto ao mercado externo. Nesse contexto, incentivou-se a adoção dos pacotes tecnológicos promovidos pela “revolução verde”, os quais incluíam insumos industriais como fertilizantes, defensivos agrícolas, sementes melhoradas e corretivos de solo, além da introdução de máquinas voltadas à produção em larga escala, como tratores, colheitadeiras e sistemas de irrigação – tudo isso subsidiado por volumosas injeções de capital, viabilizadas pelo recém criado Sistema Nacional de Crédito Rural (Delgado, 1985). Ademais, o projeto de modernização se caracterizou pelos intensos investimentos em pesquisa e extensão agrícola e pelo estímulo à migração de produtores do Sul e Sudeste para as áreas de expansão da fronteira produtiva no Centro-Oeste (Silva, 2018).

A modernização do campo, portanto, compreende um processo complexo, marcado por transformações de ordem não apenas tecnocientífica, mas, sobretudo, política. É importante lembrar que seu projeto representa a derrota dos movimentos pela reforma agrária, em favor de um sistema de incentivos tecno-financeiros à colonização de terras ditas “subutilizadas” pelos “agricultores modernos” (Delgado, 2012, Klein; Luna, 2023).

Portanto, reduzir essa complexidade à noção de “vocação” exemplifica aquilo que Latour (1994, 2000) denomina como um procedimento de purificação, por meio do qual tais desenvolvimentos são naturalizados e alocados a uma “caixa preta”² (a própria ideia de vocação), que oblitera as muitas controvérsias, disputas e decisões que possibilitaram a consolidação do agronegócio como segmento hegem nico da economia nacional.

A “vocação” da agricultura brasileira para o agronegócio também pode ser compreendida como o que Jasanoff (2015) define como um “imaginário sociotécnico”: visões de futuros desejáveis, coletivamente sustentadas, institucionalmente estabilizadas e publicamente promovidas. Esses imaginários articulam formas de vida e de ordem social agenciadas por entendimentos compartilhados sobre o que avanços tecnocientíficos delimitam como possível e legítimo. Avanços que, por sua vez, são impulsionados por esses mesmos imaginários, tipicamente calcados em visões positivistas de progresso.

Corroborando tal imaginário sociotécnico sobre a modernização da agricultura no Brasil, o agrônomo Amélio Dall’Agnol, pesquisador da Embrapa, observa que a diversidade de climas e solos no Brasil teria sempre indicado que o país estava “vacionado para ser o celeiro do mundo” (Dall’Agnol, 2016). No entanto, afirma o pesquisador, esse potencial só teria sido plenamente “descoberto” a partir da década de 1970, quando um cultivo em particular desempenhou papel central nesse processo de transformação: a soja. Embora hoje seja a principal *commodity* agrícola brasileira, essa é uma planta de origem estrangeira, que precisou passar por diversas intervenções tecnocientíficas – iniciadas sob o advento da modernização da agricultura – para se adaptar às condições tropicais dos cerrados.

² Latour (2000) faz alusão a um recurso utilizado por certas ciências para representar graficamente sistemas cujo funcionamento interno é excessivamente complexo. Nessa representação, certos pontos do sistema são simbolizados por uma caixa-preta, que desvia a atenção para suas entradas e saídas, tornando opaco o que ocorre em seu interior. Essa metáfora evidencia como controvérsias, incertezas, mediações e negociações envolvidas na construção de um artefato ou narrativa científica são simplificadas ou obliteradas. O que emerge da caixa-preta, por sua vez, é tomado como um “dado” estabilizado, cuja complexidade original já foi purificada.

Só então essa oleaginosa pôde assumir um lugar central na construção do imaginário da “vocação” agrícola nacional.

Neste artigo, proponho analisar como o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias, aplicadas às paisagens diversas dos cerrados e às próprias sementes de soja, viabilizou a consolidação de um mercado global para a versão “tropicalizada” desse grão, bem como potencializou tal imaginário de uma “vocação” do país para o agronegócio. Argumento, assim, que atentar para a tropicalização da soja permite colocar em perspectiva a ideia de que haveria algo inato às paisagens brasileiras, que impulsiona o desenvolvimento do país rumo à constante “expansão da fronteira agrícola”³. Em contraste, o agronegócio será abordado como um projeto sociotécnico que conforma desenhos de mundo escaláveis (Cf. Camana; Perin, 2023). Trata-se do que Tsing (2019) descreve como uma ecologia da *plantation*: esquemas de simplificação ecológica voltados à maximização da produção de umas poucas espécies, por meio da organização e do controle dos espaços, com o objetivo de padronizar e replicar determinadas paisagens. São máquinas de produção do mesmo, que, no limite, tendem a suprimir a diversidade dos emaranhamentos multiespécie.

A pesquisa que fundamenta este artigo foi realizada entre 2022 e 2025, estruturando-se em três procedimentos metodológicos principais: (1) pesquisa etnográfica, com observação participante em eventos científicos e empresariais relacionados ao agronegócio da soja⁴; (2) análise de

³ Destaco que a noção de “vocação” é mobilizada neste artigo como uma categoria êmica, ou seja, ancorada nas interpretações, significados e explicações atribuídos pelos próprios sujeitos da pesquisa durante os momentos de observação etnográfica. Nesse sentido, não se trata da concepção elaborada por Weber (2004), que associa a vocação a um chamado para o cumprimento de um dever moral ou religioso. Ainda assim, a maneira como os sujeitos da pesquisa utiliza essa ideia carrega nuances de uma concepção de “vocação” enquanto comprometimento ético com uma causa ou atividade específica, nos termos discutidos por Weber (2003).

⁴ Entre os eventos que acompanhei, destaco: Congresso Brasileiro de Soja (em 2022 e 2025); a Reunião de Pesquisa de Soja (em 2024); o Seminário “Desafios de Liderança no Mercado da Soja” (em 2024); o *workshop* “Embrapa 50 Anos” (em 2025); o Non-GMO Summit (em 2024); o Fórum Rio+Agro (em 2024 e 2025); e a conferência Agrotech, (em 2024). Também acompanhei eventos realizados de forma remota, como o Dia de Campo – Soja Baixo Carbono (em 2024), o Congresso Brasileiro do Agronegócio (em 2023, 2024 e 2025), o Desafio Nacional de Máxima Produtividade de Soja do Comitê Estratégico Soja Brasil (em 2024).

documentos técnicos que abordam os procedimentos que resultaram na tropicalização da soja, bem como de publicações mais recentes da Embrapa que retomam esses processos, utilizadas para descrever os encadeamentos dessa série de intervenções e transformações sobre os solos dos cerrados e nas cultivares de soja⁵; e (3) entrevistas em profundidade com dois melhoristas vegetais que participaram da adaptação das primeiras cultivares de soja aos cerrados, além de três pesquisadores da Embrapa, atuantes nas áreas de microbiologia, manejo e bioquímica do solo, fitotecnia, manejo de plantas daninhas, ecofisiologia da soja e agrometeorologia.

Articulada aos estudos sociais da ciência e tecnologia e à antropologia das relações mais-que-humanas, o artigo está estruturado em torno de dois momentos centrais na trajetória da soja nos cerrados e na consolidação do agronegócio brasileiro. O primeiro aborda os processos que viabilizaram a agricultura em larga escala na região central do país, culminando na tropicalização da soja. O segundo examina a formação de sua cadeia de valor – o chamado complexo soja – paralelamente à emergência do próprio agronegócio e ao surgimento de um novo paradigma sociotécnico com a introdução das sementes transgênicas nas lavouras brasileiras. Na parte final do artigo, as considerações se voltam à reflexão sobre um terceiro momento, cujo imaginário sociotécnico ainda está em disputa: as controvérsias em torno da ideia de que a vocação da agricultura brasileira seria a de um agronegócio sustentável.

2. A conquista dos cerrados

Embora os primeiros registros sobre a presença da soja no Brasil remontem aos experimentos realizados em 1882 pelo agrônomo Gustavo D'utra, no Instituto Agrícola da Bahia, e às sementes trazidas por imigrantes

⁵ Trata-se de documentos do acervo histórico de pesquisas da Embrapa (particularmente da Embrapa Soja e da Embrapa Cerrados), digitalizados e disponíveis na plataforma online de publicações e bibliotecas da instituição, além de materiais coletados em trabalho de campo.

japoneses que chegaram a São Paulo em 1908, a produção nacional dessa leguminosa com fins comerciais só se tornou expressiva a partir de meados da década de 1940 – ainda que estivesse restrita aos estados da região Sul do país (Gazzoni; Dall’Agnol, 2018; Bonato; Bonato, 1987). No início dos anos 1970, porém, uma série de fatores conjunturais foi decisiva para desencadear o que Hasse (1996) denominou uma “febre da soja” no Brasil, impulsionada pelo expressivo aumento do preço do grão no mercado internacional⁶.

Entre 1972 e 1973, um fenômeno climático provocou uma queda de quase 90% na pesca de anchovas no Peru, enquanto uma seca severa atingiu países da África Ocidental, comprometendo as plantações de amendoim. Naquela época, essas eram fontes essenciais de proteína na composição da ração animal. A demanda por insumos alternativos como a soja, portanto, aumentou significativamente. Paralelamente, uma enchente no rio Mississipi afetou a safra norte-americana de soja, ao mesmo tempo em que houve uma redução na produção do grão na China e na antiga União Soviética. Com os principais exportadores enfrentando dificuldades, a oferta global do grão foi severamente afetada. Como aponta Du Bois (2018), diante desse cenário, o governo dos Estados Unidos optou por suspender suas exportações de soja, com o objetivo de preservar estoques internos e conter a inflação no preço da carne. Nesse contexto, o Brasil começa a desponta como exportador de soja, favorecido pelo fato de sua

⁶ De acordo como o documento *A soja no Brasil: história e estatística* (Bonato; Bonato, 1987), publicado pela Embrapa Soja, após os experimentos pioneiros conduzidos por D’utra, ainda no século XIX, foram realizados estudos sobre a soja no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Esses trabalhos seriam seguidos por diversas iniciativas de pesquisa nas primeiras décadas do século XX. Destacam-se, nesse período, as experiências do pastor alemão Albert Lehenbauer, que, em 1923, cultivou algumas variedades em Santa Rosa (RS), e do pesquisador Henrique Lobbe, que retomou os estudos do IAC em 1926, utilizando variedades trazidas dos Estados Unidos. Uma experiência singular foi conduzida pelo agrônomo polonês Ceslau Biezanco, que, em 1932, distribuiu dois quilos da variedade *Laredo* entre agricultores de Guarani das Missões (RS). Cabe destacar, contudo, que os estudos desse período tinham como foco principal a avaliação do desempenho da soja como planta forrageira e para alimentação animal, mais do que como cultura voltada à produção de grãos (Gazzoni; Dall’Agnol, 2018).

produção ocorrer durante a entressafra norte-americana⁷. Em função do desequilíbrio entre oferta e demanda, o preço da soja disparou: se, em 1971, a cotação média do grão na bolsa de Chicago era de 112 dólares por tonelada, entre abril e junho de 1973, o preço da tonelada de soja passou de 150 para quase 600 dólares (Hasse, 1996).

Atraídos não apenas pela valorização dos preços no mercado internacional, mas também pelos estímulos vindos do projeto governamental de modernização do campo – como o financiamento subsidiado para a aquisição de maquinário e a ampliação do acesso ao crédito para compra de terras nas regiões centrais do Brasil –, nesse momento muitos agricultores do Sul do país se voltaram para o cultivo da soja. Ademais, a partir da segunda metade da década de 1970, a migração de produtores rurais para os cerrados foi impulsionada pelos sucessivos projetos de colonização implementados pelo governo federal⁸, com o objetivo de racionalizar a ocupação e promover a “agricultura moderna” na região. Como aponta Almeida (2013), pequenos agricultores sulistas, especialmente das antigas colônias de imigrantes europeus, foram selecionados como beneficiários destes programas por já dominarem a mecanização agrícola, pela escassez de terras e consequentes conflitos em suas regiões de origem e porque suas famílias já haviam sido bem sucedidas

⁷ Vale destacar que, nesse período, a soja já se consolidava como cultura comercial no Sul do país e ganhava escala impulsionada por iniciativas originalmente voltadas à triticultura, como a “Operação Tatu”. Esse programa incentivava o cultivo consorciado de trigo, gramínea plantada no inverno, com a soja, cultivada no verão, permitindo aos agricultores otimizar o uso da terra, do maquinário e da mão de obra (Dall’Agnol, 2016). Como observa Hasse (1996, p. 35), “o projeto era, na realidade, um thriller do primeiro pacote de tecnologia agrícola do mundo capitalista. Prescrevia o uso de calcário para corrigir a acidez dos solos e de adubos químicos para nutrir as plantas – nascidas, por sua vez, de sementes híbridas selecionadas após rigorosas pesquisas genéticas. Tudo trabalhado com modernas máquinas de preparo do solo, plantio e colheita”.

⁸ Entre estas iniciativas, destacam-se o Programa de Assentamento Dirigido do Alto Paranaíba (PADAP), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER), que facilitaram o estabelecimento de infraestruturas de armazenagem e comercialização da produção agrícola na região central do país (Hosono; Hongo, 2016, Santos, 2016).

em projetos de colonização nas décadas de 1950 e 1960 em Santa Catarina e no Paraná. Em contraste com estes “agricultores modernos”, a população que já habitava os cerrados era vista pelos gestores públicos e empresas colonizadoras como despreparada tecnicamente. A modernização do campo, portanto, resultou na massiva concentração de terras em poder da nova elite migrante (Castrillon Fernandez, 2007).

A “febre da soja” também se propagou a partir do imaginário construído em torno de figuras como o empreiteiro e banqueiro paulista Olacyr de Moraes, que naquele período começava a se envolver com a produção agrícola, após adquirir terras no Mato Grosso do Sul. Moraes enriqueceu de forma rápida, graças à especulação em torno da cotação da soja no mercado internacional, tornando-se o primeiro “rei da soja”. Não obstante, ele reconhecia que grande parte do sucesso da soja cultivada nos cerrados foi alcançado em função dos avanços na pesquisa agrícola. Sempre próximo de especialistas, como o agrônomo da Universidade Federal de Viçosa, Tuneo Sedyama, Moraes declarou em entrevista à revista *Veja*, em 1988, que “no fundo, devemos quase tudo ao trabalho desses rapazes, técnicos e cientistas agrícolas” (Hasse, 1996).

Tal importância da pesquisa agrícola para a expansão da sojicultura torna-se evidente quando consideramos que, conforme avançavam na “conquista do Cerrado” (Silva, 2018), os “agricultores modernos” passaram a enfrentar desafios para manter a produtividade de suas lavouras. Conforme frequentemente reiterado nos eventos que acompanhei e nas entrevistas realizadas, tais limitações decorriam das próprias características dos solos da região, marcados por alta acidez e baixa fertilidade. Somava-se a isso o fato de a soja ser uma cultura originária de zonas temperadas, o que dificultava seu pleno desenvolvimento em condições tropicais. Como será discutido a seguir, as pesquisas voltadas ao manejo da fertilidade do solo e à adaptação das sementes de soja ao ambiente tropical foram decisivas para viabilizar o projeto de modernização da agricultura e, conseqüentemente, consolidar a chamada “vocação” nacional para o agronegócio.

2.1 A construção dos solos

Durante a conferência de abertura do X Congresso Brasileiro de Soja⁹, o melhorista Romeu Kiihl – conhecido como o “pai da soja tropical” por seu papel central no desenvolvimento da primeira cultivar adaptada aos cerrados – destacou que, ao longo dos cem anos de cultivo da soja no Brasil, “nós saímos de uma garrafa de sementes para quase 170 milhões de toneladas”. Algo que ele considerava “uma história muito interessante”, que se assentava em três pilares fundamentais: no trabalho de melhoramento genético, no qual esteve diretamente envolvido, no “grande e corajoso agricultor brasileiro”, mas, primeiramente, nos “estudos de correção da acidez do solo e equilíbrio da fertilidade dos nossos solos”. Nesse mesmo sentido, em um dos capítulos da publicação “Cultura da Soja nos Cerrados”¹⁰, os autores ressaltam que o sucesso no uso de solos “ácidos e pobres como os de cerrado” depende da aplicação de “bons programas de correção e adubação”:

A introdução de culturas comerciais como a soja no sistema de produção da região de cerrados requer algumas melhorias nas características químicas destes solos. Um dos primeiros problemas a serem corrigidos é a acidez destes solos, que em condições naturais apresentam saturação por alumínio superior a 10% e, 84% da área agrícola [...]. Além do excesso de acidez, estes solos são pobres em cálcio e magnésio, problema este a ser resolvido juntamente com a eliminação do alumínio. [...] A correção da acidez superficial é feita com calcário. E a subsuperficial com gesso. (Sousa; Lobato; Miranda, 1993, p. 138).

⁹ Este evento de caráter científico foi realizado entre os dias 21 e 24 de julho de 2025 na cidade de Campinas (SP). Acompanhei sua realização como parte de minhas atividades de pesquisa de campo.

¹⁰ Essa publicação foi organizada por dois outros melhoristas da Embrapa que também estiveram envolvidos no desenvolvimento das primeiras cultivares “tropicalizadas” de soja: Neylson Arantes e Plínio de Mello Souza. Ela foi elaborada a partir dos anais do Simpósio sobre a Cultura da Soja nos Cerrados, realizado em Uberaba (MG), em 1992.

Embora seja frequentemente apresentado como uma paisagem homogênea – o Cerrado –, este bioma é melhor concebido como um mosaico ecológico, composto por diversas formações vegetais, tais como campos cerrados, pradarias, formações arbustivas, florestas tropicais, entre outros (Dutra; Silva, 2020). Desde a década de 1920, as áreas de mata com solos mais férteis passaram a ser ocupadas pela agricultura extensiva, ao passo que a baixa fertilidade dos solos nas formações savânicas e campestres dificultava a prática agrícola nessas regiões (Silva, 2018). Durante muitas décadas, essas zonas foram consideradas terras marginais pouco fecundas, sendo utilizadas por povos nativos, que cultivavam as áreas nas proximidades dos rios, ou destinadas à pecuária extensiva.

Foi apenas na década de 1960 que pesquisadores de universidades e empresas públicas de pesquisa no Brasil, oriundos de diferentes áreas (botânica, geologia, pedologia e agronomia), passaram a se dedicar ao estudo da vegetação peculiar dos cerrados, caracterizada por árvores de porte reduzido, com casca espessa e folhas coriáceas. Esses estudos buscavam compreender a relação dessa vegetação com os solos da região, marcados pelo mencionado alto teor de alumínio, que lhes confere acidez, e pela presença limitada de micronutrientes (Hosono; Hongo, 2016). Ao investigarem os mecanismos de adaptação dessa vegetação, as pesquisas passaram também a buscar alternativas para viabilizar a agricultura nestas áreas. “Nesse âmbito foram desenvolvidos desde métodos de calibração e avaliação de teores de nutrientes nos solos e nas plantas até as melhores formas de aplicação de corretivos e fertilizantes” (Kiihl; Calvo, 2008, p. 202). Assim, os cerrados deixaram de ser vistos como terras naturalmente improdutivas e passaram a ser valorizados por seu potencial agrícola – desde que suas limitações fossem “corrigidas” por meio de intervenções tecnocientíficas, como as descritas na publicação mencionada acima.

Como reflexo da revolução verde, os esforços voltados não apenas à manutenção, mas à “construção” da fertilidade dos solos dos cerrados foram conduzidos por uma articulação entre instituições públicas e

privadas, nacionais e estrangeiras (Nehring, 2022). Destaca-se a atuação do International Research Institute (IRI), um dos braços científicos da Fundação Rockefeller, que, desde a década de 1940, desenvolvia projetos voltados à regeneração dos solos degradados dos cafezais em áreas de Mata Atlântica. Como aponta Silva (2018), com financiamento do Rockefeller Brothers Fund, técnicos norte-americanos e brasileiros do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) conduziram experimentos em duas regiões do bioma Cerrado: Matão, no oeste paulista, e Anápolis, em Goiás. Os estudos tinham como objetivo melhorar a fertilidade do solo nas áreas selecionadas, utilizando a soja e o algodão como culturas-teste.

Os resultados desses experimentos indicaram que, apesar da deficiência de diversos nutrientes, os solos apresentavam boa resposta à aplicação de calcário para corrigir a acidez e de fertilizantes à base de enxofre, nitrogênio, potássio e cálcio. Esta fórmula se tornaria o modelo para promover a agricultura de larga escala nos campos cerrados. De acordo com Nehring (2016), o programa de pesquisa conduzido pelo IRI e pelo IAC contribuiu também para consolidar um novo imaginário sobre a região: o de um território com imenso potencial produtivo, garantido pela aplicação de tecnologia agrícola moderna e insumos químicos. Como resultado do conjunto de intervenções tecnocientíficas que viabilizaram a conversão dos cerrados em terras aptas à agricultura em larga escala, em 2006 o Prêmio Mundial da Alimentação foi concedido a dois agrônomos brasileiros, Alysson Paolinelli e Edson Lobato, e ao cientista norte-americano Andrew Colin McClung. A premiação reconhecia, assim, suas contribuições para a transformação dos cerrados naquilo que o “pai da revolução verde”, Norman Borlaug, descreveu como a zona de expansão agrícola mais importante do mundo no século XX (Nehring, 2022).

Com a criação da Embrapa, em 1973, as pesquisas voltadas ao “melhoramento do solo” passaram a se concentrar no recém-instalado Centro de Pesquisas Agropecuárias dos Cerrados (CPAC) – futura Embrapa

Cerrados – localizada em Planaltina (DF). No CPAC, foram desenvolvidas pesquisas sobre a disponibilidade de nutrientes e de água nos solos desse bioma, foram feitas adaptação e seleção de novas cultivares, além do aprimoramento de técnicas de manejo do solo e de controle de pragas, que rapidamente se consolidaram como referência entre agricultores e pesquisadores (Sousa, 1990). No mesmo período, o instituto japonês Tropical Agricultural Research Center iniciou uma parceria com o CPAC, que se mostrou decisiva para a posterior implementação do PRODECER (Hosono; Hongo, 2016). Estabelecido como uma iniciativa de cooperação entre os governos do Brasil e do Japão, esse programa foi fundamental para incorporar as terras agricultáveis do Centro-Oeste a um modelo empresarial de agroindústria, orientado para a produção para exportação. Segundo Okada (2015), entre 1974 e 1999, o governo japonês investiu 28 bilhões de dólares em infraestrutura (estradas, energia, portos, armazéns) e na transferência de tecnologias agrícolas, como sementes melhoradas e fertilizantes químicos, que transformaram cerca de 300 mil hectares em áreas de monocultura.

Além dos esforços para adaptar os solos dos cerrados à agricultura dita moderna e empresarial, essa rede de pesquisadores também se dedicou ao desenvolvimento de novas variedades de cultivos adaptados ao ambiente tropical – especialmente a soja. Segundo Hosono e Hongo (2016), mais do que uma cultura economicamente atrativa à época, a soja desempenhava um papel central na adaptação da terra ao modelo de agricultura intensiva que se constituía naquele momento. Isso porque as leguminosas estabelecem relações simbióticas com bactérias presentes nos nódulos de suas raízes, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico no solo, aumentando a fertilidade deste. Além disso, a soja também era utilizada como planta forrageira, contribuindo para o acúmulo de matéria orgânica no solo. Esses dois processos, já empregados nas lavouras do Sul do país, tornaram-se fundamentais no preparo da terra para a agricultura em larga escala.

Todavia, como destacaram dois de meus interlocutores em entrevista – um melhorista genético e um especialista em solos e nutrição de plantas –, quando o cultivo da soja migrou para os cerrados, os pesquisadores da Embrapa constatarem uma incompatibilidade entre as cultivares do IAC e as cepas de bactérias fixadoras de nitrogênio então utilizadas, em geral selecionadas como inoculantes¹¹ a partir de experimentos realizados no Sul do país. Consequentemente, em um primeiro momento, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) pela soja cultivada nos cerrados não foi tão eficiente quanto se esperava. Essa limitação impulsionou tanto a busca por novas cultivares adaptadas quanto avanços fundamentais nas pesquisas sobre FBN, entre as quais se destacam os trabalhos de Johanna Döbereiner e Mariângela Hungria. De todo modo, a sojicultura foi introduzida nos cerrados como uma cultura lucrativa e de produtividade satisfatória, beneficiando-se de um regime de chuvas bem distribuído, de vastas áreas de relevo plano favorável à mecanização, e das novas técnicas de “construção” da fertilidade do solo.

2.2 O melhoramento das sementes

Quanto mais se afastavam da região subtropical, porém, mais os “agricultores modernos” enfrentavam um desafio peculiar para cultivar a soja: o fotoperiodismo da planta, ou seja, sua resposta biológica aos ciclos de luz e escuridão. Convencionalmente, a soja é uma cultura que se desenvolve melhor quando exposta a dias curtos e noites longas, uma condição típica dos invernos em regiões localizadas acima dos 30º de latitude (Almeida et al., 1999). Já em zonas de baixa latitude, a planta florescia precocemente, apresentando um ciclo vegetativo mais curto em resposta ao nictoperíodo (duração da noite) reduzido (Nepomoceno et al., 2021).

¹¹A inoculação de bactérias para fixação de nitrogênio consiste na introdução, no solo ou diretamente nas sementes, de microrganismos capazes de estabelecer uma relação simbiótica com plantas para converter o nitrogênio atmosférico (N₂) em formas assimiláveis pelas plantas, como amônia (NH₄⁺) (Cf. Hungria; Nogueira, 2020).

Essa antecipação do florescimento comprometia a formação de vagens e dos grãos, por conseguinte, reduzindo o potencial produtivo da cultura. Além disso, o ciclo de maturação curto tornava as plantas mais baixas, o que dificultava o uso da colheitadeira mecânica (Silva Neto; Pereira, 2022). Como observam Kiihl e Calvo (2008), nos trópicos, a cultura da soja – propulsora da ocupação dos cerrados e do agronegócio – exigiu uma verdadeira reinvenção.

O bom desempenho das lavouras de soja implantadas no Brasil nas primeiras décadas do século XX deveu-se à semelhança entre as condições climáticas da região Sul e aquelas das áreas produtoras dos Estados Unidos, de onde vieram as primeiras variedades utilizadas na produção comercial do grão no país. Embora instituições de pesquisa locais já tivessem iniciado a seleção de cultivares nacionais – como a Santa Rosa, desenvolvida pelo IAC¹² –, até o momento da “febre da soja”, ainda não existia em nenhuma parte do mundo plantas adaptadas a baixas latitudes (Dall’Agnol, 2016). Como descreve Hasse (1996), entre os anos 1950 e 1960, os experimentos com soja eram conduzidos principalmente por agrônomos do IAC, como José Gomes da Silva (conhecido como Zé Sojinha), Neme Abdo Neme e Shiro Miyasaka, entusiastas dessa cultura como promissora fonte de proteína. Financiadas, sobretudo, pela crescente indústria de óleos vegetais, essas pesquisas concentravam-se no cruzamento de variedades, buscando selecionar características que favorecessem a mecanização da lavoura e um elevado teor de óleo nos grãos. Durante esses experimentos, porém, agrônomos do IAC encontraram uma variedade de soja com baixa sensibilidade ao fotoperíodo em Minas Gerais (Hasse, 1996). Essa característica singular se tornaria a chave para o processo de tropicalização dessa planta.

¹²Em 1965, o governo brasileiro assinou um acordo com a USAID, que autorizava oficialmente a troca de material genético entre os dois países. Nesse contexto, a cultivar Santa Rosa foi o resultado do cruzamento das variedades dos EUA consideradas mais produtivas (Nehring, 2022). As cultivares norte-americanas, por sua vez, haviam sido selecionadas principalmente a partir de variedades chinesas e de outras regiões da Ásia (Hasse, 1996).

O desenvolvimento de variedades adaptadas ao clima e aos solos dos cerrados ocorreu em diferentes frentes de pesquisa ao longo da década de 1970. Ainda no âmbito do IAC e de sua parceria com o IRI, o agrônomo Romeu Kiihl iniciou uma série de cruzamentos entre variedades com o objetivo de selecionar, por meio do melhoramento genético, características que possibilitassem uma soja produtiva em latitudes tropicais. Contudo, como me relatou em entrevista, os estudos para realizar esta seleção começaram a ser desenvolvidos ainda em 1966, durante seu mestrado na Universidade do Mississippi, sob a orientação de Edgard Hartwig:

Ele [Hartwig] foi quem começou o movimento da soja para menores latitudes. [...] Aí eu fui fazer o meu mestrado, fiz em melhoramento de plantas, com campo menor de concentração em fisiologia vegetal. E o Hartwig falou, [...] “eu quero que você estude a segregação para florescimento e a altura de plantas nas condições de Stoneville, a 33º de latitude, e nas condições onde você vai trabalhar em Campinas, 23º [de latitude]”. [...] Então eu fiz a comparação com o que acontecia com alguns experimentos lá em Mississippi e com o que aconteceria em Campinas. Eu tive todo o treinamento – a importância do fotoperiodismo, desenvolvimento de plantas, florescimento – tive todo esse treinamento e tive a formação em melhoramento de fisiologia vegetal. Aí eu voltei para o Brasil e as coisas para mim estavam claras: eu poderia desenvolver a soja para menores latitudes, usando uma característica que nós chamávamos, na época, florescimento tardio em dias curtos (Romeu Kiihl, melhorista, entrevista realizada em setembro de 2025).

Com a criação da Embrapa Soja (primeiramente denominada Centro Nacional de Pesquisa de Soja), em 1975, na cidade de Londrina (PR), Kiihl passou a integrar a nova instituição, onde deu continuidade a esses experimentos junto a sua equipe. O foco do grupo era incorporar ao germoplasma brasileiro genes capazes de prolongar o período juvenil da planta (pubescência), permitindo um desenvolvimento vegetativo mais longo antes da entrada na fase reprodutiva.

As cultivares portadoras dessa característica, recessiva e controlada por um, dois ou mais genes, dependendo do genótipo, não florescem antes que seu período juvenil, ou subperíodo vegetativo, seja completado, mesmo quando plantadas em condições de dias curtos. Com isso, foi possível cultivo da espécie, originária de países de clima temperado, até mesmo nas baixas latitudes de um país tropical como o Brasil. (Kiihl; Calvo, 2008, p. 207).

Conforme registrado no comunicado técnico do CPAC “Nova Variedade de Soja para os Cerrados” (Crocomo; Spehar, 1981), destes cruzamentos, foram selecionadas dezenas de linhagens, já com plantas mais homogêneas, que pudessem ser testadas em campo no “Brasil Central”. Essa nova etapa de testes contou, por sua vez, com o apoio de instituições como o próprio CPAC, da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) e da ENGOPA (Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária). “O plantio das populações (*bulks*) era feito no inverno, quando os dias são curtos, a fim de se obter linhagens de ciclo longo e com possível potencial de adaptação a uma vasta área situada em baixa latitude” (Silva Neto; Pereira, 2022, p. 260). Nessa fase das pesquisas, destacou-se a atuação do agrônomo Plínio Mello de Souza, do CPAC (hoje Embrapa Cerrados), que, em 1980, concluiu junto à sua equipe o processo de hibridação da cultivar Doko, a primeira variedade de soja apta ao cultivo nos cerrados (Hosono; Hongo, 2016, Crocomo; Spehar, 1981).

Paralelamente, em 1972, o agrônomo Francisco Terasawa – até então atuante no setor público de pesquisa agrícola do Paraná – fundou a empresa FT Pesquisa e Sementes. Terasawa decidiu concentrar as atividades da empresa no melhoramento genético da soja. Seus primeiros experimentos foram com sementes resultantes da multiplicação de variedades UFV, desenvolvidas pela Universidade Federal de Viçosa, no contexto de um convênio de transferência de tecnologias firmado com a Purdue University, dos Estados Unidos (Hasse, 1996). As plantas resultantes desses experimentos, que já apresentavam bom desempenho nos cerrados, foram posteriormente cruzadas com sementes de uma linhagem recebida por Terasawa de um fazendeiro norte-americano:

[E]le selecionou 42 plantas com características distintas da linhagem Mutasoja, que apresentavam maior altura, ciclo e pubescência mais longos e diferentes cores de flores. Esse plantio de soja em Londrina durante o inverno foi pioneiro no Brasil [...]. Francisco posteriormente semeou as 42 plantas selecionadas, agora durante a estação normal de plantio de verão [...]. A partir daí, o objetivo com essas linhagens foi avaliá-las no ambiente do Cerrado brasileiro, a fim de determinar o comportamento e as características individuais de cada uma. (Terasawa et al., 2017, p. 20).

Assim, o agrônomo iniciou novos experimentos com as plantas selecionadas em uma área de pastagens, com solos ácido e pouco férteis, na divisa entre Unaí (MG) e Cristalina (GO). Dessa vez, o objetivo de Terasawa era selecionar variedades mais resistentes às condições típicas dos solos nos cerrados, sem que fosse necessário o trabalho constante de “construir” sua fertilidade (Nehring, 2022, Silva, 2018). O resultado foi a cultivar FT-Cristalina, a “rainha do Cerrado”, lançada comercialmente em 1981.

As cultivares Doko e FT-Cristalina foram fundamentais para viabilizar a expansão da sojicultura sobre as terras dos cerrados, permitindo o avanço da cultura para áreas cada vez mais extensas e ao norte do país¹³. Além da expansão territorial da fronteira agrícola, essas variedades possibilitaram safras progressivamente mais produtivas em termos de rendimento por hectare e, por muitos anos, foram as cultivares mais plantadas na região central do país. Enquanto a Doko era uma cultivar rústica de entrada, que preparava o solo da primeira safra para que este começasse a produzir nas condições de baixa latitude, a FT-Cristalina era utilizada para consolidar as safras seguintes (Silva Neto; Pereira, 2022, Kihl et al., 2003).

¹³Segundo Hosono e Hongo (2016), a performance produtiva da Doko era extremamente estável e adaptável, pois “à medida que a terra se torna mais arável, novas variedades substituem as antigas, e a maioria delas dura de cinco a sete anos. A Doko, por outro lado, sobreviveu 20 anos desde seu desenvolvimento. Em certo momento, a variedade ostentou a maior área de cultivo do mundo” (p. 17, tradução da autora).

Como informa o *site* da Embrapa Soja, “com o uso da característica do florescimento tardio em dias curtos, ou do chamado ‘período juvenil longo’, não há mais restrição fotoperiódica ao plantio comercial de soja, mesmo sob a linha do equador, o que rendeu ao Brasil o título de país que ‘tropicalizou’ a soja” (Nepomoceno et al., 2021). Desde então, foram lançadas muitas dezenas de cultivares adaptadas aos cerrados, que até hoje continuam sendo “melhoradas” por empresas públicas e privadas de pesquisa agrícola. Ainda na década de 1980, a Embrapa lançou a cultivar Tropical, recomendada para latitudes inferiores a 15º (Campelo et al., 1998). Segundo um panfleto de divulgação da cultivar, a Tropical representava “o elo que a torna uma cultura de âmbito nacional” (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1980). Já na década de 1990, novas cultivares tropicalizadas passaram a se destacar em resposta aos desafios emergentes do cultivo da soja nos cerrados, como o surgimento de novas doenças. Uma delas, como relatou em entrevista o melhorista Neylson Arantes, foi o cancro da haste, controlado com o desenvolvimento da variedade Conquista:

Eu já estava na Embrapa, e apareceu no Brasil uma doença terrível, que era o cancro da haste. Todos as nossas variedades eram suscetíveis. Foi assim, um arraso. Ela causava um dano muito grande. Felizmente, rapidamente, nós conseguimos identificar o gene que conferia a doença. E esse passou a ser mais um gene introduzido na soja para conferir resistência à doença. Para você ter uma ideia, a primeira soja que nós lançamos aqui com resistência ao cancro da haste recebeu o nome de Conquista. Eu dei o nome de Conquista para homenagear uns agricultores do município vizinho aqui de Uberaba. E essa soja fez um sucesso tão grande, porque ela era resistente ao cancro da haste e era altamente produtiva. Ou seja, de uma hora para outra, um produtor que produzia 40 sacos por hectare começou a conseguir produzir 60. Foi um troço espetacular. Todas as variedades que foram lançadas na época dela e nos 10 anos subsequentes já saíram de mercado e ela continua sendo plantada até hoje (Neylson Arantes, melhorista, entrevista realizada em setembro de 2025).

Atualmente, até mesmo as regiões dos cerrados localizadas na transição com o bioma Amazônico já apresentam uma expressiva produção de soja¹⁴. Assim, com a tropicalização da soja e a conquista dos solos dos cerrados, emerge um dos pilares do imaginário sociotécnico que sustentaria a “vocação” brasileira para o agronegócio.

3. A consolidação do complexo soja

Em meados de 2025, durante o *workshop* organizado pela Embrapa Soja em comemoração aos 50 anos de sua fundação,¹⁵ Romeu Kiihl destacou durante o painel em que participava que os resultados de sua trajetória como pesquisador estiveram sempre ligados ao fato de atuar em uma empresa pública. Segundo o melhorista, foi esse ambiente institucional que lhe permitiu desenvolver estudos não necessariamente guiados por demandas imediatas de mercado, mas pautados no diálogo com os produtores rurais. Kiihl ressaltou que, quando iniciou suas pesquisas, a soja não era uma cultura economicamente relevante no país¹⁶. Mesmo assim, pôde trabalhar de forma prospectiva, antecipando as necessidades futuras dos sojicultores:

Existe uma ideia que a Embrapa devia trabalhar por demanda, com ênfase no cliente. Eu falei, “então eu estou todo errado, eu nunca trabalhei por demanda”. O melhorista que trabalha por demanda está 10 anos atrasado. Eu tenho que pensar 5 a 10 anos antes sobre o que o agricultor pode precisar lá na frente (Romeu Kiihl, melhorista, depoimento no *workshop* Embrapa Soja 50 anos).

¹⁴ Nessa latitude, localizam-se as principais áreas produtoras de soja do chamado MATOPIBA – a nova “fronteira agrícola” que abrange o sul do Maranhão, o Tocantins, o Piauí e o oeste da Bahia – além de regiões de produção mais recente em Rondônia e no oeste do Pará.

¹⁵ O *workshop* “Embrapa Soja 50 anos: histórico e perspectivas” foi realizado em 26 de maio de 2025, na cidade de Londrina, com transmissão ao vivo pelo Canal Rural (Canal Rural, 2025). Acompanhei o evento como parte das atividades de meu trabalho de campo.

¹⁶ “Dentre as oito principais culturas agrícolas brasileiras da década de 1970, a área cultivada com soja era a de menor tamanho (1,3 Mha), contrastando com sua área atual, que supera 50% da área anualmente cultivada com grãos” (Gazzoni; Dall’Agnol, 2018, p. 71).

A importância de um ambiente institucional favorável, garantido por uma rede pública estruturada de pesquisa agrícola e de assistência técnica aos produtores rurais, é amplamente destacada em publicações organizadas por pesquisadores da Embrapa (Cf. Gazzoni; Dall'Agnol, 2018, Dall'Agnol, 2016, Albuquerque; Silva, 2008, Faleiro; Silva Neto, 2022). É o que apontam, por exemplo, Silva Neto e Pereira (2022), agrônomos da Embrapa Cerrados:

Um das estratégias que tiveram grande importância para a expansão da soja na região tropical do Brasil foi a implementação da rede de pesquisa cooperativa, coordenada pela Embrapa. Dessa rede de pesquisa, participavam pesquisadores da Embrapa e de instituições estaduais, conduzindo ensaios de competição de cultivares de soja. Esses ensaios eram compostos de cultivares dos programas de pesquisa dessas instituições que eram testadas em quase toda a região centro norte do Brasil. Assim, com baixo custo, obtendo resultados do comportamento agrônomo dos genótipos em toda essa região. Consequentemente, os pesquisadores faziam o posicionamento e o lançamento de cultivares de soja com maior adaptabilidade e estabilidade de rendimento (p. 250).

Não obstante, Kiihl e Calvo (2008) observam que, embora os avanços no melhoramento genético da soja no Brasil tenham se devido, em grande parte, à qualificação dos recursos humanos naquele momento, eles foram igualmente impulsionados pela ampla disponibilidade de germoplasma existente no país. Os mencionados intercâmbios com universidades e centros de pesquisa dos Estados Unidos e do Japão foram fundamentais, portanto, para que os pesquisadores brasileiros pudessem acessar esse material genético. Nesse sentido, Sousa (1990) destaca que, quando os estudos com soja tiveram início no Brasil, já existia um relevante arcabouço de conhecimentos em nível internacional nas áreas biológica, físico-química e mecânica, que permitiu à soja já ingressar “moderna” nos cerrados.

Todavia, o autor reconhece que as cultivares com período juvenil longo representaram um verdadeiro “*breakthrough* intelectual” dos pesquisadores nacionais. Como registra a publicação “Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes”, da Embrapa Semiárido, as sementes de cultivares tropicais de soja podem ser consideradas uma tecnologia genuinamente brasileira (Almeida et al., 1999). Constituíam, portanto, uma novidade tecnocientífica que se mostrou primordial para impulsionar o crescimento da cultura no país¹⁷.

Ao transferirem o cultivo da soja para novas regiões, os cientistas brasileiros conseguiram transformar um conjunto específico de conhecimentos em uma *commodity* (Sousa; Bush, 1998). Assim, com a efetiva expansão da fronteira agrícola, estabelece-se um novo arranjo sociotécnico que transcende as plantações, pois centra-se na gestão do chamado “complexo soja”: a cadeia de valor composta pela produção do grão, bem como do farelo e do óleo resultantes de seu processamento primário (Pereira, 2004). A soja passa, então, a figurar como uma mercadoria altamente homogeneizada, com mínima variação em termos de tipo, classificação ou origem, cujos preços são definidos nas bolsas de valores internacionais¹⁸. Portanto, ao final da década de 1980, o complexo soja brasileiro passava a se integrar de forma estruturada às cadeias globais de *commodities*. Na década seguinte, a própria noção de “agronegócio” começa a se conformar no país (Cf. Pompeia, 2021, Mendonça 2018).

¹⁷Hoje mais de 60% da produção nacional de soja encontra-se em regiões tropicais, em especial, nos cerrados (Silva Neto; Pereira, 2022). Entre as safras 1977/78 e 2022/23, a área cultivada com soja passou de 7 para 44 milhões de hectares, enquanto a produção passou de 12 milhões de toneladas para 151 milhões de toneladas (Klein; Luna, 2023).

¹⁸Segundo Pimentel (2022, p. 286-287), uma *commodity* agrícola “É um produto agrícola básico negociado em grande escala comercial normalmente com alta liquidez, sendo fungível ou intercambiável com outras mercadorias do mesmo tipo. É mais frequentemente utilizado como insumo para a produção de outros bens através do beneficiamento e/ou da industrialização. A qualidade do produto pode ser ligeiramente diferente, mas é essencialmente uniforme. Quando operadas em bolsas de mercadorias ou futuros, as *commodities* normalmente atendem aos padrões mínimos especificados nos contratos, também conhecidos como padrão base”.

3.1 A emergência do agronegócio da soja

A possibilidade de cultivo da soja em escala foi um marco no desenvolvimento da agroindústria nacional. A expansão de sua cadeia produtiva promoveu a indústria de maquinário agrícola e sua ampla utilização no campo, a modernização do sistema de processamento, transporte e armazenagem de grãos, a profissionalização e incremento do comércio internacional, a descentralização da agroindústria nacional e a urbanização do meio oeste do país, além de impulsionar a expansão da produção de carnes e outras mudanças no padrão alimentar brasileiro¹⁹ (Dall'Agnol, 2016). Cada vez mais alinhado a um modelo de agricultura empresarial²⁰ e impulsionado por uma cadeia produtiva altamente tecnificada, o complexo soja foi fundamental para fomentar as condições que permitiram a emergência do agronegócio no Brasil, entendido como “o gerenciamento de um negócio que envolve muito mais do que uma planta industrial ou um conjunto de unidades agrícolas” (Heredia et al., 2010, p. 160).

Criado por Davis e Goldberg (1957) nos Estados Unidos, na década de 1950, o conceito de “agronegócio” referia-se a todas as operações envolvidas na produção, no processamento e na distribuição de produtos agrícolas. Nesse sentido, fariam parte do *agribusiness* tanto as operações a montante da produção agrícola, como o fornecimento de insumos, maquinário e equipamentos, quanto as operações a jusante, relacionadas ao processamento, armazenagem, transporte e comércio. No

¹⁹O farelo de soja é hoje um dos principais componentes da ração animal, enquanto o óleo de soja se consolidou como o mais consumido pelos brasileiros. Do mesmo modo, a margarina vem substituindo a manteiga em determinados estratos sociais. Além desses usos, compostos derivados da soja, como o emulsificante lecitina, estão presentes em uma variedade de alimentos processados, incluindo leites, achocolatados, biscoitos, massas, enlatados, cereais matinais, farinhas e molhos (Cf. Du Bois, 2018, Sousa; Vieira, 2008).

²⁰Embora possam assumir configurações diversas, esse modelo agrícola se caracteriza pela produção realizada de maneira padronizada, especializada e em grandes volumes, assim como pela separação entre o processo produtivo e a tomada de decisão, o que, por sua vez, implica na utilização de mão de obra assalariada e na incorporação de capitais externos ao próprio sistema agrícola (Bühler; Guibert; Oliveira, 2016).

Brasil, esse caráter englobante ganha força no meio empresarial a partir da década de 1990, quando o termo “agronegócio” passa a ser mobilizado como parte de um projeto político-econômico que defendia uma abordagem intersetorial da agricultura, integrando como elementos complementares todo o arranjo de operações realizadas antes, dentro e depois “da porteira” (Pompeia, 2021). Trata-se, ainda, da consolidação de uma agricultura científica, qualificada pelo uso intensivo de insumos químicos, biológicos e mecânicos, cada vez mais regulada por corporações transnacionais de comércio agrícola (Frederico, 2013).

O agronegócio, portanto, tem operado por meio da articulação de cadeias produtivas que, embora integrem diferentes elementos, espacialidades, temporalidades e escalas, acabam por reiterar *designs* homogeneizantes e simplificadores sobre paisagens muito diversas (Camana; Perin, 2023). Como aponta Frederico (2013), uma característica central dessa configuração das cadeias agroindustriais é a crescente submissão dos territórios de produção “moderna” a uma gestão territorial globalizada, que condiciona técnicas de manejo, uso de insumos, logística, crédito e formação de preços à lógica padronizadora das *commodities*. Constituindo um elo fundamental dessas transformações, a soja tropicalizada transformou-se, progressivamente, em um “móvel imutável”: uma caixa-preta que encerra e estabiliza uma série de controvérsias tecnocientíficas, podendo, assim, circular com facilidade por diferentes redes de comércio (Sousa; Vieira, 2008, Sousa; Bush, 1998).

O expressivo aumento da produção de soja no Brasil, iniciado na década de 1970 com a “febre da soja”, ganha um novo impulso entre os anos 1990 e as primeiras décadas dos anos 2000 (Figura 1). Segundo Delgado (2012), esse período constitui uma transição entre dois projetos político-econômicos no país: a modernização conservadora da agricultura, descrita anteriormente, e uma economia do agronegócio ainda plenamente vigente. Na década de 1990, essa transição se dá a partir de uma série de reformas econômicas implementadas pelo governo brasileiro para enfrentar problemas como a explosão da dívida externa, a crise fiscal e a inflação

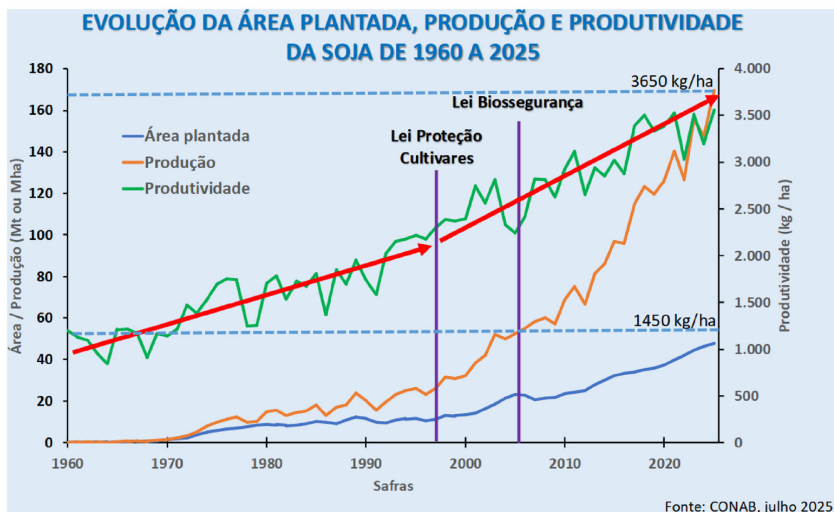


Figura 1. Evolução da área plantada, produção e produtividade da soja de 1960 a 2025.
Fonte: Gráfico apresentado durante o seminário Desafios de Liderança no Mercado da Soja, realizado em 2025 na sede da Embrapa Soja, posteriormente compartilhado com os participantes do evento. Material de campo da autora.

descontrolada da década de 1980, o que resultou na adoção de novas políticas de liberalização comercial e financeira. No setor agrícola, essa orientação política se materializou na eliminação de tarifas de exportação e na desregulamentação do sistema bancário, facilitando a entrada de investimentos internacionais voltados para infraestruturas dos segmentos de processamento e comercialização do complexo da soja – como armazéns, unidades esmagadoras e portos (Oliveira; Hecht, 2016) e seu deslocamento para o interior do país (Wesz Júnior, 2011).

Como aponta Wesz Júnior (2011), a mudança regulatória que mais impactou a cadeia da soja nesse momento foi a promulgação da Lei Kandir, em 1996, que desonerou do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) as exportações de matérias-primas, ao mesmo tempo em que manteve a carga tributária sobre produtos industrializados.

Com isso, a produção agrícola primária ganhou competitividade nas exportações brasileiras, enquanto a agroindústria perdeu espaço. Como reflexo dessa política, o setor sojicultor tem se concentrado cada vez mais na exportação de grãos *in natura*, em detrimento do processamento do farelo e do óleo bruto.²¹ Assim, tais transformações contribuíram para consolidar a cadeia produtiva da soja em uma lógica de produção voltada predominantemente à exportação. Com a alta no preço das *commodities* a partir de 2008, países como o Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia passaram por um forte processo de especialização produtiva – seguindo o processo que Svampa (2019) identifica como a substituição do Consenso de Washington por um Consenso de *Commodities* em toda a região –, o que causou uma grande expansão dos empreendimentos do agronegócio. No Brasil, esse período foi marcado por uma “reprimarização” da economia, liderada principalmente pela produção de soja (Delgado; Leite 2022).

É também nesse contexto de transição entre os dois projetos político-econômicos que se instalaram no país as chamadas *trading companies* (Archer Daniels Midland, Bunge, Cargill e Louis Dreyfus, conhecidas como grupo ABCD), grandes corporações transnacionais que já dominavam os mercados de exportação de *commodities* e o desenvolvimento de tecnologias agrícolas nos Estados Unidos e na Europa. Atraídas pelas políticas de liberalização econômica, essas empresas passam a realizar fusões e aquisições de companhias nacionais ao longo de toda a cadeia do complexo da soja – da produção de sementes e do processamento dos grãos ao armazenamento, transporte e comercialização destes (Oliveira; Hecht, 2016, Wesz Júnior, 2011).

²¹ Como apontam Escher e Wilkinson (2019), mesmo com uma demanda significativa de soja processada no mercado doméstico (particularmente para a produção de biocombustível), mais da metade da soja produzida no país tem como destino a exportação na forma de grãos. “As exportações de soja cresceram a uma taxa de 8,8% ao ano entre os biênios de 2000/2001 e 2013/2014, passando de 15,5 para 44,5 milhões de toneladas” (Escher; Wilkinson, 2019, p. 668). Segundo o relatório de exportações da ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais), na safra 2025 (entre janeiro e agosto), foram exportadas cerca de 86,5 milhões de toneladas de grãos, 15,4 milhões de toneladas de farelo e 1,1 milhões de toneladas de óleo de soja. Dados disponíveis em no site da ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais, 2025).

Com a entrada dos anos 2000, essa configuração oligopolista passa a predominar não apenas nos segmentos a jusante da cadeia do complexo soja, dominados pelas *tradings*, mas também nos setores a montante, como o de máquinas agrícolas, fertilizantes, defensivos químicos e sementes²². Neste último caso, a partir da chegada das sementes transgênicas de soja ao país e do monopólio dessa tecnologia, mantido por muitos anos pela empresa Monsanto, configura-se um novo arranjo sociotécnico, que será um ponto de inflexão na dinâmica da pesquisa agrícola nacional.

3.2 A chegada dos transgênicos

Diferentemente dos experimentos de melhoramento genérico clássicos, que envolvem o cruzamento entre variedades para selecionar características desejadas, a transgenia faz parte de um conjunto de técnicas da chamada “biotecnologia moderna”, que se utiliza da engenharia genética e da cultura de tecidos para transformar fatores genéticos de determinadas plantas (Morais et al., 2022). Trata-se, portanto, de uma intervenção mais precisa para selecionar característica ou mesmo introduzir novos atributos, que, como destacam Silveira et al. (2005), agregam valor econômico a um organismo. No caso da soja, o uso da transgenia para fins comerciais teve início em 1996, nos Estados Unidos, com o lançamento da Soja *Roundup Ready* (RR) pela empresa Monsanto. Desenvolvida para ser resistente ao glifosato, princípio ativo do herbicida *Roundup* fabricado pela própria Monsanto, essa variedade já demonstrava os interesses corporativos por trás de sua criação.

²²A análise de Medina (2021) revela a persistência da queda na participação de grupos nacionais ao longo de toda a cadeia de valor da soja, que passou de 12% para apenas 7,1% entre 2015 e 2020. Paralelamente, observa-se uma crescente concentração do setor nas mãos de poucas corporações estrangeiras. Nesse cenário, o mercado de sementes de soja é dominado pela Bayer (que adquiriu a Monsanto em 2018); a indústria de fertilizantes, pelas empresas Yara e Mosaic; o setor de defensivos químicos, pela Syngenta e pela Bayer; o de máquinas agrícolas, pela AGCO, CNH e John Deere; sendo que a comercialização segue concentrada pelas *tradings* do grupo ABCD.

O plantio e a comercialização de sementes de soja transgênica no Brasil só foram oficialmente autorizados com a nova Lei de Biossegurança, promulgada em 2005, após uma intensa batalha regulatória que envolveu diversos setores da sociedade civil e do Estado (Cf. Peschard, 2012, Schioschet; De Paula, 2008). As sementes RR, entretanto, já vinham sendo contrabandeadas da Argentina e cultivadas ilegalmente desde o final da década de 1990. Sua atratividade estava no fato de permitirem a aplicação de herbicidas à base de glifosato, sem prejudicar o desenvolvimento da soja, uma vez que com a transgenia ela se tornava resistente a esse composto. Os produtores de soja passaram, então, a utilizar sementes RR para facilitar a implantação das lavouras segundo o plantio direto, uma técnica de manejo que, assim como as novas práticas de adubação e calagem, foi essencial para manter a produtividade da soja nos cerrados.

O sistema de plantio direto preconiza o mínimo revolvimento do solo, a cobertura permanente com resíduos vegetais e a rotação de culturas diversificadas em um mesmo ciclo agrícola, com o objetivo de proteger a terra contra a erosão hídrica e favorecer a atividade biológica (Denardin et al., 2008). Nesse contexto, o uso de herbicidas passou a desempenhar um papel importante na manutenção contínua da cobertura do solo, em regiões em que a soja passava a conviver com um novo conjunto de “plantas daninhas”. Segundo divulgava a Monsanto, as sementes tolerantes ao glifosato possibilitariam a redução dos gastos com esse insumo, devido à menor frequência de aplicações (Schioschet; De Paula, 2008). Paralelamente, a quebra de patentes de diversos herbicidas levou à introdução de versões genéricas do *Roundup* no mercado. Assim, o lançamento da soja RR, aliado à redução dos preços dos herbicidas e à economia com mão de obra e uso de maquinário, contribuiu de forma significativa para a diminuição dos custos de implantação das lavouras sob o plantio direto (Denardin et al., 2008).

Se, por um lado, a quebra da patente dos herbicidas poderia representar uma redução nos lucros da Monsanto, por outro, a soja RR

abria uma nova frente de capitalização: os *royalties*. Por se tratar de uma tecnologia patenteada, os agricultores estabeleciam contratos de compra que exigiam o pagamento de uma taxa pelo uso da tecnologia. Com uma inovação também no campo jurídico, os contratos da Monsanto estendiam às empresas multiplicadoras e distribuidoras de sementes a responsabilidade de fiscalizar a produção de grãos de seus produtores fornecedores (Varella; Fok, 2014). Caso fossem identificados traços da utilização (não declarada) da tecnologia RR, mesmo nos grãos já cultivados, os *royalties* também seriam cobrados – ignorando as possibilidades de interação entre lavouras com sementes transgênicas e cultivos tradicionais (Schioschet; De Paula, 2008). Além disso, os contratos limitavam a possibilidade de replicação das sementes pelos próprios agricultores, estimulando-os a adquirir o pacote tecnológico a cada nova safra. Toda essa configuração, aliada à situação de oligopólio que marca a cadeia do complexo soja, levou tanto a uma situação de dependência dos agricultores em relação à soja transgênica quanto a um significativo desaparecimento das sementes tradicionais no mercado (Peschard, 2012). Todavia, como ressaltado por meus interlocutores, a chegada dos transgênicos não representou um aumento imediato de produtividade:

No começo, as primeiras variedades que surgiram não tiveram ganho de produtividade [...]. Você lembra quando era criança, de brincar com aquele joguinho de vareta, que você põe aquele tanto de vareta, aí na hora que você tira uma varetinha desmorona? Os genes, você coloca todos os genes na planta, para que fiquem em equilíbrio. Na hora que você mexe... E quando nós mexemos e tiramos um, desmoronou, vamos dizer assim. Aí caiu a produtividade. Nós tivemos que ir, aos poucos, agregando genes, até chegar em material produtivo (Neylson Arantes, melhorista, entrevista realizada em setembro de 2025).

Inicialmente, os transgênicos eram até menos produtivos do que os convencionais. [...] Mas o que aconteceu é o seguinte, os transgênicos permitiram a cobrança de taxa tecnológica por patente. Porque a Lei de Proteção de Cultivares tem a exceção do produtor, que ele pode produzir a semente própria²³. A arrecadação de *royalties* não era tão grande. Mas com a proteção por patente, não existe exceção [do produtor]. Todo mundo que queira utilizar material transgênico tem que pagar, enquanto a patente for válida. E essa cobrança de taxa tecnológica foi algo muito inteligente por parte das empresas, porque elas dividiam parte dessa arrecadação com os sementeiros e parte com os obtentores. Isso viabilizou os programas crescerem muito. Houve muito investimento em pesquisa, e hoje praticamente está tudo na iniciativa privada, a parte do melhoramento de soja (Romeu Kiihl, melhorista, entrevista realizada em setembro de 2025).

Em contraste com a leitura positiva de Kiihl sobre os investimentos privados em melhoramento genético, observa-se, desde a promulgação da Lei de Proteção de Cultivares, a progressiva desarticulação da rede pública de experimentação com sementes de soja. Como ressaltou o chefe geral do Embrapa Soja durante o mencionado evento de comemoração dos 50 anos da unidade, a Embrapa já chegou a controlar 80% do mercado de sementes de soja. No entanto, atualmente, sem dispor das “mesmas ferramentas” que as grandes empresas, sua participação foi reduzida para cerca de 1%. “Eu sempre brinco, nós criamos o programa, o mercado de soja, aí veio a Lei de Proteção dos Cultivares, depois a transgenia, e nós fomos diminuindo a nossa participação”, ele concluía. Do mesmo modo, outros pesquisadores foram muito enfáticos em destacar como a chegada das multinacionais afetou a pesquisa pública:

²³A Lei de Proteção de Cultivares (Brasil, 1997) garante ao criador (ou obtentor) de uma nova cultivar o direito exclusivo de produzir, reproduzir, comercializar e licenciar essa variedade por um período determinado. O agricultor pode guardar e replicar sementes para uso próprio, porém, não pode vendê-las ou trocá-las sem autorização.

Quando não tinha interesse econômico, somente as empresas públicas faziam [melhoramento]. Mas a partir do momento que passou a ser um negócio, e as multinacionais são muito agressivas, elas começaram a trabalhar [com melhoramento]. E a Embrapa incomodava muito, porque nós chegamos, no começo, a ter 60% do mercado. Então, as multinacionais começaram a investir muito. E elas começaram a investir não só em pesquisa, o que seria muito bom, mas elas começaram a investir também nos nossos multiplicadores. Oferecendo a eles condições excepcionais para eles deixarem de multiplicar a nossa semente e multiplicar a deles. A guerra é uma guerra de cachorro grande, né? (Neylson Arantes, melhorista, entrevista realizada em setembro de 2025).

Mato Grosso, eu me lembro, junto com a Fundação MT²⁴, nós chegamos a 86% do mercado. E os 4% que eram da Monsanto, restantes, ficavam no armazém. Não conseguiam vender. O Centro [de Pesquisa] de Soja, a equipe de genética e melhoramento, os parceiros produtores de sementes, montaram uma verdadeira indústria de produção de variedades. Depois, eu acho que faltou gestão do processo. [...] A Embrapa começou a compartilhar propriedade intelectual das cultivares, depois houve muita resistência.

²⁴ Durante a década de 1990, quando os investimentos públicos em pesquisa já eram menores, muitos sementeiros passaram a atuar em parceria com a Embrapa para auxiliar financeiramente na produção de novas cultivares de soja. Um dos resultados foi a formação de diversas fundações privadas que estabeleciam convênios com a Embrapa. Como conta Romeu Kiihl, “isso terminou sendo um modelo em que a Embrapa e os sementeiros trabalhavam juntos. Com o passar do tempo, só para você ter ideia, nós chegamos a ter, no Rio Grande do Sul, a Fundação Pró-Sementes, no Paraná, Santa Catarina e parte do Mato Grosso do Sul, a Fundação Meridional, no sul do Mato Grosso do Sul, a Fundação Vegetal, no norte do Mato Grosso do Sul, um grupo chamado GPS – eles preferiram formar um grupo, e não uma fundação – no Mato Grosso, a Fundação Mato Grosso, em Minas, a Fundação Triângulo, em Brasília, a Fundação Cerrados, na Bahia, a Fundação Bahia, em Goiás, um grupo de sementeiros reunido como empresa, e não como fundação, e no Maranhão, a Fundação de Apoio à Pesquisa do Corredor de Exportação Norte [...]. Então, nós terminamos praticamente fechando o Brasil todo em fundações”.

A Embrapa praticamente encerrou algumas parcerias que eram as mais dinâmicas, o que, como consequência, levou à fundação da [empresa] TMG. Levou o Romeu embora, levou o Leones embora, e outras pessoas. [...] Hoje, as grandes empresas que, na época eram dominantes na biotecnologia [...], elas têm uma forma de fazer melhoramento genético que destruiu a forma eficiente de se fazer melhoramento genético (Francisco de Toledo, ex-chefe geral a Embrapa Soja, depoimento no *workshop* Embrapa Soja 50 anos).

Como mostram os relatos acima, a hegemonia das sementes transgênicas e das multinacionais resultou na criação de um ambiente mais competitivo e na consolidação do mercado de sementes no Brasil. Com a transgenia, portanto, aprofunda-se o enquadramento da soja em sua forma *commodity* – como móvel imutável –, que passa a responder prioritariamente às lógicas de um mercado global, que se sobrepõe à concepção de pesquisa voltada à oferta antecipada de soluções (geralmente de menor custo e com baixo potencial de capitalização) às necessidades dos agricultores, conforme descrita por Romeu Kiihl.

Assim, com o advento das sementes transgênicas, consolida-se um novo pacote tecnológico, em que os segmentos corporativos dos setores agroquímico, biotecnológico e de sementes tornam-se fortemente integrados (Norberg; Deutsch, 2023). A Embrapa, em parceria com a empresa BASF, ainda teve um papel importante no desenvolvimento da tecnologia Cultivance de sementes transgênicas, lançada em 2015²⁵. Contudo, o mercado de sementes de soja permanece colonizado pela tecnologia RR e, mais recentemente, pela tecnologia Intacta, que combina resistência ao glifosato e a lagartas, também desenvolvida pela Monsanto.

²⁵ Trata-se da primeira tecnologia transgênica para soja desenvolvida integralmente no Brasil, desde a concepção até a comercialização. Seu principal diferencial é a resistência a herbicidas da classe das imidazolinonas, permitindo ao produtor a rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação no manejo de plantas daninhas de difícil controle – uma estratégia fundamental para prevenir o surgimento de espécies resistentes (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015).

Além disso, o uso continuado de um mesmo herbicida, em sua composição com as sementes transgênicas, resultou no surgimento de espécies de plantas daninhas resistentes ao glifosato, dificultando seu controle químicos. Como descreveu um de meus interlocutores, especialista em manejo de plantas daninhas, embora a transgenia tenha trazido benefícios para os produtores, estaríamos agora “colhendo as consequências do mau uso dessa tecnologia”, associada ao uso intensivo de um único herbicida. “Nossos cultivos precisam ter diversidade. Seja diversidade das práticas de controle, diversidade de cultura, diversidade de produto. Quando a gente tem monocultivo, com mono tecnologia, com mono herbicida, isso vai dar errado”, ele concluía. O novo paradigma tecnocientífico que emerge com as sementes transgênicas, portanto, insere o complexo soja em um cenário marcado pela homogeneização tecnológica e pela concentração corporativa (Oliveira; Hecht, 2016). Elementos que também vão dar sustentação à “vocação” brasileira para o agronegócio.

4. Considerações finais

Com base nos estudos sociais da ciência e tecnologia, Sousa e Bush (1998, p. 353) argumentam que “a criação da indústria da soja é melhor compreendida como o resultado de uma variedade de atores humanos e não humanos envolvidos em uma nova rede de relacionamentos”. Partindo dessa perspectiva, este artigo procurou demonstrar que a frequentemente exaltada vocação da agricultura brasileira para o agronegócio não se origina em características intrínsecas às paisagens das regiões agrícolas do país, mas resulta de um conjunto de intervenções tecnocientíficas e políticas articuladas por governos, cientistas, agricultores e empresas ao longo das últimas cinco décadas. Nesse contexto, a soja tropicalizada emerge como um dos principais vetores dessas transformações. Portanto, atentar para os processos que a constituem como uma *commodity* agrícola, integrada às redes de cadeias de valor globalizadas, permite compreender alguns dos arranjos sociotécnicos

que dão suporte à hegemonia do agronegócio no Brasil e ao ideário de que haveria uma “vocação” do país para esse modelo produtivo.

Vale ressaltar que, paralelamente à consolidação do complexo da soja e à emergência do agronegócio, estabiliza-se um novo imaginário sociotécnico sobre os cerrados. Antes marcada pela infertilidade, a região passa a ser concebida como naturalmente rica em biodiversidade e – ao mesmo tempo – vocacionada para uma produção agrícola que não prescinde de intervenções tecnocientíficas. É o que sintetiza, por exemplo, uma das passagens da publicação “Tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Cerrados e parceiros que transformaram o Cerrado e o Brasil: especial 40 anos”, que faz um balanço das tecnologias desenvolvidas pela instituição desde sua fundação:

O bioma Cerrado é a segunda maior formação vegetal brasileira e a savana tropical mais rica do mundo em biodiversidade, com plantas que apresentam diferentes potenciais de uso alimentar, medicinal, forrageiro, ornamental, artesanal, madeireiro, melífero, condimentar, oleaginoso, entre outros. [...] Essa importante contribuição da região do Cerrado para a economia brasileira é fruto das ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação [...] e do trabalho árduo dos agricultores. *A produção agropecuária é uma relevante vocação do Cerrado*, entretanto as questões ambientais e o uso racional dos recursos naturais são importantes demandas para as ações de pesquisa e desenvolvimento e de transferência de tecnologia. (Faleiro; Silva Neto, 2022, p. 25, grifos adicionados).

Conforme indica o trecho destacado, um novo elemento vem se entrelaçando ao imaginário sociotécnico sobre a vocação da agricultura brasileira para o agronegócio: o da sustentabilidade de cadeias produtivas como a da soja. Nesse contexto, tem sido recorrente em eventos do setor o discurso que afirma ser necessário evidenciar a sustentabilidade do “Agro”, com base na ideia de que haveria um desconhecimento por parte da população sobre essa característica que, no Brasil, também seria inerente ao segmento (Figura 2).



Figura 2. Cards divulgados durante a Rio+Agro.

Fonte: Rio+Agro (2024).

Essas questões de sustentabilidade eu acho que vão ser o timoneiro do futuro. O Brasil, ele já é campeão de várias coisas nisso aí, mas o Brasil tem um problema. É o campeão de bioinsumos? É. É o campeão de plantio direto? É. É o campeão de fixação biológica? É. É o campeão da reserva legal? É. Mas prova? Não, não prova [...]. Não tem prova nenhuma. Eu acho que nós temos que aferir, sabe? [...] Se nós conseguirmos traduzir tudo isso que no Brasil leva à sustentabilidade em números verificáveis, eu acho que isso faz grande diferença (Carlos Augustin, assessor especial do Ministro da Agricultura e Pecuária, depoimento no *workshop* Embrapa Soja 50 anos).

Todavia, os novos pacotes tecnológicos – em especial a associação entre sementes transgênicas, glifosato e o plantio direto – têm sido os principais responsáveis não apenas pela intensificação do uso do solo, mas também pela expansão das lavouras de soja sobre “fronteiras” anteriormente preservadas, gerando impactos socioecológicos significativos (Norberg; Deutsch, 2023). Como ressaltam Oliveira e Hecht (2016, p. 269), “a produção de soja tem sido duramente criticada por conservacionistas devido aos impactos sociais e ecológicos decorrentes das monoculturas, que inundam as paisagens com glifosato e pesticidas, ao histórico de deslocamentos violentos e ao desmatamento extensivo”.

Para responder a essas críticas, uma série de técnicas de manejo desenvolvidas pela Embrapa voltou a ganhar destaque no imaginário sociotécnico do agronegócio. Trata-se das chamadas práticas com efeito “poupa-terra” (Cf. Telhado; Capdeville, 2021), um conjunto de estratégias e tecnologias que permitem o aumento da produtividade agrícola sem a necessidade de expandir a área plantada, como a fixação biológica de nitrogênio no solo e os bioinsumos, o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, o manejo integrado de pragas e plantas daninhas e o zoneamento de risco climático. Não obstante, as controvérsias em torno da sustentabilidade como vocação do agronegócio brasileiro seguem em disputa, não purificadas.

Referências

1. ALBUQUERQUE, Ana Christina; SILVA, Aliomar (eds.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
2. ALMEIDA, Leones *et al.* Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: QUEIRÓZ, Manoel; GOEDERT, Clara; RAMOS, Semíramis (eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 1999.
3. ALMEIDA, Luciana. **Gaúchos, festas e negócios: o agronegócio da soja no Meio Norte mato-grossense**. 2013. Tese (Doutorado em Sociologia e Antropologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIA DE ÓLEOS VEGETAIS. **Estatísticas – Cadeia da Soja**. 2025. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas-cadeia-da-soja/>. Acesso em: 13 out. 2025.
5. BÜHLER, Eve Anne; GUIBERT, Martine; OLIVEIRA, Valter Lúcio. Introdução: Globalização e agriculturas empresariais na América do Sul. In: BÜHLER, Eve Anne; GUIBERT, Martine; OLIVEIRA, Valter Lúcio. (eds.). **Agriculturas empresariais e espaços rurais na globalização: abordagens a partir da América do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786557250044.0001>.
6. BONATO, Ana Lidia Variani; BONATO, Emídio Rizzo. **A Soja no Brasil – História e Estatísticas**. Londrina: Embrapa Soja, 1987.
7. BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. 25162, 25 abr. 1997.
8. CAMANA, Ângela; PERIN, Vanessa. Tracing out scalable landscapes: interpretative layers over plantation designs. **Tapuya : Latin American Science, Technology and Society**, v. 6, n. 1, p. 2281079, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/25729861.2023.2281079>.
9. CAMPELO, Gilson; KIIHL, Romeu; ALMEIDA, Leones. **Soja: Desenvolvimento e seleção de germoplasma para regiões de baixas latitudes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998.
10. CANAL RURAL. **Abertura FIAP – Fórum Internacional da Agropecuária**. 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8dlZHq0KYc>. Acesso em: 09 fev. 2026.
11. CANAL RURAL. **Protagonismo e inovação em desenvolvimento tecnológico da soja**. 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fPq3J6iqr74>. Acesso em: 09 fev. 2026.
12. CASTRILLON FERNANDEZ, Antonio. **Do cerrado à Amazônia: as estruturas sociais da economia da soja em Mato Grosso**. 2007. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
13. CROCOMO, Celso; SPEHAR, Carlos. **Nova variedade de soja para os cerrados. Nota Técnica**. Planaltina: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1981.
14. DALL'AGNOL, Amélio. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília: Embrapa, 2016.

15. DALL'AGNOL, Amélio. **A verdadeira vocação do Brasil**. 2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/a-verdadeira-vocacao-do-brasil_388181.html. Acesso em: 09 fev. 2026.
16. DAVIS, John; GOLDBERG, Ray. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard Business School Press, 1957.
17. DELGADO, Guilherme. **Capital financeiro e agricultura no Brasil: 1965-1985**. Campinas: Ícone, 1985.
18. DELGADO, Guilherme. **Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2012.
19. DELGADO, Guilherme; LEITE, Sérgio. O agro é tudo? Pacto do agronegócio e reprimarização da economia. **Revista Rosa**, v. 2, n. 6, 2022. Disponível em: <https://revistarosa.com/6/brasil200/agro-e-tudo>. Acesso em: 26 jun. 2025.
20. DENARDIN, José L. et al. Sistema Plantio Direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, Ana Christina S.; SILVA, Alionar Gabriel (eds.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
21. DU BOIS, Christine. **The story of soy**. London: Reaktion Books, 2018.
22. DUTRA E SILVA, Sandro. Challenging the environmental history of the Cerrado: science, biodiversity and politics on the Brazilian agricultural frontier. **Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña**, v. 10, n. 1, p. 82-116, 2020.
23. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Primeira soja transgênica totalmente brasileira chega ao mercado**. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4693328/primeira-soja-transgenica-totalmente-brasileira-chega-ao-mercado>. Acesso em: 13 out. 2025.
24. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Soja Tropical: uma opção para baixas latitudes**. Brasília: EMBRAPA, 1980.
25. ESCHER, Fabiano; WILKINSON, John. A economia política do complexo Soja-Carne Brasil-China. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 656-678, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.191017>.
26. FALEIRO, Fábio; SILVA NETO, Sebastião (eds.). **Tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Cerrados e parceiros que transformaram o Cerrado e o Brasil: especial 40 anos**. Planaltina: Embrapa, 2022.

27. FREDERICO, Samuel. Agricultura científica globalizada e fronteira agrícola moderna no Brasil. **Confinos: Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n. 17, p. 1-10, 2013.
28. GAZZONI, Décio; DALL'AGNOL, Amélio. **A saga da soja**: de 1050 a.C. a 2050 d.C. Brasília: Embrapa, 2018.
29. HASSE, Geraldo. **O Brasil da soja, abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: L&PM, 1996.
30. HEREDIA, Beatriz; PALMEIRA, Moacir; LEITE, Sérgio. Sociedade e economia do agronegócio no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 25, n. 74, p. 159-176, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-69092010000300010>.
31. HOSONO, Akio; HONGO, Yukata. Technological innovations that made cerrado agriculture possible. In: HOSONO, Akio; DA ROCHA, Carlos Magno; HONGO, Yukata (eds.). **Development for Sustainable Agriculture. The Brazilian Cerrado**. London: Palgrave MacMillan, 2016. DOI: https://doi.org/10.1057/9781137431356_2.
32. HUNGRIA, Mariangela; NOGUEIRA, Marco Antonio. Fixação biológica de nitrogênio. In: SEIXAS, Claudine Dinali Santos et al. (ed.) **Tecnologia de Produção de Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020.
33. JASANOFF, Sheila. Future imperfect: science, technology, and the imaginations of modernity. In: JASANOFF, Sheila; KIM, Sang- Hyun (eds.). **Dreamscapes of modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power**. Chicago: University of Chicago Press, 2015. DOI: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226276663.003.0001>.
34. KIIHL, Romeu; CALVO, Éberson. **A Soja no Brasil: mais de 100 anos de história, quatro décadas de sucesso**. In: ALBUQUERQUE, Ana Christina S.; SILVA, Alionar Gabriel (eds.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.
35. KIIHL, Romeu et al. **Soja Brasileira: sucesso do sul ao norte**. Londrina: Embrapa, 2003.
36. KLEIN, Herbert; LUNA, Francisco. **Brazilian crops in the global market: The emergence of Brazil as a world agribusiness exporter since 1950**. London: Palgrave MacMillan, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-38589-6>.
37. LATOUR, Bruno. **Ciência em ação como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

38. LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. São Paulo: Editora 34, 1994.
39. MEDINA, Gabriel. Economia do agronegócio no Brasil: participação brasileira na cadeia produtiva da soja entre 2015 e 2020. **Novos Cadernos NAEA**, v. 24, n. 1, p. 231-254, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5801/ncn.v24i1.8521>.
40. MENDONÇA, Maria Luísa. **Economia Política do Agronegócio**. São Paulo: Annablume, 2018.
41. MORAIS, Pedro *et al.* Tecnologias Transgênicas. In: SILVA, Felipe *et al.* (ed.). **Soja**: do plantio à colheita. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.
42. NEHRING, Ryan. The Brazilian green revolution. **Political Geography**, v. 95, p. 102574, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102574>. PMID:35110830.
43. NEHRING, Ryan. Yield of dreams: Marching west and the politics of scientific knowledge in the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). **Geoforum**, v. 77, p. 206-217, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.11.006>.
44. NEPOMOCENO, Alexandre; FARIAS, José Renato; NEUMAIER, Norman. **Características da Soja**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-soja>. Acesso em: 26 jun. 2025.
45. NORBERG, Matilda; DEUTSCH, Lisa. **The soybean through world history**: lessons for sustainable agrofood systems. New York: Routledge, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780367822866>.
46. OKADA, Kana Roman-Alcalá. The role of Japan in overseas agricultural investment: case of ProSavana project in Mozambique. **Land Grabbing Conflict and Agrarian-Environmental Transformations**, n. 82, 2015.
47. OLIVEIRA, Gustavo; HECHT, Susanna. Sacred groves, sacrifice zones and soy production: globalization, intensification and neo-nature in South America. **The Journal of Peasant Studies**, v. 43, n. 2, p. 251-285, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1146705>.
48. PEREIRA, Sávio. A evolução do complexo soja e a questão da transgenia. **Revista de Política Agrícola**, n. 2, p. 26-32, 2004.

49. PESCHARD, Karine. Unexpected discontent: exploring new developments in Brazil's transgenics controversy. **Canadian Journal of Development Studies**. **Canadian Journal of Development Studies**, v. 33, n. 3, p. 326-337, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02255189.2012.719826>.
50. PIMENTEL, Fernando. Comercialização de commodities agrícolas e gestão de riscos. In: SILVA, Felipe et al. **Soja: do plantio à colheita**. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.
51. POMPEIA, Caio. **Formação política do agronegócio**. São Paulo: Editora Elefante, 2021.
52. RIO+AGRO, 2024. Disponível em: <https://www.instagram.com/riomaisagrooficial/>. Acesso em: 10 out. 2025.
53. SANTOS, Clovis C. M. Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados – PRODECER: um espectro ronda os cerrados brasileiros. **Revista Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 4, n. 2, p. 384-416, 2016.
54. SCHIOSCHET, Tatiane; DE PAULA, Nilson. Soja transgênica no Brasil: os limites do processo de difusão tecnológica. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 16, n. 1, p. 27-53, 2008.
55. SILVA NETO, Sebastião; PEREIRA, André. Soja: cultivares e sistema de produção. In: FALEIRO, Fábio; SILVA NETO, Sebastião (eds.). **Tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Cerrados e parceiros que transformaram o Cerrado e o Brasil: especial 40 anos**. Planaltina: Embrapa, 2022.
56. SILVA, Clayton Márcio. Entre Fênix e Ceres: a grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. **Varia História**, v. 34, n. 65, p. 409-444, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200006>.
57. SILVEIRA, José Maria; BORGES, Izaías; BUAINAIN, Antonio. Biotecnologia e agricultura da ciência e tecnologia aos impactos da inovação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 2, p. 101-114, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392005000200009>.
58. SOUSA, Djalma; LOBATO, Edson; MIRANDA, Leo. Correção do Solo e Adubação da Cultura da Soja. In: ARANTES, Neylson; SOUZA, Plínio de Mello (ed.). **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993.
59. SOUSA, Ivan Sérgio. Condicionantes da modernização da soja no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 28, n. 2, p. 175-212, 1990.

60. SOUSA, Ivan Sérgio; BUSH, Lawrence. Networks and agricultural development: the case of soybean production and consumption in Brazil. **Rural Sociology**, v. 63, n. 3, p. 349-371, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/ruso.1998.63.3.349>.
61. SOUSA, Ivan Sérgio; VIEIRA, Rita de Cássia. Soybeans and soyfoods in Brazil, with notes on Argentina: sketch of an expanding world commodity. In: DU BOIS, Christine et al. (ed.). **The world of soy**. Champaign: University of Illinois Press, 2008.
62. SVAMPA, Maristella. **As fronteiras do neoeextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências**. São Paulo: Elefante Editora, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108752589>.
63. TELHADO, Samuel; CAPDEVILLE, Guy. **Tecnologias poupa-terra**. Brasília: Embrapa, 2021.
64. TERASAWA, Francisco et al. FT Sementes and the expansion of soybeans in Brazil. In: LOPES DA SILVA, Felipe et al. (eds.). **Soybean breeding**. New York: Springer Publisher, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57433-2_2.
65. TSING, Anna. **Viver nas Ruínas: paisagens e multiespécies no antropoceno**. Brasília: IEB Mil Folhas, 2019.
66. TVLIDE. **Ingo Ploger: “O agronegócio é uma vocação brasileira”**. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=M5GgX6czeiQ&list=WL&index=83>. Acesso em: 09 fev. 2026.
67. VARELLA, Marcelo; FOK, Michel. Evolução das regras de utilização da soja transgênica no Brasil. **Revista de Informação Legislativa**, v. 51, n. 201, p. 29-52, 2014.
68. WEBER, Max. **A ciência e política: duas vocações**. São Paulo: Editora Cultrix, 2003 [1919].
69. WEBER, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2004 [1904].
70. WESZ JÚNIOR, João V. **Dinâmicas e estratégias das agroindústrias de soja no Brasil**. Rio de Janeiro: E-papers, 2011.

Fonte de financiamento: FAPESP (2021/06354-5).

Conflito de interesses: Nenhum.

Aprovação do Comitê de Ética: Nada a declarar.

Disponibilidade de Dados: Os dados de pesquisa estão disponíveis no corpo do artigo.

Uso de tecnologia assistida por inteligência artificial: A autora declara que nenhuma ferramenta de inteligência artificial foi utilizada na pesquisa aqui relatada ou na preparação deste artigo.

Editora: Marília Luz David.

Vanessa Parreira Perin é pesquisadora de pós-doutorado no Programa de Pós-graduação em Antropologia Social da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), doutora em Antropologia Cultural pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). vanessa.perin@ufscar.br, vanessa_pperin@hotmail.com

Recebido: 26 jun. 2025.

Aceito: 16 out. 2025.