



## O AVANÇO DO AGRONEGÓCIO E A REALIDADE DAS COMMODITIÊS: O CASO DA SOJA NO CERRADO E AMAZÔNIA LEGAL DO NORTE/NORDESTE

*THE ADVANCES OF AGRIBUSINESS AND THE REALITY OF COMMODITIES: THE  
CASE OF SOY BEANS IN THE CERRADO AND LEGAL AMAZON OF THE  
NORTH/NORTHEAST*

**João Francisco Severo Santos**

*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).*

[joao.s.santos@ibge.gov.br](mailto:joao.s.santos@ibge.gov.br)

---

**Resumo:** As áreas destinadas ao cultivo de soja no Brasil tiveram notável incremento nas últimas décadas. Com isso, o país se tornou o maior exportador mundial dessa *commoditie* agrícola. Contudo, as externalidades do processo produtivo colocam em risco a biodiversidade do Cerrado e a segurança alimentar do país. Os retornos econômicos da atividade parecem ter contribuído para o desenvolvimento local dos municípios situados no centro-sul do país até os efeitos da lei Kandir começarem a ser percebidos. Esse estudo parte do seguinte questionamento: quais são as externalidades da produção de soja e sua influência no desenvolvimento dos municípios situados no Cerrado/Amazônia legal das regiões norte e nordeste do Brasil? Nesse sentido, a revisão de literatura desenvolvida revela que são claros os impactos negativos da sojicultura sobre a saúde e os serviços ecossistêmicos. Contudo, há poucas evidências de que esse campo do agronegócio promova desenvolvimento local na mais nova fronteira agrícola do Brasil.

**Palavras-chave:** Agricultura; Mudanças Climáticas; Segurança Alimentar; Saúde Pública; Desenvolvimento.

---

**Abstract:** The areas destined to soybean cultivation in Brazil have had remarkable increase in the last decades. With this, the country became the world's largest exporter of this agricultural commodity. However, the externalities of the production process endanger the Cerrado's biodiversity and the country's food security. Economic returns from activity appear to have contributed to the local development of municipalities in the south-central part of the country until the effects of the Kandir law began to be realized. This study starts from the following question: what are the externalities of soybean production and its influence on the development of municipalities located in the Cerrado / Legal Amazon region of northern and northeastern Brazil? In this sense, the literature review reveals that the negative impacts of soybean on health and ecosystem services are clear. However, there is little evidence that this field of agribusiness promotes local development on Brazil's newest agricultural frontier.

**Keywords:** Agriculture; Climate Change; Food Security; Public Health; Development.

---

## Introdução

O crescimento da economia e da taxa de urbanização de alguns países, especialmente da Ásia, resultou em significativas mudanças no estilo de vida das populações neles residentes, com incrementos no consumo de bens duráveis, energia e alimentos. Além disso, estima-se que até 2030 a população mundial ultrapassará 8,5 bilhões de pessoas e que a maior porção desse crescimento demográfico ocorrerá na China, Índia e Indonésia. Países esses que estarão entre as quatro maiores economias globais nessa época (DESJARDINS, 2019; JALAVA *et al.*, 2016; LIU; SAVENIJE, 2008; UNITED NATIONS, 2015; ZALLES *et al.*, 2019).

Esse contexto representa um desafio para a segurança alimentar e energética mundial, uma vez que, se as tendências atuais forem mantidas, a área agrícola deverá aumentar em cerca de 42 milhões hectares até 2027. Contudo, a limitação de terras agricultáveis permitirá um crescimento de apenas 10% em escala mundial (FAO, 2018), sendo que, quase metade disso se dará no Brasil e na Argentina. Assim, a América do Sul será a mais importante fonte de expansão agrícola do mundo (FAO, 2018; ROSEGRANT, 2018; XIE, 2019).

Atualmente, a demanda mundial por biocombustíveis e a expansão econômica da China são considerados os principais fatores de crescimento do mercado mundial de produtos agrícolas, especialmente das *commodities* (MORTAZAVI *et al.*, 2019; SIMIONESCU *et al.*, 2019; UNITED NATIONS, 2019a; UNITED NATIONS, 2019b). O fluxo internacional desses produtos mais que triplicou nas últimas décadas e atingiu US\$ 1,9 trilhão em 2018 (UNITED NATIONS, 2019b). Esse contexto está relacionado com o incremento das práticas de intensificação e expansão agrícola, por meio da conversão do uso e da cobertura dos solos (ZALLES *et al.*, 2019; FAO, 2018).

Segundo Mortazavi *et al.*(2019), as *commodities* são produtos básicos (insumos) para a indústria, sem diferenciação, produzidos em larga escala, podendo ser estocados sem risco de perda da qualidade do produto, cujos preços são definidos nas bolsas de valores mundiais. Elas podem ser classificadas como: agrícolas (Algodão, borracha, café, soja, suco de laranja, etc.), minerais (Alumínio, Minério de Ferro, Petróleo, Ouro, etc.) e ambientais (água, energia, minério, biodiversidade, madeira, reciclagem e controle de emissão de poluentes).

Algumas regiões, como a África Central, Oriente Médio e extremo oriente, aumentaram substancialmente suas importações da produtos agropecuários vindos da América do Sul, especialmente do Brasil e da Argentina. Simultaneamente, a participação norte-americana nos mercados da Ásia e da Europa apresentou queda substancial entre 1986 a 2007, refletindo a perda de centralidade nas exportações agrícolas (LIN; HUANG, 2019; ITC, 2019; ROSEGRANT, 2018; XIE, 2019).

Com abundantes recursos naturais e grande potencial de desenvolvimento agropecuário, a América Latina configura importante elemento estratégico para melhorar a segurança alimentar global. Em particular, o setor agropecuário brasileiro é reconhecido internacionalmente pela elevada inserção no mercado globalizado, com destaque para produção de carne de frango, açúcar, suco de laranja, fumo, café e soja (CONAB, 2018; FAO, 2018; IBGE, 2019a), produtos do agronegócio brasileiro que configuram na primeira colocação das exportações no mercado global (Figura 1).

**Figura 1.** Produtos do agronegócio brasileiro que são destaques no mercado global, onde: (🏆) representa a colocação no ranking mundial de produção (FAO, 2018) e (👩) a posição no ranking de exportação (ITC, 2019).



Fonte: Adaptado de <http://agroinvestbrasil.com.br/agronegocio-brasil>

Em 2017, o agronegócio foi responsável pela geração de um em cada três postos de trabalho no mercado nacional e representou 21,6% do Produto Interno Bruto (IBGE, 2019b, 2019c). Entende-se por agronegócio, conforme a *Agriculturaland food marketing management* (FAO, 1997), a soma das operações associadas à produção, processamento, distribuição e comercialização de produtos agropecuários e seus derivados. Logo, seu conceito abrange desde a agropecuária comercial, que ocupa grandes extensões de terras, até a agricultura familiar, que produz excedentes em até quatro módulos fiscais de terra, conforme a lei 11.306 (SCHMITT, 2017).

A recente expansão dos cultivos de soja (*glycine max*) nas áreas de Cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia tem promovido intensos debates nacionais e internacionais a respeito de sua sustentabilidade econômica, social e ambiental (CARVALHO, 2011). Considerando que o desenvolvimento Sustentável é promovido somente quando uma atividade produtiva é economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente adequada (DUIĆ *et al.*, 2015; SACHS, 2010), questiona-se: quais são as externalidades da produção de soja e sua influência no desenvolvimento dos municípios situados no Cerrado/Amazônia legal das regiões norte e nordeste do Brasil?

### **Produção de soja no Cerrado da fronteira agrícola do Norte e Nordeste do Brasil**

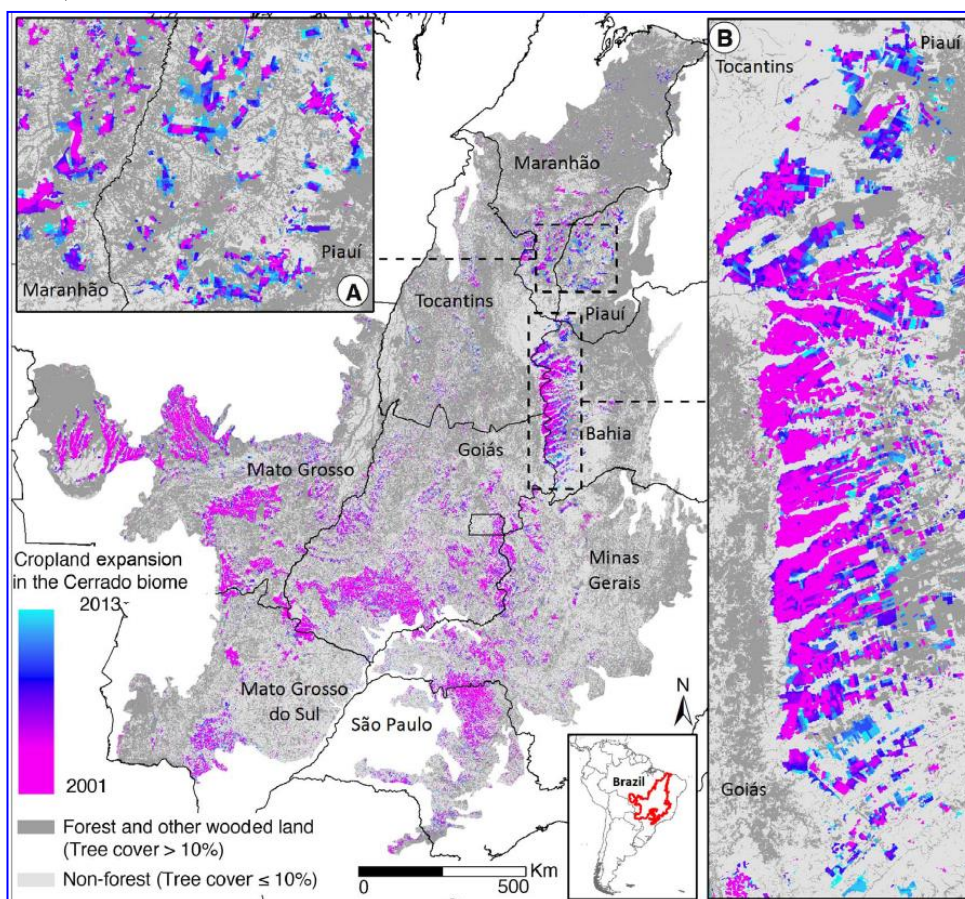
A soja é um dos produtos agrícolas mais cultivados na América do Sul e representa uma das principais fontes globais de alimento. A produção relativa de proteína da soja é a maior entre os produtos agrícolas, além de ser a mais econômica entre todas as fontes proteicas (DESTRO *et al.*, 2013; FAO, 2018). Além de servir para consumo humano e animal, o farelo e o óleo podem ser aproveitados como matéria-prima para uma diversidade de indústrias que vão desde a farmacêutica à siderúrgica (OLVEIRA JR *et al.*, 2018; ZORTEA *et al.*, 2018). No setor energético, a soja representa mais de 79% da matéria-prima da fabricação de biodiesel no Brasil (ZORTEA *et al.*, 2019).

Atualmente, o Brasil é maior exportador mundial de soja e a expansão das áreas destinadas a esse cultivo vem ocorrendo de forma acelerada e consistente, especialmente, nas regiões setentrionais do bioma Cerrado (ITC, 2019; IBGE, 2019a; LAHSEN *et al.*, 2016; SPERA *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2017; XAVIER, 2019). Spera *et al.* (2016), por exemplo, observou que o aumento das áreas cultivadas nessa região foi de aproximadamente 86%, entre 2005 e 2014, enquanto o aumento no resto do país foi de 29%. Já os dados da pesquisa agrícola municipal anual do IBGE (2019c) mostram que a área destinada ao cultivo de soja nessa região cresceu 373% entre 1999 e 2018.

De acordo com Lahsen *et al.* (2016), essas regiões do Cerrado são mais remotas e relativamente planas, o que facilita a aquisição de grandes extensões de terras e o emprego intensivo de mecanização agrícola para alcançar grande escala de produção. Nesse sentido, elas foram inseridas numa nova concepção territorial que envolve microrregiões dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (MATOPIBA). Vários estudos (LAHSEN *et al.*, 2016; SPERA *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2014; XAVIER, 2019) afirmam que o

MATOPIBA representa a fronteira agrícola mais ativa em termos de conversão de pastagens em áreas agrícolas e de florestas em pastagens ou áreas agrícolas (Mapa 1).

**Mapa 1.** Expansão agrícola no Cerrado entre 2001 e 2013. Destaques para as novas áreas, em tons azulados, no Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.



Fonte: Noojipady *et al.*(2017).

### Uma questão de modelo: quais são os benefícios da produção de soja para o desenvolvimento local?

O modelo do desenvolvimento endógeno, que tem como premissa a participação dos atores locais no processo e no acesso as riquezas geradas pelos fatores de produção em uma determinada atividade, é o que apresenta maiores condições de atender adequadamente as três dimensões do desenvolvimento sustentável (BOUCHÉ, 2017; ARAÚJO, 2014; SACHS, 2010). A teoria Endógena prega que o desenvolvimento está relacionado à utilização, execução e valorização de recursos locais. Assim, o controle social do processo de acumulação dos fatores de produção possibilitaria a geração de rendimentos crescentes, por

meio do uso racional dos recursos disponíveis e da introdução de inovações para garantir a criação de emprego e renda que possibilitem a manutenção ou ampliação do estado de bem-estar (SANDBERG *et al.*, 2018; PERETTO, 2018; ABU-GHUNMI *et al.*, 2016).

Segundo Gazzoni (2013), a cadeia produtiva da soja mostrou-se sólida e organizada, promovendo a geração de negócios desde a fase anterior ao cultivo (comércio de insumos agrícolas, instituições financeiras, seguradoras, prestadores de serviços) até a posterior a colheita (transportadores, armazenadores, indústria de transformação e exportadores). Dessa forma, foi associada a expansão de setores tangenciais, como energia e telecomunicações, e de outras cadeias produtivas orbitais, como as cadeias de proteína animal e de outros grãos (Figura 2). Este conjunto de efeitos positivos à interiorização do desenvolvimento brasileiro, refletidos no IDH dos municípios, está significativamente correlacionado com a expansão da cadeia da soja até meados das décadas de 1990 a 2010.

**Figura 2.** Representação esquemática de uma cadeia produtiva do agronegócio e suas influencias recíprocas.



Fonte: Oliveira Jr *et al.*(2018).

No caso da Amazônia legal e Cerrado das regiões norte e nordeste do país, os efeitos positivos da expansão de áreas para a produção de soja sobre o desenvolvimento dos municípios, registrados até 2010, e que deram força ao discurso hegemônico de que a promessa de tais benefícios supera as externalidades ambientais resultantes do modelo produtivo adotado, resultando em positivo custo de oportunidade (SILVA JUNIOR; LIMA, 2018; ZAMBRA *et al.*, 2015) não foram observados. No entanto, os dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (IBGE, 2018), que descreve a estrutura e a dinâmica das instituições públicas municipais e suas políticas setoriais, confirmam que a sustentabilidade financeira dos municípios brasileiros, particularmente a dos municípios contidos na delimitação territorial da Amazônia legal e Cerrado das regiões norte e nordeste, encontra-se

em risco devido ao aumento das atribuições municipais, da falta de instrumentos de arrecadação e redução dos repasses estaduais e federais. Nesse sentido, a Lei Complementar número 87/1996, conhecida como Lei Kandir, facilitou as exportações dos produtos primários e provocou reestruturação das empresas atuantes na cadeia produtiva da soja devido a desoneração do ICMS, o que promoveu aumentando dos lucros na sua comercialização *in natura* e inibiu os investimentos na agroindústria desse complexo produtivo (LEITÃO *et al.*, 2012).

O ICMS é um tributo estadual que tem grande peso nas economias locais, cerca de 25% de sua arrecadação é repassada para os Municípios. Assim, o governo federal instituiu medidas compensatórias: aumentou o Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e instituiu o Auxílio Financeiro de Fomento às Exportações. No entanto, os mecanismos de compensação utilizados pelo governo federal foram insuficientes para equilibrar as perdas municipais na arrecadação do ICMS da produção de soja e revelaram seus efeitos cumulativos a partir de 2012 (OLIVEIRA JR *et al.*, 2018; IBGE, 2018; LEITÃO *et al.*, 2012). Nesse contexto, os municípios sofrem os impactos ambientais dessa produção sem ter a devida reparação econômica para investir em políticas públicas de saúde, educação e meio ambiente.

Um estudo de Santos (2019) demonstrou que a produção de soja, no período de 2007 a 2016, elevou o PIB *per capita* dos municípios produtores, mas não a geração de emprego e renda, independentemente do peso da cultura na produção agrícola total dos municípios ou do seu tempo de consolidação. Além disso, para cada unidade de avanço no desenvolvimento geral dos municípios, ocorreu 17 vezes mais gastos de recursos hídricos decorrentes desse cultivo, o que impõe limites claros a sustentabilidade ambiental (REICHARDT; TIMM, 2016) e social, uma vez que em cenários de escassez hídrica, os municípios mais carentes e suas populações mais vulneráveis são afetados com maior intensidade (CHEN *et al.*, 2015; HSIANG; BURKE, 2014).

A geração de empregos diretos e indiretos nos municípios relacionada a produção de soja é inferior à de outras atividades econômicas (BUAINAIN *et al.*, 2017; PIGNATTI *et al.*, 2017). Além disso, as desigualdades salariais se acentuam por ser uma atividade que tem um pacote tecnológico relativamente moderno e que dispensa mão de obra não especializada (KHOJELY *et al.*, 2018; ZAMBRA *et al.*, 2015; CARVALHO, 2011; DA SILVA, 2013). Cunha (2008), por meio de análise multifatorial, constatou que a expansão da soja no estado do Mato Grosso, no período de 2000 a 2005, já se revelava paradoxal: se, por um lado, apresentava sucesso na dimensão econômica, por outro, em relação à dimensão social, seus resultados foram

medíocres em termos de distribuição de renda e riqueza, principalmente nos dez maiores municípios produtores de soja, contribuindo para a persistência de um elevado nível de desigualdade econômica e social.

Uma análise de desempenho do grupo de municípios que implementaram plantios de soja, a partir de 2007, na Amazônia legal e no Cerrado das regiões norte e nordeste (SANTOS, 2019) indicou que esses já possuíam indicadores socioeconômicos mais elevados do que os municípios não produtores antes de iniciar o cultivo de soja, mas não mantiveram essa superioridade em 2016. Esse estudo revelou também que os municípios não produtores, além de melhorar seus indicadores entre 2007 e 2016, também reduziram as diferenças em relação aos municípios produtores. Isso sugere que a implantação e manutenção de culturas de soja por períodos de dez anos ou menos, apesar de elevar o PIB dos municípios, não promove ganhos significativos nos indicadores de desenvolvimento. Corroborando com esses resultados, Zambra *et al.* (2015) e Cunha (2008) verificaram que, embora PIB dos municípios do Mato Grosso tenha duplicado entre 1991 e 2005, devido ao desempenho da produção e exportação de soja, seus indicadores socioeconômicos positivos ficaram quase estáticos e a concentração da riqueza aumentou, acentuando as desigualdades sociais.

Por outro lado, vários estudos (ZERMIANI *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2014; MADUREIRA; RIPPEL, 2014; SIQUEIRA, 2013) analisaram o desenvolvimento dos municípios do Paraná em relação a produção da soja, entre os anos de 2000 e 2014, concluindo que, para a maioria dos municípios, houve melhorias significativas, tanto para o índice geral como para os subíndices de Emprego e Renda, Educação e Saúde. Cerqueira (2013) verificou melhoras em indicadores como educação, longevidade e renda nos municípios tocantinenses, devido a expansão do agronegócio. Toda via, constatou que à medida que a economia desses municípios cresce, também se acentua o processo de exclusão social. Struminski e Raiher (2017), ao analisar a distribuição da pobreza pelo Brasil, constatou a existência de um padrão de associação espacial, sendo este observado pobreza nas regiões Norte e Nordeste do país, independentemente do PIB *per capita*. Nesse sentido, as microrregiões com um nível menos acentuado de despesas públicas com saúde, saneamento, educação, cultura e emprego tendem a apresentar baixos níveis de desenvolvimento.

Trennepohl e Paiva (2011) afirmam que a sojicultura apresenta reduzida capacidade para impulsionar novos movimentos de expansão econômica devido à pouca capacidade de gerar efeitos multiplicadores nas demais atividades da economia regional. Dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019d) revelam que nas microrregiões que compõem a



delimitação territorial adotada nesse estudo, a agroindústria relacionada ao complexo da soja representa baixa prevalência. Nesse sentido, Araújo (2019) afirma que as características da sojicultura da Amazônia e do Cerrado são muito similares, ou seja, o modelo de expansão praticado atualmente é incompatível com os princípios do desenvolvimento endógeno, uma vez que impossibilita que os atores locais participem do processo e possam usufruir dos rendimentos gerados. Carvalho (2011) constatou um intenso nível de desigualdade regional ao comparar a evolução dos municípios produtores e não produtores de soja nas regiões Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste, sendo que índices de desenvolvimento dos municípios produtores contidos na delimitação territorial do presente estudo apresentaram evolução inferior ao dos municípios produtores de soja do Sul e Centro-Oeste.

### Externalidades ambientais da produção de soja

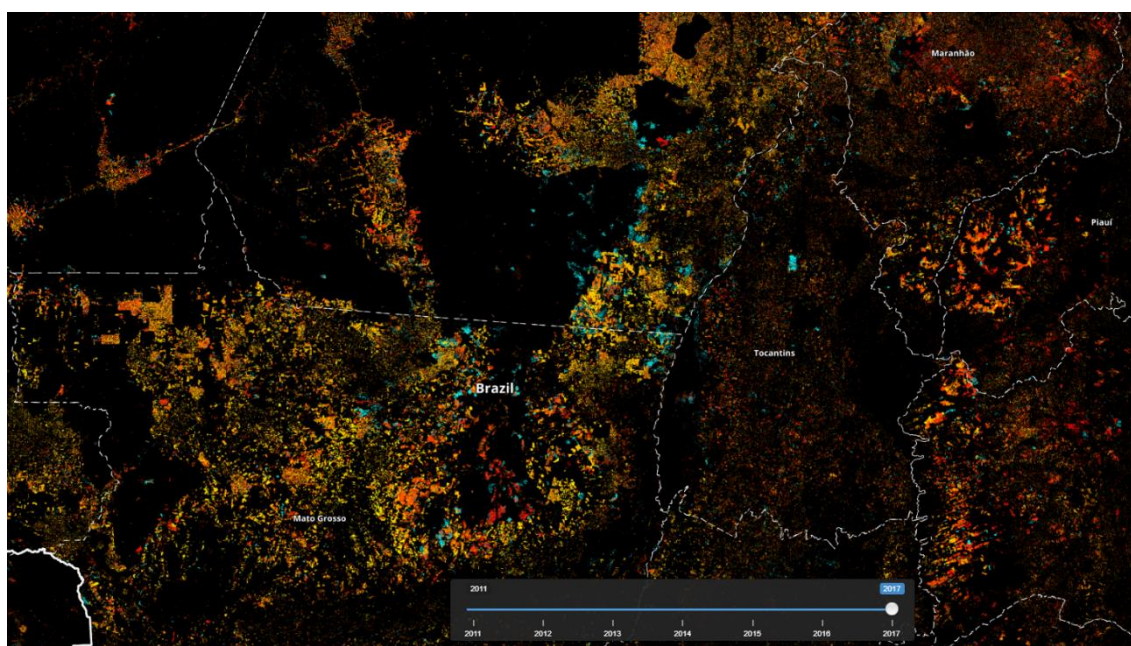
O Cerrado é considerado um *hotspot* global de biodiversidade e sua porção setentrional é a mais preservada (INPE, 2013; MYERS *et al.*, 2000). Contudo, apresenta grande vulnerabilidade, uma vez que suas fronteiras com os biomas da Caatinga e Amazônico apresentam acentuado endemismo da flora e fauna. Sua flora é altamente adaptada a sazonalidade marcada do clima e aos solos velhos, profundos e ácidos da região. Cerca de 75% da biomassa da vegetação nativa é subterrânea, em razão das raízes extremamente complexas e profundas que visam extrair água do subsolo no período de seca e a canalizar de volta para os reservatórios profundos no período chuvoso (LAHSEN *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2017).

Nesse contexto, a vegetação nativa do Cerrado exerce importante influência direta sobre as variações de temperatura e umidade do ar próximo ao solo, pois, além de absorver parte da energia solar incidente, suas raízes profundas drenam vários litros de água do subsolo profundo para a superfície no período de seca (SPERA *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2017). Devido a essas particularidades do bioma, a ampliação do cultivo de soja no Cerrado merece atenção especial, uma vez que exige processos de mudança de cobertura e composição química dos solos.

O avanço do cultivo só é possível por meio da remoção da mata nativa, queimada dos resíduos do desmatamento, redução da acidez do solo por meio de aplicação de calcário e

gesso agrícola, além da fertilização intensiva com potássio, fósforo e nitrogênio (CURADO *et al.*, 2014; LOPES; GUIMARÃES, 2016). Além disso, de acordo com Nunes *et al.* (2016), a produção agrícola é muito dependente de fatores naturais como precipitação, umidade do solo, evaporação, absorção e transpiração de água pelos cultivares, já que 98% da soja produzida no Cerrado não utiliza irrigação.

**Mapa 2.** Representação esquemática do avanço do agronegócio, especialmente da soja na última fronteira agrícola do norte e nordeste. Em preto estão as áreas naturais em 2017 e em colorido os cultivos agrícolas e pastagens plantadas.



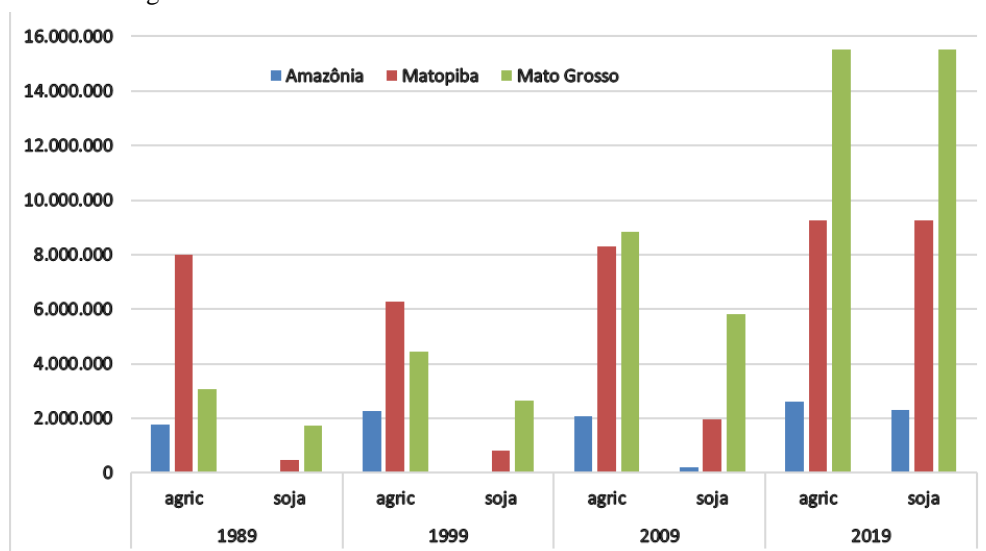
Fonte: <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

As raízes superficiais dos cultivos de soja não podem executar os mesmos serviços ecossistêmicos de tratamento de água proporcionados pela vegetação nativa do Cerrado (LAHSEN *et al.*, 2016), o que representa um desafio significativo para a manutenção da reciclagem e distribuição das águas diante da expansão das áreas agrícolas e de pastagens (BALDUINO *et al.*, 2018a; HOEKSTRA, 2017; ROSEGRANT, 2018). Ademais, o uso intensivo de glifosato nas lavouras, representa risco a disponibilidade de água de boa qualidade para o consumo humano e animal (BALDUINO *et al.*, 2018b; MACHADO, 2016; PEREIRA; ANGEOLETTO, 2016; SOUZA, 2014).

As informações publicadas anualmente pela Pesquisa agrícola Municipal (IBGE, 2019c) mostraram a superioridade do crescimento das áreas ocupadas pela soja nos domínios do Cerrado e Amazônia legal dos estados do MA, TO, PI e BA em relação as demais culturas agrícolas (Gráfico 1). Isso pode refletir os efeitos da política desenvolvimentista brasileira,

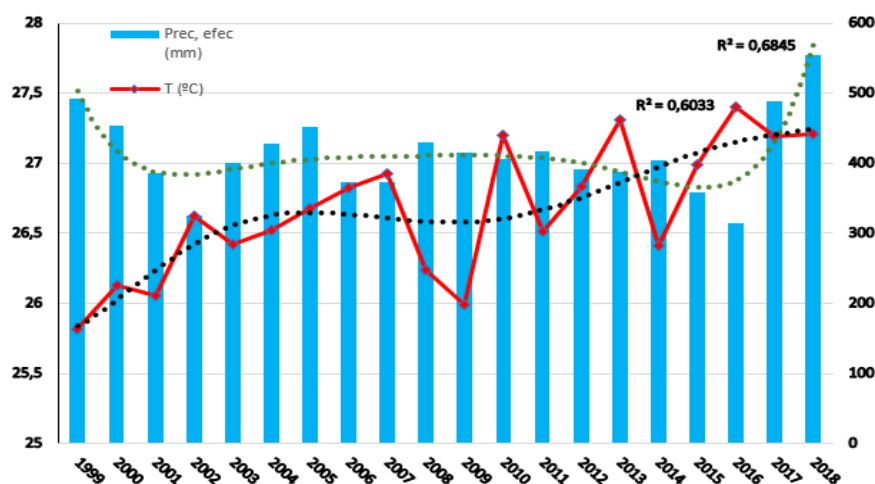
voltada principalmente para a produção de bens primários destinados à exportação (MARCONI; BRANCHER, 2017). Esta “comoditização” gera impactos ambientais substanciais, pois atinge vastos territórios que abrigam diferentes serviços ecossistêmicos, como regulação de temperatura e umidade, e promovem mudanças climáticas locais (Gráfico 2) que colocam em risco a sustentabilidade da produção de soja e de outras culturas desenvolvidas nessas áreas, uma vez que seus impactos ambientais afetam as bacias hidrográficas próximas. Assim a expansão dos cultivos de soja pode representar uma séria ameaça à segurança alimentar de todo o país (ZORTEA *et al.*, 2018; STRASBURGUER *et al.*, 2017; AYALA *et al.*, 2016).

**Gráfico 1.** Comparação entre as áreas colhidas, em hectares, de soja e demais produtos da agricultura conforme a safra e região da fronteira agrícola.



Fonte: Autor a partir de dados do IBGE (2019c).

**Gráfico 2.** Comportamento interanual, período de 1999 a 2018, da temperatura média do ar e da precipitação na área de estudo. As linhas horizontais pontilhadas representam as tendências ajustadas da temperatura em C° (preto) e precipitação em mm (verde).



Fonte: Autor com base em dados do INMET (2019).

Sayago *et al.* (2017), verificaram que, quando a cobertura de soja excede 60% das áreas agrícolas, em ambientes de temperaturas elevadas, as condições de estresse hídrico podem aumentar e haver redução do teor de água no solo, o que resulta em menor produtividade para todas as culturas agrícolas e amplia os riscos à segurança alimentar. De acordo com Santos (2019), as áreas de recente expansão da soja no Cerrado e Amazônia legal das regiões norte e nordeste do Brasil, a cobertura dessa cultura passou de 54% em 2016 e há forte tendência ( $R^2 = 0,89$ ) de que ultrapasse os 60% até 2020.

A produção de soja envolve grandes quantidades de água, pesticidas e fertilizantes que são potencialmente perigosos, uma vez que podem contaminar os corpos de água adjacentes (AYALA *et al.*, 2016; PELLICER-MARTÍNEZ; MARTÍNEZ-PAZ, 2016). Apesar de apresentar grande variabilidade espaço-temporal, o consumo de água para o cultivo da soja nas áreas Cerrado e Amazônia legal, tende a aumentar na medida em que há elevação de temperatura, devido a maior necessidade de irrigação (NUNES *et al.*, 2016; ANA, 2016) e uso de agroquímicos (CAO *et al.*, 2015; ALDAYA *et al.*, 2010). Além disso, o aumento de temperatura e redução de precipitação efetiva nas áreas estudadas parece estar relacionado com o tamanho das áreas de plantação de soja (Tabela 1). Tais resultados são congruentes com estudos que demonstram a vulnerabilidade do Cerrado às mudanças climáticas locais promovidas pelas mudanças de uso e cobertura do solo (IMAFLOA, 2018; STRASSBURG *et al.*, 2017; PBMC, 2014; DA SILVA, 2013). Diversos pesquisadores, em diferentes regiões do planeta, têm encontrado resultados similares a esses e alertam sobre o risco de escassez

hídrica se não houver mudança no modelo de produção das grandes *commodities* (DEKAMIN *et al.*, 2018; AYALA *et al.*, 2016; ZUO *et al.*, 2016; ERCIN *et al.*, 2011; CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2011; ALDAYA *et al.*, 2010; CHAPAGAIN; HOEKSTRA, 2004).

**Tabela 1** – Matriz de Correlações entre Temperatura (T), Precipitação (P), Rendimento da Safra (R), Área Plantada de Soja (A) e Consumo Hídrico (C).

	T (C°)	P (mm)	R (t/ha)	C (m³/t)
P (mm)	-0,78*	1	---	---
R (t/ha)	-0,03	-0,07	1	---
C (m³/t)	0,58*	-0,43*	-0,78*	1
A (ha)	0,87*	-0,77*	0,16	0,42

\* significativo ao nível mínimo de  $P < 0,05$ .

Resende *et al.* (2019) avaliaram as consequências futuras da rápida expansão da agricultura no Cerrado sobre seis *ecosystem services*: produção de água, retenção de sedimentos, retenção de nutrientes, armazenamento de carbono, líquido produtividade primária e provisão de alimentos silvestres. Os pesquisadores descobriram que as mudanças esperadas no uso da terra tendem a diminuir a provisão de *ecosystem services* ao longo do tempo. Por isso, identificar áreas prioritárias na região é importante para promover ações de conservação e controlar os conflitos com o desenvolvimento agropecuário.

Uma constatação preocupante, de um estudo realizado por Santos (2019), foi que o índice de atendimento da população nos sistemas de saúde pública dos municípios cuja produção de soja estava consolidada há 30 anos ou mais apresentou-se significativamente superior ao dos municípios não produtores. Diversos autores (BOMBARDI, 2017; LOPES, 2016; FERREIRA *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2013), afirmam que a alta produtividade da soja no Brasil é dependente do consumo intensivo de agrotóxicos, correspondendo a mais 52% do consumo total desse insumo. Nesse sentido, vários autores (GILL *et al.*, 2018; CAPELLESSO *et al.*, 2016; KRUGER *et al.*, 2014) concordam que os monocultivos transgênicos podem influenciar o aumento de consumo de agrotóxicos, como o herbicida glifosato usado nas lavouras de soja.

Vários estudos (PIGNATI *et al.*, 2017; PELLICER-MARTÍNEZ; MARTÍNEZ-PAZ, 2016; TEIXEIRA *et al.*, 2014) têm mostrado que nas extensas áreas de monoculturas, de alto consumo de agrotóxicos, a população sofre grandes riscos de contaminação, pois resquícios dos resíduos desses insumos estão presentes nas bacias hidrográficas e aquíferos. Uma revisão recente realizada por Gill *et al.* (2018) revelou que diversas pesquisas apresentam evidências de que o glifosato, principal agrotóxico utilizado nas lavouras de soja, está associado a efeitos

toxicológicos como genotoxicidade, citotoxicidade, aberração nuclear, disfunção hormonal, aberrações cromossômicas e danos no DNA. Esses efeitos crônicos acabam por elevar os custos com o atendimento básico de saúde e a proporção de mortes por causas mal definidas nos municípios.

Para Pignati *et al.* (2017), as desigualdades intermunicipais se refletem na adoção de pacote tecnológico e de incentivos fiscais para a exploração e uso da terra, que associados as fragilidades das legislações ambientais, favorecem este modelo químico-dependente, que é incongruente com a ideia de desenvolvimento sustentável. A superação desse modelo é relativamente difícil sem políticas públicas adequadas. Gonzaga *et al.* (2019) investigaram os fatores que influenciam na adoção práticas sustentáveis por parte dos produtores do Centro-Oeste do Brasil e concluíram que o financiamento de investimentos e as desonerações tem o efeito mais relevante nesse tipo de prática, porém foi quase irrelevante diante do elevado suporte de recursos oferecidos aos produtores de *commodities*.

### Considerações finais

A expansão das lavouras de soja na Amazônia legal/Cerrado das regiões norte e nordeste segue uma tendência crescente, especialmente nas microrregiões do sul do maranhão e extremo oeste baiano. Contudo, a descontinuidade geográfica na produção de soja se dá em razão da presença do Parque Estadual do Jalapão e do Parque Nacional nascentes do Parnaíba. Com isso, a busca por novas áreas para a expansão e intensificação dessa cultura tornou-se substancial. Os produtores motivados pela demanda e estabilidade dos preços dessa *commoditie* no mercado internacional, além dos incentivos da lei Kandir, investem em pesquisa privada, principalmente por grandes empresas multinacionais, o que agrava o processo de concentração da produção de soja nas mãos de poucos privilegiados

As áreas que receberam as maiores contribuições tecnológicas no campo do desempenho de cultivares resistentes à ação do glifosato e adaptados as condições climáticas da região garantem o sucesso produtivo e incentivam a expansão das áreas destinadas ao cultivo de soja. Com isso, seu avanço sobre o Cerrado/Amazônia legal tem acelerado em decorrência do crescimento do número de municípios produtores de média produtividade, especialmente no estado do Tocantins.

Em geral, as microrregiões do Sul do Maranhão e sudoeste do Piauí ampliaram suas produções de soja em razão dos bons resultados econômicos do extremo oeste Baiano. Além disso, incentivos para o crescimento de áreas cultivadas estão associados à melhoria das infraestruturas rodoviárias e condições vantajosas de aquisição de crédito. Isso vem transformando a estrutura agrária de subsistência tradicional em uma estrutura agrária mecanizada e predatória nas questões ambientais.

Atualmente, existem grandes incertezas nas discussões de políticas sobre as práticas sustentáveis, uma vez que lhes faltam inserção no estilo de pensamento do governo federal. Uma vez que os atuais tomadores de decisão parecem carecer de informações diretas sobre os impactos do consumo de água e sua poluição por agrotóxicos, as estratégias de alocação de recursos para promover o desenvolvimento sustentável, como o Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – ABC ou o Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar - Pronaf, devem ser melhor direcionadas, particularmente para aqueles municípios identificados como de alto risco.

### Referências bibliográficas

ABU-GHUNMI, D; ABU-GHUNMI, L; KAYAL, B; BINO, A. Circular economy and the opportunity cost of not ‘closing the loop’ of water industry: the case of Jordan. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 228-236, 2016.

ALDAYA, M.M.; ALLAN, J.A.; HOEKSTRA, A.Y., Strategic importance of green water in international crop trade. **Ecological Economics**, v. 69, cap. 4, p. 887–894, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.001>>

ANA-Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente (Brasil). **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2016. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/>>. Acesso em: dez. 2019.

ARAÚJO, M. L. S; SANO, E. E; BOLFE, E. L; SANTOS, J. F. N; SANTOS, J. S; SILVA, F. B. Spatiotemporal dynamics of soybean crop in the Matopiba region, Brazil (1990–2015). **Land Use Policy**, v. 80, p. 57-67, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.040>>.

ARAÚJO, R. C. Análise sobre a monocultura de soja e o desenvolvimento sustentável na Amazônia com base na teoria do desenvolvimento endógeno. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 26, n. 1, p. 28–45, 2014.

AYALA, L. M.; VAN EUPEN, M.; ZHANG, G.; PÉREZ-SOBA, M.; MARTORANO, L. G.; LISBOA, L. S.; BELTRAO, N. E. Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon

under climate change scenarios. **Science of Total Environment**, v.570, p. 1159–1173, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.191>>

BALDUINO, A. R; LIMA, D. P; ASSIS, C. D; CARVALHO, A. P; SOUZA, L. B; SANTOS, M. G. Characterization of water infiltration in the soil of the São João River Basin on the municipality of Porto Nacional, in the State of Tocantins, Brazil. **Australian Journal Basic and Applied Sciences**, v. 12, p. 81-87, set. 2018a. Disponível em: <<https://doi.org/10.22587/ajbas.2018.12.9.14>>.

BALDUINO, A. R; SANTOS, M. G; SOUZA, L. B; LIMA, D. P; CARVALHO, A. P. Hydric balance and climatic classification of the city of Porto Nacional, state of Tocantins, inserted in the Legal Amazon, Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Resesearch and Science**, v. 5, cap. 3, p. 259-263, mar. 2018b. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.5.3.34>>.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH-USP, 2017. Disponível em: <<http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>>. Acesso em: ago. 2019

BUAINAIN, A. M; GARCIA, J. R; VIEIRA FILHO. J. E. R. **Dinâmica da economia e da agropecuária no MATOPIBA**. Texto para discussão. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: <[repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7574/1/TD\\_2283.PDF](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7574/1/TD_2283.PDF)>. Acesso em: jan.2018.

CAO, X; WANG, Y; WU, P; ZHAO, X; WANG, J. An evaluation of the water utilization and grain production of irrigated and rain-fed croplands in China. **Science of the Total Environment**, v. 529 n. 1, p. 10-20, 2015 Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.011>>.

CAPELLESSO, A.J.; CAZELLA, A.A.; SCHMITT FILHO, A.L.; FARLEY, J.; MARTINS, D.A. Economic and environmental impacts of production intensification in agriculture: comparing transgenic, conventional, and agroecological maize crops. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 40, n. 3, p. 215-236, 11 dez. 2015. Disponível em: <[https:// dx.doi.org/10.1080/21683565.2015.1128508?journalCode=wjsa21](https://dx.doi.org/10.1080/21683565.2015.1128508?journalCode=wjsa21)>.

CARVALHO, A. C. S. **Soja e desenvolvimento: uma análise comparativa entre as regiões norte, nordeste e centro-oeste**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Belém: UFPA, 2011.

CERQUEIRA, E. S. Mudanças decorrentes da expansão da monocultura da soja no estado do Tocantins: diagnóstico socioeconômico dos municípios de Campos Lindos e Lagoa da Confusão. **Perspectiva geográfica**, v. 8, n. 9, p. 1-22, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/view/9342>>.

CHAPAGAIN, A. K; HOEKSTRA, A. Y. Water footprints of nations. **Value of Water**, Research Report Series 16. UNESCO-IHE. Delft, the Netherlands, nov. 2004. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf>>. Acesso em: jul. 2018.

CHAPAGAIN, A.K; HOEKSTRA, A.Y. The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives. **Ecological Economics**, v. 70, p. 749–758, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.012>>.

CHEN, J; SHI , H ; SIVAKUMAR,B; PEART,M.R. Population, water, food, energy, and dams. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p.18–28, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.043>>.



COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Brasília: CONAB. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: dez. 2018.

CUNHA, O. E. **Expansão da soja em Mato Grosso e desenvolvimento econômico no período de 1995 a 2005.** (Dissertação de mestrado) Pós-graduação em Agronegócios e Desenvolvimento Regional, UFMT, 2008.

CURADO, L. F. A.; NOGUEIRA, J. DE S.; SANCHES, L.; RODRIGUES, T.R.; LOBO, F. DE A.; BÍUDES, M.S. Inter Seasonality of the Energy Fluxes in Brazilian Savana-Mato Grosso-Brazil. **Atmospheric and Climate Sciences**, v. 4, n. 2, p. 219-230, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/acs.2014.42025>>.

DA SILVA, E. B. **A dinâmica socioespacial e as mudanças na cobertura e uso da terra no bioma Cerrado.** (Tese de Doutorado). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2013.

DEKAMIN, M.; BARMAKI, M.; KANOONI, A. Selecting the best environmental friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 239-1250, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.115>>

DESJARDINS, J., World's Largest Economies in 2030. **Visual Capitalist**, jan. 11, 2019. Disponível em: <<https://www.visualcapitalist.com/worlds-largest-10-economies-2030/>>. Acesso em: ago. 2019.

DESTRO, D.; FARIA, A. P.; DESTRO, T. M.; FARIA, R. T. DE; GONÇALVES, L. S. A.; LIMA, W. F. Food type soybean cooking time: a review. **Crop Breed. Appl. Biotechnol**, v. 13, n. 13, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332013000300007>>

DUIĆ, N; URBANIEC, K; HUISINGH, D. Components and structures of the pillars of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 88, n. 1, p. 1-12, 2015. Disponível em : <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.115>>

ERCIN, A.E; ALDAYA, M.M; HOEKSTRA, A.Y. Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. **Water Resources Management**, v. 25, n. 2, p. 721-741, 2011. Disponível em : <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-010-9723-8>>.

FERREIRA, B. G. C; FREITAS, M. M. L; MOREIRA, G. C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto Effective operational cost of production soybean in no-tillage system. **Revista iPecege**, v.1, n.1, p. 39-50, 2015. Disponível em : <<http://oaji.net/articles/2017/5879-1523898083.pdf>>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the UN. OCDE- **Agrícola Perspectives**, 2018-2027. Paris: OECD, 2018. Disponível em: <[https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2018-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2018-es)>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the UN. OCDE- **Agricultural and food marketing management**. Rome, 1997. Disponível em: <[https://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books\\_3295\\_0.pdf](https://www.dphu.org/uploads/attachements/books/books_3295_0.pdf)>.

GAZZONI, D. L. **A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial.** Londrina: Embrapa Soja, 2013.

GILL, J. P. K; SETHI, N; MOHAN, A; DATTA, S; GIRDHAR, M. Glyphosate toxicity for animals. **Environmental Chemistry Letters**, v. 16, n. 2, p. 401-426, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-017-0689-0>>.

GONZAGA, J. F.; VILPOUX, O. F.; PEREIRA, M. W. G. Factors influencing technological practices in the Brazilian agrarian reform. **Land Use Policy**, v. 80, p. 150-162, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.005>>

HOEKSTRA, A.Y. Water Footprint Assessment: Evolvement of a New Research Field. **Water Resources Management**, v. 231, p. 1–21, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11269-017-1618-5>>.

HSIANG, S.M.; BURKE, M. Climate, Conflict, And Social Stability: What Does The Evidence Say? **Climatic Change**, v.123, p. 39–55, 2014. Disponível em: M<<https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0868-3>> .

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em números**. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2019a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estadística. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2019**. Rio de Janeiro: Coordenação de Contas Nacionais, 2019b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agrícola Municipal 2018**. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2019c. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2019c. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais**. Centro de Disseminação de Informações: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: out.2019.

IMAFLOA - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil**: setor agropecuário. São Paulo: Observatório do Clima, 2018.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: out.2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto TerraClass**: Cerrado, 2013. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/>>. Acesso em: mar. 2017.

ITC - International Trade Centre. **Trade statistics for international business development**. Geneva: ITC, 2019. Disponível em: <[https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_Map.aspx?nvpm=1||||1201||4|1|1|1|1|2|1|1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_Map.aspx?nvpm=1||||1201||4|1|1|1|1|2|1|1)>. Acesso em: ago. 2019.

JALAVA, M.; GUILLAUME, J. H. A.; KUMMU, M.; PORKKA, M.; SIEBERT, S.; VARIS, O. Diet change and food loss reduction: What is their combined impact on global water use and scarcity? **Earth's Future**, v. 4, p. 62–78, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/2015EF000327>>

KHOJELY, D. M; IBRAHIM, S. E; SAPEY, E; HAN, T. History, current status, and prospects of soybean production and research in sub-Saharan Africa. **The Crop Journal**, v. 6, n. 3, p. 226-235, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.03.006>>.

KRUGER, M.; SCHLEDORN, P.; SCHRÖDL, W.; HOPPE, H-W; LUTZ, W.; SHEHATA, A. A., 2014. Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. **J. Environ. Anal. Toxicol.**, v. 4, n. 2, p. 1-16. Disponível em: <<https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000210>>

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at Our Peril. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 58, n. 6, p. 4-15, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00139157.2016.1229537>>

LEITÃO, A; IRFFI, G; LINHARES, F. Avaliação dos efeitos da lei Kandir sobre a arrecadação de ICMS no estado do Ceará. **Planejamento e políticas públicas**, n. 39, p. 33-56, 2012. Disponível em : <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/314> >.

LIMA, V. M. A; CALDARELLI, C. E; CAMARA, M. R. G. Análise do desenvolvimento municipal paranaense: uma abordagem espacial para a década de 2000. **Revista Economia e Desenvolvimento**, v. 26, n. 1, 2014. disponível em : <<https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/11030> >.

LIN, M.; HUANG, Q., Exploring the relationship between agricultural intensification and changes in cropland areas in the US. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 274, p. 33-40, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.12.019>>.

LIU, J., SAVENIJE, H. H. G. Food consumption patterns and their effect on water requirement in China. **Hydrology Earth System Scienc**, v. 12, p. 887-898, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/hess-12-887-2008>>.

LOPES, A. S.; GUIMARÃES G. L. R. A. Career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. **Advances in Agronomy**, v. 137, p. 1-172, 2016. <<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.004>>

LOPES, M. V. **Índice de Possibilidade de Conversão à Agricultura (IPCA): Uma Ferramenta na Elucidação do Fenômeno da Expansão da Fronteira Agrícola em Goiás.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Ciências Ambientais, Goiânia, 2016.

MACHADO, M. O. **Glifosato: a emergência de uma controvérsia científica global.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169662/342944.pdf?sequen.>> Acesso em: ago. 2019.

MADUREIRA, E. M. P; RIPPEL, R. A importância da cadeia produtiva da soja no crescimento econômico do oeste paranaense: uma análise entre 1985 e 2012. **Anais. III Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais**, outubro de 2014.

MARCONI, N.; BRANCHER, M. A política econômica do novo desenvolvimentismo. **Economia Contemporânea, Supl. Especial**, p. 1-31, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rec/v21n2/1415-9848-rec-21-02-e172126.pdf> >

MATSUURA, M. I. S. F.; DIAS, F. R. T.; PICOLI, J. F.; LUCAS, K. R. G.; CASTRO, C. DE; HIRAKURI, M. H. Life-cycle assessment of the soybean-sunflower production system in the Brazilian Cerrado. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, n. 4, p. 492-501, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11367-016-1089-6>>

MORERA, S.; COROMINAS, L.; POCHA, M.; ALDAYA, M.M.; COMAS, J., 2016. Water footprint assessment in wastewater treatment plants. **Journal of Clean Production**, v. 112, p. 4741-4748. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.102>>

MORTAZAVI, S. M.; MALEKI, A.; YOUSEFI, H. Analysis of robustness of the Chinese economy and energy supply/demand fluctuations. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v. 14, n. 2, p. 147–159, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ijlct/cty051>>.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA; KENT, J. Hotspots Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/35002501>>

NOOJIPADY, P., MORTON, C. D., MACEDO, N. M., VICTORIA, C. D., HUANG, C., GIBBS, K. H., BOLFE, L. E. Forest carbon emissions from cropland expansion in the Brazilian Cerrado biome. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 25004, 2017.

NUNES, A. C.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, R. A. E.; SILVA JÚNIOR, J. L. C; GONÇALVES, F. B.; SANTOS, G. A. Agronomic aspects of soybean plants subjected to deficit irrigation. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 20 n. 7, p. 654-659, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n7p654-659>>

OLIVEIRA Jr, CASAROTTO, MENDONÇA, BINOTTO; SILVA. Exportação de soja no estado de Mato Grosso do Sul: características da comercialização. **Rev. Agro. Amb.**, v. 11, n. 1, p. 71-97, 2018. Disponível em: <<https://search.proquest.com/openview/e07ce32b30df92ac0ce372bd6a34c408/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032621>>.

PBMC-Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**, 2014. Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/publicacoes/relatorios-pbmc>>. Acesso em: 22 mai. 2016.

PELLICER-MARTÍNEZ, F; MARTÍNEZ-PAZ, J.M Grey water footprint assessment at the river basin level: Accounting method and case study in the Segura River Basin, Spain. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1173-1183, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.032>>

PEREIRA, M. S.; ANGEOLETTO, F. Geografia médica e agronegócio: evolução espaço temporal dos cânceres do estômago, esôfago e pâncreas no estado de Mato Grosso a partir da década de 1990. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 15, n. 179, 2016. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/28215/0>>. Acesso em: ago. 2019.

PERETTO, P. F. Robust endogenous growth. **European Economic Review**, v. 108, p. 49-77, 2018.

PIGNATTI, W.A.; SOUZA E LIMA, F.A.N. DE; LARA, S.S. DE; CORREA, M.L.M.; BARBOSA, J.R.; LEÃO, L.H. DA C.; PIGNATTI, M.G., 2017. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22 , n.10, p. 3281-3293, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>>

REICHARDT, K; TIMM, L. C. **Água e sustentabilidade no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Manole, 2016.

RESENDE, F. M.; CIMON-MORIN, J., POULIN, M.; MEYER, L.; LOYOLA, R. Consequences of delaying actions for safeguarding ecosystem services in the Brazilian Cerrado. **Biological Conservation**, v. 234, p.90-99, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.009>>.

ROSEGRANT, M. W. Global and Regional Perspectives of Food Economy and Policy. **World Food Policy**, v. 4, p. 7-18, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18278/wfp.4.2.2>>.

SACHS, I. Barricadas de ontem, campos de futuro. **Estudos avançados**, São Paulo, v.68, n 24, p. 25-38, 2010.

SANDBERG, S; SUI, S; BAUM, M. Effects of prior market experiences and firm-specific resources on developed economy SMEs' export exit from emerging markets: Complementary or compensatory? **Journal of Business Research**, v. 92, p. 29-48, 2018.

SANTOS, J. F. S. Produção de soja e desenvolvimento nos municípios das áreas de Cerrado das regiões Norte e Nordeste do Brasil. **Anais do XIV fórum científico EnfoC**, Curitiba, Novembro de 2019.

SAYAGO, S; OVANDO, G; BOCCO, M. Landsat images and crop model for evaluating water stress of rainfed soybean. **Remote Sensing of Environment**, v. 198, p. 30-39, 2017.

SCHMITT, C. M. As políticas em favor da agroecologia na trajetória do Ministério do Desenvolvimento Agrário: uma mirada retrospectiva, pp. 287-300. In: MALUF, R.S; FLEXOR, G. **Questões agrárias, agrícolas e rurais: conjunturas e políticas públicas**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2017.

SILVA JUNIOR, C. A; LIMA, M. Soy Moratorium in Mato Grosso: Deforestation undermines the agrément. **Land Use Policy**, v. 71, p. 540-542, fev. 2018.

SIMIONESCU, M.; BILAN, Y.; STREIMIKIENE, D. The Impact of Biodiesel Consumption by Transport on Economic Growth in the European Union. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, v. 30, n. 1, p. 50-58, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5755/j01.ee.30.1.21831>>.

SIQUEIRA, D. **Crescimento e desenvolvimento econômico em municípios produtores de soja no Brasil: uma análise do período 2000-2010**.

SOARES, A. F. S; LEÃO, M. M. D; FARIA, V. H. F; DA COSTA, M. C. M; MOURA, A. C. M; RAMOS, V. D.V; VIANNA NETO, M.R; DA COSTA, E.b P. Ocorrência de agrotóxicos de culturas de café em águas superficiais. **Revista Ambiente Água**, v. 8, n.1, p.62-72, 2013.

SOUZA, M.A. **Risco de contaminação da água por glifosato: Validação do modelo A.R.C.A. em uma lavoura de soja no entorno do Distrito Federal**. Universidade de Brasília, Brasília: 2014. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB\\_8175302d56dd62fde358977c5b0ee2d9](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_8175302d56dd62fde358977c5b0ee2d9)> Acesso em: ago. 2019.

SPERA, S. A.; GALFORD, G. L.; COE, M. T.; MACEDO, M. N.; MUSTARD, J. F. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. **Glob Change Biol.**, v. 22, p. 3405-3413, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/gcb.13298>>.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nat. Ecol. Evol.** v. 1, n. 99, p. 1-3, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>>

STRUMINSKI, L; RAIHER, U. Pobreza e seus determinantes nos municípios brasileiros: abordagem monetária, de privações e multidimensional. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 2, n. 37, p. 186 – 211, 2017.

TEIXEIRA, J. R. B; FERRAZ, C. E. O; COUTO FILHO, J. C. F; NERY, A. A; CASOTTI, C. A. Intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola em estados do Nordeste brasileiro, 1999-2009. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 23, n.3, p.497-508, 2014.

TRENNEPOHL, D; PAIVA, C. A. N. A importância da sojicultura para o desenvolvimento da região noroeste do Rio Grande do Sul. **Ensaio FEE**, v. 31, n. Especial, p. 741-778, 2011.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **Population 2030: Demographic challenges and opportunities for sustainable development planning (ST/ESA/SER.A/389)**. 2015. Disponível em: <<https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Population2030.pdf>>. Acesso em: set. 2018.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Trade Statistics. **The International Trade Statistics Yearbook: Volume I – Trade by Country, 2019<sup>a</sup>**. Disponível em: <<https://doi.org/10.18356/e9aba95b-en>>. Acesso em: ago. 2019.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. The Conference on Trade and Development. **The state of commodity dependence (UNCTAD/DITC/COM/2019)**, 2019. Disponível em: <<https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2439>>. Acesso em: ago.2019.

XAVIER, G.L. MATOPIBA: l'occupation de la nouvelle frontière agricole dans les cadres du modèle d'exportation de la spécialisation productive. **Revue franco-brésilienne de géographie**, n. 39. Disponível em: <<https://doi.org/10.4000/confins.17590>> .

XIE, W. The Prospect of Grain Production Increase in Latin America and Key Areas of Sino-Latin American Agricultural Cooperation. In: Chai, Y.; Yue, Y. (Eds.), Sino-Latin American Economic and Trade Relations. **Springer**, Singapore, p. 133-146. Disponível em : <[https://doi.org/10.1007/978-981-13-3405-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3405-4_6)>.

ZALLES, V.; HANSEN, M.C.; POTAPOV, P.V.; STEHMAN, S.V.; TYUKAVINA, A.; PICKENS, A.; SONG, X.P.; ADUSEI, B.; OKPA, C.; AGUILAR, R.; JOHN, N., 2019. Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000. **Proceedings of the National Academy of Sciences** v. 116, n. 2, p. 428-435. Disponível em: <<https://doi.org/10.1073/pnas.1810301115>>.

ZAMBRA, E. M; SOUZA, P. A. R; PEREIRA, R. S. Os impactos da produção de soja e a dinâmica do desenvolvimento em Sorriso-MT. **Pretexto**, v. 16, n. 3, p. 92-105, 2015.

ZERMIANI, T. C.; FREITAS, R. S.; NIEVOLA, M. T. S.; NASSER, J. N.; DITTERICH, R. G.; BUENO, R. E. A relação entre indicadores de desenvolvimento humano e de saúde materna nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba – PR. **Cad. Saúde Colet.**, v. 26, n. 1, p. 100-106, 2018.

ZORTEA, R.B.; MACIEL, V.G.; MENEZES, W.; CYBIS, L.F. DE A.; SEFERIN, M. **Cálculo de emissões de CO2 provenientes da mudança do uso da terra para produção de soja no estado do Rio Grande do Sul**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019127909>>.

ZORTEA, R.B.; MACIEL, V.G.; PASSUELLO, A. Sustainability assessment of soybean production in Southern Brazil: A life cycle approach. **Sustainable Production and Consumption** v.13, n.102, p. 102-112, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.002>>.

## **SOBRE O AUTOR**

### **João Francisco Severo Santos**

Entre outras formações é Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Faculdade da Lapa-PR, Especialista em Perícia Ambiental e Doutorando em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins. Atualmente é chefe da Unidade Estadual do IBGE no Tocantins. Desenvolve pesquisas sobre produção agropecuária, mudanças climáticas, desigualdades socioeconômicas, promoção da saúde e transtornos psíquicos a partir da ótica da Psicologia Evolucionista.

**Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2017753716977534>

*Recebido em dezembro de 2019.*

*Aceito para publicação em fevereiro de 2020.*

*Publicado em março de 2020.*