

## EXPOSIÇÃO AO DESMATAMENTO ILEGAL DE SOJA ENTRE AS EMPRESAS EXPORTADORAS DO CERRADO MATO-GROSSENSE PARA A CHINA E UNIÃO EUROPEIA

Adonnay Martins Barbosa<sup>1\*</sup>, Roldan Muradian<sup>2</sup>, André Albuquerque Sant'Anna<sup>3</sup>, Vinicius de Freitas Silgueiro<sup>4</sup>

**Resumo:** A produção e comercialização de soja estão associadas a profundos desafios econômicos, sociais e ambientais. O comércio internacional de soja por meio das cadeias de abastecimento tem impulsionado a mudança no uso da terra, desmatamento e diversos riscos ambientais em regiões tropicais, como o Cerrado. O objetivo deste trabalho é avaliar a distribuição da exposição do desmatamento ilegal de soja para as empresas que exportaram soja do cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia entre 2014 e 2020, ponderar sobre as diferenças de exposição ao desmatamento ilegal de soja entre o destino da exportação e entre empresas que assumiram e não assumiram compromissos de desmatamento zero (CDZ) e analisar a concentração de mercado da exportação de soja. Para isso, foi estimado os índices de concentração de empresas (CR4) e (CR8), o Índice de Hirshcman-Herfindah (IHH) e o indicador de exposição ao desmatamento ilegal para os grupos exportadores de soja do cerrado mato-grossense para a China e União Europeia entre 2014 e 2020. Os resultados indicam uma significativa cobertura das exportações de soja com CDZ para a China e a União Europeia, no entanto, aparentemente a adoção de compromissos de desmatamento zero não tem tido o efeito esperado, uma vez que a exposição ao desmatamento ilegal de soja ficou mais concentrada entre empresas com CDZ nos últimos anos analisados. Além disso, a alocação da exposição ao desmatamento ilegal de soja foi concentrada em poucas empresas tanto para a China quanto para a União Europeia.

**Palavras-Chave:** Comércio Internacional e Meio Ambiente, *Commodity* de Risco Florestal, Desmatamento Ilegal

**Abstract:** Soy production and marketing are associated with profound economic, social and environmental challenges. The international soy trade through supply chains has driven land use change, deforestation and various environmental risks in tropical regions such as the Cerrado. The aim of this study is to evaluate the distribution of exposure to illegal deforestation of soybeans for companies that exported soybeans from the Mato Grosso cerrado to China and the European Union between 2014 and 2020, to consider the differences in exposure to illegal deforestation of soybeans between export destinations and between companies that have and have not made zero deforestation commitments (ZDCs) and to analyze the concentration of the soybean export market. To this end, the company concentration indices (CR4) and (CR8), the Hirshcman-Herfindah Index (HHI) and the indicator of exposure to illegal deforestation were estimated for the groups exporting soybeans from the Mato Grosso cerrado to China and the European Union between 2014 and 2020. The results indicate a significant coverage of soy exports with CDZ to China and the European Union, however, it seems that the adoption of zero deforestation commitments has not had the expected effect, since exposure to illegal deforestation of soy has become more concentrated among companies with CDZ in the last few

---

<sup>1</sup> Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Economia na Universidade Federal Fluminense (PPGE-UFF).

\* Esta pesquisa foi financiada pela Cátedra Escolhas de Economia e Meio Ambiente e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

<sup>2</sup> Professor Adjunto na Faculdade de Economia na Universidade Federal Fluminense (UFF).

<sup>3</sup> Assessor Especial no Ministério do Meio Ambiente e Mudança Climática (MMA).

<sup>4</sup> Coordenador de Inteligência Territorial no Instituto Centro de Vida (ICV).

years analyzed. In addition, the allocation of exposure to illegal soy deforestation was concentrated in a few companies for both China and the European Union.

**Key-Words:** Environment and Trade, Forest Risk Commodity, Illegal Deforestation,

**Área 9:** Meio Ambiente, Recursos Naturais e Sustentabilidade

**Classificação JEL:** Q02, Q56, Q58

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte do desmatamento tropical ocorre em paisagens em que a agricultura configura como o principal vetor de perda florestal, e resulta na expansão da produção agrícola que satisfaz o consumo interno e de exportação de commodities agrícolas como a soja, óleo de palma, cacau, borracha e café (Busch e Ferretti-Gallon, 2017; Curtis et al., 2018; Pendrill et al. 2022). Tornou-se evidente a crescente influência dos mercados globais na dinâmica do desmatamento tropical (Henders et al., 2015). Cerca de 39% das emissões de dióxido de carbono provenientes do desmatamento tropical são geradas pelo comércio internacional, impulsionadas principalmente pelo comércio de carne bovina e oleaginosas (óleo de palma e soja) (Pendrill et al. 2019a). As emissões de gases de efeito estufa são cada vez mais impulsionadas pela demanda internacional de commodities agrícolas em regiões tropicais, tanto pela produção quanto pela mudança do uso da terra (DeFries et al., 2010; Hong et al., 2023). Dessa forma, o comércio internacional de produtos agrícolas é um vetor importante de transformações socioambientais em áreas rurais (dos Reis et al., 2024). De maneira que o desmatamento é acelerado pela demanda global de commodities agrícolas (Hoang e Kanemoto, 2021).

O comércio globalizado resulta em uma crescente desconexão espacial entre os locais de consumo e os locais em que ocorrem os impactos da produção, que acabam por gerar pegadas ambientais e sociais complexas (Pendrill et al., 2019b; Escobar et al., 2020). Essa desconexão espacial é um desafio para a governança sustentável das cadeias de abastecimento agrícolas, dado que essas commodities são comercializadas e processadas por meio de longas cadeias de abastecimento que envolvem inúmeros atores até o consumo final, como é o caso da cadeia da soja (Zu Ermgassen et al., 2020a). A soja é uma *commodity* comercializada a granel (em grãos), e em produtos processados, como o farelo de soja, usado principalmente para a ração animal, e o óleo de soja, que pode ser usado na produção de biocombustíveis e diversos processos industriais (Brack et al., 2016). Ademais, o comércio internacional de soja tem sido orientado pela crescente demanda por produtos de origem animal na China, em que a soja é usada principalmente como ração animal, aumentando a pressão para a expansão da produção de soja em regiões tropicais (Zu Ermgassen et al., 2020b).

A soja está entre as commodities agrícolas mais comercializadas no mundo (Escobar et al., 2020). Na pauta de exportação brasileira, a soja em grãos foi a commodity mais exportada em 2022, com um total de 78,9 milhões de toneladas (FAO, 2022). O estado de Mato Grosso é o principal produtor e exportador de soja no Brasil, na safra de 2022/2023 sua produção e exportação foram respectivamente 45,6 e 28,2 milhões de toneladas, representando 27% da exportação nacional de soja em grãos. Os principais destinos de exportação da soja mato-grossense são a China e a União Europeia, que responderam por 61% e 10,6% das exportações do estado (CONAB, 2023; AGROSTAT, 2023). Apesar da importância econômica do setor da soja para Mato Grosso, sua produção e comercialização continuam configurando como vetor de mudança do uso da terra e de expansão do desmatamento (legal e ilegal), sobretudo na região

do Cerrado, que é considerada como um *hotspot* de biodiversidade tropical (Strassburg et al., 2017; Junior e Lima, 2018; De Melo Celidonio et al., 2019; Valdiones et al., 2022).

A eliminação do desmatamento incorporado nas cadeias de abastecimento exige esforços de governanças de múltiplas partes interessadas. Em resposta ao aumento do desmatamento em regiões tropicais para a expansão da produção agrícola, o setor privado tem implementado propostas de cadeias livres de desmatamento sob a forma de compromissos de desmatamento zero (Grabs et al., 2021; Austin et al., 2021; Lambin e Furumo, 2023). O desafio do setor privado concerne na adoção e implementação de instrumentos de redução do desmatamento, que sejam realmente efetivos e não meramente simbólicos (Larsen et al., 2018). O setor da soja conta com importantes compromissos multilaterais de desmatamento zero como a Moratória da soja, a Declaração de Nova Iorque sobre Florestas (NYDF), a Declaração de Amsterdã (ADP), o *Soft Commodities Forum* (SCF) e mais recentemente a Regulação da União Europeia (EUDR). Concomitante aos acordos multilaterais, as empresas Cargill, Bunge, Archer Daniels Midland (ADM), Amaggi, Louis Dreyfus, Glencore e Cofco adotaram compromissos de desmatamento zero para suas cadeias de abastecimento de soja.

Estudos anteriores avaliaram o monitoramento dos compromissos de desmatamento zero estabelecidos para a cadeia da soja (Zu Ermgassen et al., 2020b; Austin et al., 2021), os fatores que influenciam e inibem a redução do desmatamento na cadeia produtiva da soja (Guerrero et al., 2021), a viabilidade de implementação de esquemas de pagamento por serviços ambientais como política de desmatamento zero na cadeia da soja no Cerrado (Garret et al., 2022), as lacunas existentes na adoção e implementação de compromissos de desmatamento zero na cadeia da soja (Gollnow et al., 2022), a influência dos padrões de abastecimento das empresas na adoção e eficácia dos compromissos de desmatamento zero na cadeia de abastecimento da soja brasileira (Leijten et al., 2022), os determinantes para a implementação de compromissos de desmatamento zero por parte das empresas (Bager e Lambin, 2022), os vazamentos de desmatamento da cadeia da soja no Brasil (Villoria et al., 2022), e os padrões de abastecimento (direto e indireto) como estratégia para a redução do desmatamento nas cadeias de abastecimento (Zu Ermgassen et al., 2022). Esta pesquisa contribui como evidência empírica relativa à ilegalidade do desmatamento associada aos grupos exportadores de soja, uma vez que trabalhos anteriores analisam o desmatamento sem fazer distinção quanto aos aspectos legais, e também, evidenciamos a cobertura das exportações de soja com a adoção de compromissos de desmatamento zero no Cerrado mato-grossense.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a distribuição da exposição do desmatamento ilegal de soja para as empresas que exportaram soja do cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia entre 2014 e 2020, ponderar sobre as diferenças de exposição ao desmatamento ilegal de soja entre o destino da exportação e entre empresas que assumiram e não assumiram compromissos de desmatamento zero e analisar a concentração de mercado da exportação de soja. Tem-se como hipótese que a exposição ao desmatamento ilegal de soja associado a exportação de soja se concentra em poucas empresas que dominam o comércio desse setor (independente do destino de exportação), que investiram em infraestrutura (por exemplo instalações de esmagamento de soja e unidades de refino) nas regiões de operação. Com isso, abordamos as seguintes questões de pesquisa:

- (1) Qual é a configuração do mercado da exportação de soja para a China e a União Europeia?
- (2) Como é distribuída a exposição ao desmatamento ilegal de soja entre as empresas que exportam soja para a China e União Europeia?

Este capítulo conta com cinco seções além desta introdução. Na segunda seção apresenta-se uma breve revisão acerca dos compromissos de desmatamento zero que englobam o setor da soja. A terceira seção reporta os procedimentos metodológicos, que consistem na caracterização da base de dados, e dos indicadores de concentração de mercado e de exposição

ao desmatamento ilegal de soja. Os resultados são expostos na quarta seção, e compreendem a análise de concentração de mercado das exportações de soja e da exposição ao desmatamento ilegal de soja por grupo exportador. Posteriormente, faz-se a discussão dos resultados na quinta seção, e finaliza-se com as considerações finais.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado por meio da combinação e cruzamento de estatísticas espaciais e cálculo de indicadores de concentração de mercado e de exposição ao desmatamento ilegal de soja para 203 grupos exportadores de soja para a China e a União Europeia que atuaram em 61 municípios do cerrado mato-grossense entre 2014 e 2020. Considerando os objetivos propostos, os procedimentos metodológicos seguiram as seguintes etapas: (i) estimar o grau de concentração de mercado das exportações de soja para a China e União Europeia por meio do índice de concentração de empresas (CR4) e (CR8), e pelo índice de Hirshciman-Herfindahl conforme apresentado nas seções 2.2.1 e 2.2.2; (ii) mapear a origem da soja associada a desmatamento ilegal, como consta na seção 2.3; (iii) mensurar a exposição ao desmatamento ilegal para os grupos exportadores de soja do cerrado mato-grossense para a China e União Europeia, apresentado na seção 2.4. Além disso, na seção 2.1 são apresentadas as variáveis utilizadas.

### 2.1. Base de dados

Esta pesquisa foi realizada com base em estatísticas espaciais que compreendem dados de desmatamento, propriedades rurais, autorizações de desmatamento e de supressão da vegetação nativa, áreas de cultivo de soja, produção de soja, exportação de soja e adesão a compromissos privados de desmatamento zero, conforme apresentado na Tabela 1. As bases de dados contendo informações georreferenciadas foram padronizadas conforme o sistema de coordenadas de Lambert e Datum Sirgas 2000.

Tabela 1 - Variáveis e fontes de dados

Variáveis	Organização	Período de tempo	Fonte
Desmatamento <sup>1</sup> (hectares)	Municipal	2009-2019	PRODES Cerrado - INPE (2022); Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA/MT (Portal da Transparência) (2020)
Autorização de Desmatamento	Propriedade rural	2009-2019	Sistema Mato-grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) (2021), Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) (2017), Sistema de Gestão Fundária (2020);
Malha Fundiária	Propriedade rural	2009-2019	Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022)

Área de plantio de soja (hectares)	Municipal	2009-2019	Coleção 5 – MapBiomias (2020)
Exportação de soja (toneladas) <sup>2 3</sup>	Municipal/empresa	2014-2020	Transparency for Sustainable Economies - TRASE (2022b)
Compromisso de desmatamento zero (compromisso empresarial)	Municipal/empresa	2014-2020	Transparency for Sustainable Economies - TRASE (2022b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas: <sup>1</sup>As taxas de desmatamento do cerrado divulgadas pelo PRODES-Cerrado eram bianuais até 2012, portanto, para evitar contagem dupla dividimos as taxas de desmatamento emitidas para 2009-2010 e 2011-2012.

<sup>2</sup> Os fluxos de exportações de soja elaborados pela TRASE entre 2009 e 2018 abrangiam as exportações marítimas e não marítimas. Enquanto que, os dados para 2019 e 2020 compreendem apenas remessas marítimas, todas as remessas não marítimas foram rotuladas como “desconhecidas” (TRASE, 2022a).

<sup>3</sup>Para os dados de exportação de soja foram considerados os seguintes produtos de soja e seu respectivo código do Sistema Harmonizado (HS): 12010 – grãos de soja, triturados ou não; 120190 – grão de soja, exceto semente, triturados ou não; 120810 – farinhas de sêmola, de grãos de soja; 150710 - Óleos vegetais; óleo de grãos de soja e suas frações, cru, degomado ou não, não modificado quimicamente; 150790 - Óleos vegetais; óleo de grãos de soja e suas frações, exceto cru, refinado ou não, mas não modificado quimicamente; 230400 - Bagaço e outros resíduos sólidos; moído ou não em forma de pellets, resultando da extração do óleo de grão de soja (TRASE, 2022a).

## 2.2 Indicadores de concentração de mercado

Para analisar o grau de concentração das exportações de soja do cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia, foram utilizados dois índices de concentração complementares: (i) razão de concentração  $CR(k)$ ; (ii) Índice de Hirschman-Herfindahl (IHH). O índice que mede a razão de concentração expressa a participação de mercado das maiores empresas em uma determinada indústria, economia ou setor. Nesse caso, o  $CR(4)$  por exemplo representa as parcelas de mercado de maneira conjunta das quatro maiores empresas. Diferente da razão de concentração, o Índice de Hirschman-Herfindahl estima a concentração de mercado ao quadrado a participação de mercado de cada empresa atuante e soma os valores em sua totalidade (OCDE, 2018).

### 2.2.1. Razão de concentração

Para medir a concentração de mercado das exportações de soja usamos os índices de concentração de mercado para quatro empresas ( $CR_4$ ) e oito empresas ( $CR_8$ ). Seguindo a proposta de Parra-Paitan et al. (2023), mensuramos o índice de concentração de mercado usando a quantidade de soja exportada em toneladas. De acordo com Bain (1959), o índice de concentração de mercado pode ser mensurado pelas equações:

$$CR_4 = \sum_{i=1}^4 s_j \quad \text{e} \quad CR_8 = \sum_{i=1}^8 s_j \quad (1)$$

Em que,  $CR(k)$  representa a razão de concentração dos  $k$ (quatro ou oito) principais grupos exportadores de soja, e  $s_j$  indica a parcela de mercado da empresa  $i$  nas exportações totais para a China e União Europeia (separadamente). Os resultados obtidos por meio do  $CR(k)$  podem variar entre 0 e 1, e são apresentados em porcentagem. Conforme Braga e Mascolo (1982), esse índice pode ser analisado seguindo o critério apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Níveis de concentração de mercado do Índice CR(k)

CR(4)	CR(8)	Grau de concentração
0% a 35%	0% a 45%	Baixo
35% a 50%	45% a 70%	Moderadamente baixo
50% a 65%	70% a 85%	Moderadamente alto
65% a 75%	85% a 90%	Alto
75% ou mais	90% ou mais	Muito alto

Fonte: Braga e Mascolo (1982).

### 2.2.2. Índice de Hirschman-Herfindahl (IHH)

O índice de Hirschman-Herfindahl mede a concentração de mercado usando os dados de todas as empresas consideradas no setor de análise. O IHH evidencia os pesos relativos da participação de cada empresa, ou seja, considera o *Market share* das empresas ao quadrado e atribui maior peso às empresas que detêm maior participação. Dessa forma, quanto maior o resultado do IHH, maior será a concentração de mercado, que implicaria em uma desigualdade na repartição da parcela de mercado entre as empresas (OCDE, 2018). De acordo com Braga e Mascolo (1982), o IHH pode ser estimado pela equação:

$$IHH = \sum_{i=1}^n s_j^2 \quad (2)$$

Em que,  $n$  representa o número de grupos exportadores de soja, e  $s_j$  indica o *market share* (%) do grupo exportador  $i$  para a quantidade de soja exportada. Para fins de análise comparativa intertemporal, devido a ocorrência de variação do número de empresas em determinado setor, Resende (1994) reescreveu a equação de IHH da seguinte maneira:

$$IHH' = \frac{1}{n-1} (nIHH - 1); n > 1 \quad (3)$$

O resultado dessa equação varia em um intervalo entre 0 e 1. Com isso, a medida que o IHH se distancia de zero, maior será a concentração de mercado. Dessa forma, o resultado do  $IHH > 0,1$  representa um mercado altamente competitivo. Um resultado IHH no intervalo  $IHH < 0,15$  indica um mercado não concentrado, um valor no intervalo  $0,15 \leq IHH \leq 0,25$  indica uma concentração de mercado moderada, e um resultado  $IHH > 0,25$  indica alta concentração de mercado (Resende, 1994; Naldi e Flamini, 2014).

### 2.3. Mapeamento do desmatamento ilegal em propriedades rurais com cultivo de soja

O mapeamento do desmatamento ilegal associado ao cultivo de soja foi feito a partir da identificação das propriedades rurais que continham polígonos de desmatamento ilegal e de produção de soja. A camada referente às propriedades rurais foi concebida a partir da compilação de diferentes bases de dados, e foi processada com o intuito de eliminar sobreposições entre si. Para isso, foi adotada uma ordem de priorização no uso das seguintes bases de dados: (i) Sistema Mato-grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) de 2021; (ii) Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF-IN CRA) de 2020; (iii) Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) de 2017. Além disso, as propriedades foram classificadas por categoria fundiária: (i) imóvel rural cadastrado; (ii) assentamento rural; (iii) terra indígena; (iv) unidade de conservação; (v) área urbanizada; (vi) imóvel rural não cadastrado. Foram identificadas 20.337 mil propriedades rurais no total. Com base nessa compilação de propriedades rurais, fizemos o cruzamento com os dados da Coleção 5 do MapBiomass (2020) da área de cultivo de soja em 2019, em que identifica os polígonos de área de soja em hectares. Esse indicador foi separado em duas categorias (i) fora do cultivo de soja; (ii) dentro do cultivo de soja. Com isso,

identificamos 3.319 mil propriedades rurais com cultivo de soja no cerrado mato-grossense entre 2009 e 2019.

Com base nos dados de desmatamento municipal disponibilizados pelo projeto Monitoramento do Desmatamento no Cerrado Brasileiro por Satélite (PRODES Cerrado) elaborado pelo INPE, fizemos o cruzamento com os dados de autorização de desmatamento e supressão de vegetação nativa emitida pela SEMA-MT (por propriedade rural). Com isso, o desmatamento é classificado entre legal (desmatamento autorizado) e ilegal (desmatamento não autorizado) em hectares. Seguindo as diretrizes do Código Florestal (Brasil, 2012), o desmatamento é considerado ilegal quando (i) ocorre desmatamento em áreas onde não era vedada a supressão, mas que foi realizado sem autorização ou licença, (ii) que a supressão da vegetação nativa tenha ocorrido fora da validade autorizada. Considerou-se as autorizações de supressão de vegetação nativa que estavam válidas no período entre agosto de 2008 a julho de 2019. A partir disso, identificamos o desmatamento ilegal por propriedade rural/município/ano. Posteriormente, com o cruzamento feito anteriormente na seção foi identificado o desmatamento ilegal em propriedades rurais com plantio de soja e fora do plantio de soja. Dessa forma, consideramos o desmatamento ilegal ocorrido nas propriedades rurais com cultivo de soja como uma *proxy* de desmatamento ilegal associado a soja.

#### **2.4. Mapeamento da cadeia de abastecimento da soja, compromissos de desmatamento zero e exposição ao desmatamento ilegal de soja**

A análise dos fluxos de exportações de soja para a China e União Europeia foram feitas a partir dos dados disponibilizados pela plataforma TRASE, que permite o mapeamento abrangente da cadeia de suprimentos da soja produzida em Mato Grosso para o período de 2014 a 2020. Esse mapeamento associa os mercados de destino das exportações de soja (grupo exportador/país de primeira exportação/blocos comerciais) às empresas de exportação e aos municípios de origem da soja. O mapeamento da cadeia de suprimento da soja com os mercados externos elaborado pela TRASE foi feito de acordo com a abordagem proposta por Godar et al. (2015) denominada Informações Espacialmente Explícitas sobre Sistemas de Produção de Consumo (SEI-PCS). O modelo SEI-PCS associa dados de produção em escala subnacionais (municípios), informações sobre fluxos domésticos de mercadoria e fluxos de comércio internacional (GODAR *et al.*, 2015). Esse método é entendido como um modelo de fluxo de material para rastrear quantidades físicas da mercadoria específica ao longo de toda a cadeia de abastecimento, de uma região de produção subnacional específica até o país de primeiro consumo (GODAR et al., 2016; KASTNER et al., 2011).

Para a cadeia de abastecimento da soja, a SEI-PCS utiliza declarações alfandegárias e notas de embarque para determinar as datas de partida, volumes de mercadoria, propriedades, instalação de exportação, porto de embarque e país importador. Emprega-se uma ‘árvore de decisão’ baseada em lógica para mapear os fluxos de comércio de soja de volta para um hub logístico, que funciona como nós da cadeia de abastecimento em um município específico onde ocorre a produção, armazenamento, manuseio ou processamento da soja antes da exportação (Zu Ermgassen et al., 2020; TRASE, 2021). Além disso, o mapeamento elaborado pela TRASE indica se o volume exportado estava associado a algum tipo de compromisso de desmatamento zero<sup>5</sup>. Os compromissos de desmatamento zero (CDZs) podem ser descritos como iniciativas voluntárias de sustentabilidade em que países, empresas ou determinado setor se comprometem a reduzir ou eliminar o desmatamento associado à produção, comercialização e venda de determinada *commodity* (Lambin et al., 2018; Garret et al., 2019). O monitoramento do cumprimento dos CDZs em escala nacional requer o mapeamento dos padrões de abastecimento

---

<sup>5</sup> As empresas que adotaram compromissos privados de desmatamento zero foram: Cragill (2014), ADM (2015), Bunge (2016), Amaggi (2017), Louis Dreyfus (2018), Glencore (2019) e COFCO (2019).

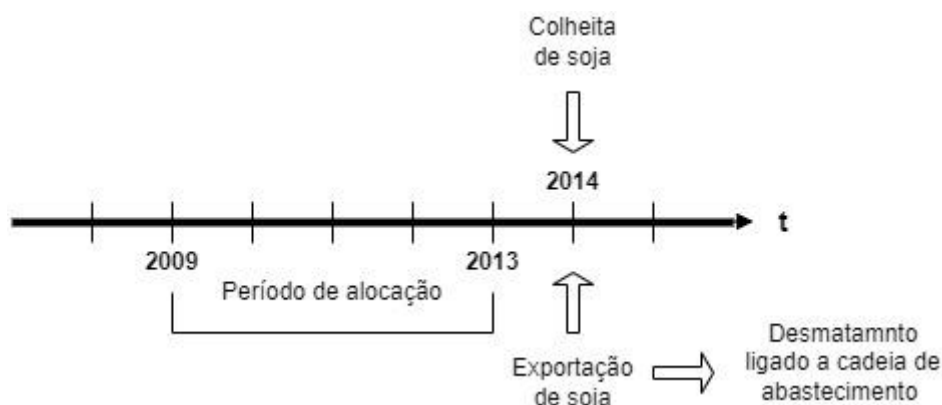
dos elos da cadeia de suprimentos ao longo do tempo e a mensuração do desmatamento associado às *commodities* que ocorrem nas jurisdições das quais eles se abastecem (Garret et al., 2019; Zu Ermgassen et al., 2020b) Entre 2014 e 2020 identificou-se 203 grupos exportadores que atuaram no comércio internacional de soja do Cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia. Após o mapeamento da cadeia de abastecimento, foi realizada a análise vinculando a soja associada ao desmatamento ilegal às empresas da cadeia de abastecimento que compram soja em cada município.

De acordo com a Trase (2021), a exposição ao desmatamento está associada à produção de commodities, padrões de abastecimento e desmatamento. Ou seja, avalia a exposição de uma empresa ou país importador ao risco de comprar uma commodity que esteja associada a desmatamento na região onde foi produzida. No caso da cadeia da soja, a exposição ao desmatamento está diretamente associada à expansão da produção de soja e implica na eliminação da vegetação nativa. Com isso, será calculado o indicador de exposição ao desmatamento ilegal de soja para as empresas que exportaram soja para a China e União Europeia entre 2014 e 2020. Com base no indicador proposto pela TRASE (2021)<sup>6</sup>, a exposição ao desmatamento ilegal de soja é dada pela equação:

$$\text{Exposição ao desmatamento ilegal de soja}_{a,j,y} = \frac{1}{t} \frac{\text{Exp}_{a,j,y}}{\text{Prod}_{a,j,y}} \sum_{y-t}^y \text{DI}_{c,j,y} \quad (3)$$

Em que a exposição ao de desmatamento ilegal de soja (ha) é o desmatamento ilegal (DI) para soja que é alocado aos atores/empresas (a) na proporção do volume de soja (em toneladas) que exportam de um determinado município (j) em relação à produção total de soja (por todos os produtores) no mesmo município em determinado ano (y). A exposição ao desmatamento para um determinado ano de exportação é baseada no desmatamento ilegal para soja ocorrido nos cinco anos anteriores, período em que a soja que está sendo exportada foi plantada e colhida (TRASE, 2021). Apresenta-se na Figura 1 um exemplo da representação da alocação temporal da exposição ao de desmatamento ilegal para a exportação de soja em 2014, nota-se que é considerado um período de defasagem de um ano entre o plantio e a colheita de soja.

Figura 1 - Representação da alocação temporal para estimar a exposição ao desmatamento ilegal de soja



Fonte: Adaptado de TRASE (2021).

<sup>6</sup> O indicador proposto pela TRASE considera as estatísticas de desmatamento desenvolvidas pelo PRODES - INPE. Nesta pesquisa utilizamos as taxas de desmatamento ilegal, que são resultado dos cruzamentos de dados de desmatamento, autorização de supressão de vegetação nativa e propriedades rurais com cultivo de soja indicados na Seção 3.3.



Observamos na Figura 1, que o indicador de exposição ao desmatamento ilegal de soja é retrospectivo, ou seja, consideramos um período de alocação do desmatamento nos cinco anos anteriores (2009-2013) para ser associado ao cultivo e exportação de soja em 2014. Primeiro, agregamos a exposição ao desmatamento ilegal de soja em nível municipal e posteriormente, atribuímos aos grupos exportadores. A associação dos grupos exportadores de soja com desmatamento ilegal é proporcional a sua participação nas exportações totais em cada município.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Qual é a configuração do mercado da exportação de soja para a China e a União Europeia?**

A análise de mercado para as exportações de soja do Cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia no período de 2014 a 2020 foi feita com base nos dados disponibilizados pela plataforma TRASE, que são desagregados por empresas/município e país de primeira importação, considerando a atuação de 155 grupos exportadores para a China e 128 grupos exportadores para a União Europeia nesse período. Primeiro, medimos a concentração de mercado das exportações de soja usando os índices de concentração de mercado para quatro empresas (CR4) e oito empresas (CR8). Consta na Tabela 3 os resultados da mensuração dos índices de razão de concentração para as exportações de soja provenientes do cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia.

Tabela 3 - Índice de concentração de mercado das exportações de soja do Cerrado mato-grossense para a China e União Europeia

Ano	China (CR4)			China (CR8)			União Europeia (CR4)			União Europeia (CR8)		
	Valor	Concentração	Empresas	Valor	Concentração	Empresas	Valor	Concentração	Empresas	Valor	Concentração	Empresas
2014	55%	Moderadamente Alto	AMG, BNG CRG, ADM	81%	Moderadamente Alto	CHS, CFC, MTC, CGG	61%	Moderadamente Alto	ADM, BNG CRM, CRG	82%	Moderadamente Alto	AMG, CFC SLC, SGR CRM, CRP, SLC
2015	58%	Moderadamente Alto	BNG, ADM AMG, CRG	80%	Moderadamente Alto	CHS, CGG, ENG, CFC	64%	Moderadamente Alto	BNG, ADM, CRG, AMG	87%	Alto	CFC CRP, SLC
2016	58%	Moderadamente Alto	AMG, BNG CRG, CFC	80%	Moderadamente Alto	ADM, ENG, MTC, CHS	67%	Alto	BNG, CRG, AMG, ADM	89%	Alto	CRM SPG, SLC
2017	54%	Moderadamente Alto	CRG, BNG ADM, AMG	86%	Alto	GLN, CFC, MTC, ENG	73%	Alto	AMG, ADM BNG, CRG	90%	Alto	GLN ADM, CRM, GLN, CFC CRM,
2018	61%	Moderadamente Alto	ADM, AMG, GLN, CRG	82%	Moderadamente Alto	CHS, BNG, LSD, ENG	84%	Muito Alto	AMG, BNG, CRG, BNC	96%	Muito Alto	CFC CRM,
2019	48%	Moderadamente Baixo	ADM, AMG, CRG, CFC	72%	Moderadamente Alto	LSD, BNG, GVL, ENG	55%	Moderadamente Alto	BNG, ADM, AMG, CRG	70%	Moderadamente Baixo	GVL, CFC, CMO LSD,
2020	51%	Moderadamente Alto	AMG, ADM, CRG, LSD	72%	Moderadamente Alto	CFC, GVL, GLN, CHS	50%	Moderadamente Baixo	CRG, ADM, CFC, BNG	61%	Moderadamente Baixo	AMG, CRM, AEI

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: \*O CR8 engloba as empresas do CR4, portanto optamos por identificar na variável “empresas” a continuação do ranking de concentração do mercado de soja.

\*\*Os grupos exportadores foram abreviados da seguinte forma: AMG, Amaggi; ADM, Archer Daniel Midland; BNG, Bungee; CRG, Cargill, CFC, Cofco; CHS, Comércio Serviço e Soluções Agrícolas; GLN, Glencore; LSD, Louis Dreyfus; MTC, Mitsui & Co; ENG, Engelhart; GVL, Gavilon; CRM, Caramuru; BNC, Bianchini; SLC, Selecta; CRP, Cervejaria Petrópolis; SPG, Shanghai Pengxin Group; CMO, Coamo; AEI, Amaggi Exportação e Importação.

Os resultados da Tabela 3 indicam que o índice CR4 para a China obteve níveis de concentração que variaram entre moderadamente alto e moderadamente baixo, destacando que as empresas Amaggi, Bunge, Cargill e ADM, Glencore, Cofco e Louis Dreyfus responderam pelas maiores parcelas de mercado no período analisado. Os níveis de concentração de mercado para a União Europeia variaram entre moderadamente baixo, moderadamente alto, alto e muito alto, com um protagonismo semelhante ao da China, com adição das empresas Caramuru e Bianchini. Observamos que na maioria dos anos analisados, os níveis de concentração de mercado foram maiores para a União Europeia do que para a China, com exceção de 2020. Além disso, vale ressaltar que os resultados do grau de concentração > 50% indicam elevado poder de mercado das empresas que exportaram soja para ambos os destinos, com destaque a Amaggi, Bunge, Cargill e ADM.

O índice CR8 confirmou ou atenuou os níveis de concentração de mercado obtidos pelo índice CR4. A China auferiu níveis de concentração entre moderadamente alto e alto, enquanto que os resultados para a União Europeia oscilaram entre moderadamente baixo, moderadamente alto e alto. As parcelas de mercado medidas pelo CR8 para a China incluíram as empresas Mtsui & Co, CHS, CGG, Engelhart e Gaviolon, e para a União Europeia foi composto pelas empresas Selcta, Siogro, Cervejaria Petrópolis, Shanghai Pengxin Group, Gaviolon e Coamo. No geral, observamos uma tendência de queda nos índices (CR4 e CR8) de concentração de mercado para a exportação de soja entre 2014 e 2020 para ambos os destinos, que pode indicar uma diminuição do poder de mercado entre as empresas com maiores parcelas de exportação. Para obter uma visão mais global da concentração de mercado das exportações de soja, considerando todas as empresas atuantes, estimamos o índice de Hirschman Herfindahl, conforme apresentado na Tabela 4.

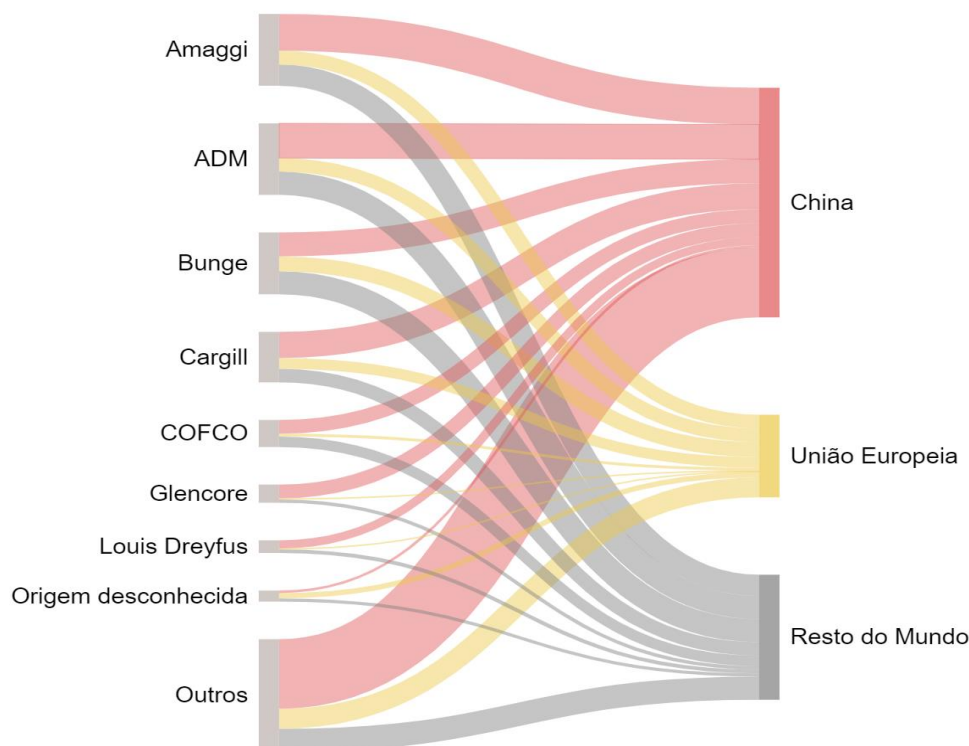
Tabela 4 - Evolução do Índice de Hirschman-Herfindahl das exportações de soja para China e União Europeia entre 2014 e 2020

<b>Índice de Hirschman-Herfindahl</b>						
		<b>China</b>		<b>União Europeia</b>		
<b>Ano</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Valor</b>	<b>Grau de concentração</b>	<b>Nº de empresas</b>	<b>Valor</b>	<b>Grau de concentração</b>
2014	39	0,08	Não concentrado	39	0,10	Não concentrado
2015	46	0,09	Não concentrado	32	0,11	Não concentrado
2016	37	0,08	Não concentrado	31	0,10	Não concentrado
2017	36	0,08	Não concentrado	28	0,12	Não concentrado
2018	44	0,11	Não concentrado	25	0,23	Moderadamente concentrado
2019	88	0,07	Não concentrado	66	0,12	Não concentrado
2020	70	0,08	Não concentrado	87	0,17	Moderadamente concentrado

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Conforme apresentado na Tabela 4, o IHH das exportações de soja para a China logrou grau de concentração classificado como não concentrado em todo o período analisado, e também indica um mercado pouco competitivo, uma vez que na maioria dos anos (com exceção para 2018) o IHH ficou abaixo de 0,1. Os resultados do IHH para a União Europeia oscilaram entre não concentrado e moderadamente concentrado, e apresentam um mercado altamente competitivo, dado que obteve IHH > 0,1 em todos os anos. Observamos que a quantidade de grupos exportadores atuantes para a China variou entre 36 e 88, e para a União Europeia oscilou entre 25 e 87. Apresentamos na Figura 2 o acumulado das exportações de soja (milhões de toneladas) entre 2014 e 2020 do cerrado mato-grossense por grupo exportador.

Figura 2 - Fluxo de exportação de soja (t) acumulado entre 2014 e 2020 por grupo exportador



Fonte: Elaborado a partir dos dados da TRASE (2022).

As exportações de soja do cerrado mato-grossense entre 2014 e 2020 somaram cerca de 125 milhões de toneladas, distribuídas entre a China (52,5%), União Europeia (18,8%) e o resto do mundo (28,5%). A comercialização internacional da soja nesse território é dominada por grandes grupos comerciais. Dado que as exportações de soja se concentraram em quatro empresas – Amaggi, ADM, Cargill e Bunge – responderam por 58% das exportações no período analisado. A China e a União Europeia são os principais destinatários das exportações de soja do Cerrado mato-grossense. O comércio de soja para China foi centrado nesse período entre as empresas Amaggi, ADM, Cargill, Bunge e Glencore, responsáveis por 58,9% das exportações, cerca de 38 milhões de toneladas de soja. Os resultados para a União Europeia são bem semelhantes, com 70,6% das exportações concentradas entre a Bunge, Amaggi, ADM, Cargill e Caramuru, que representam 16 milhões de toneladas.

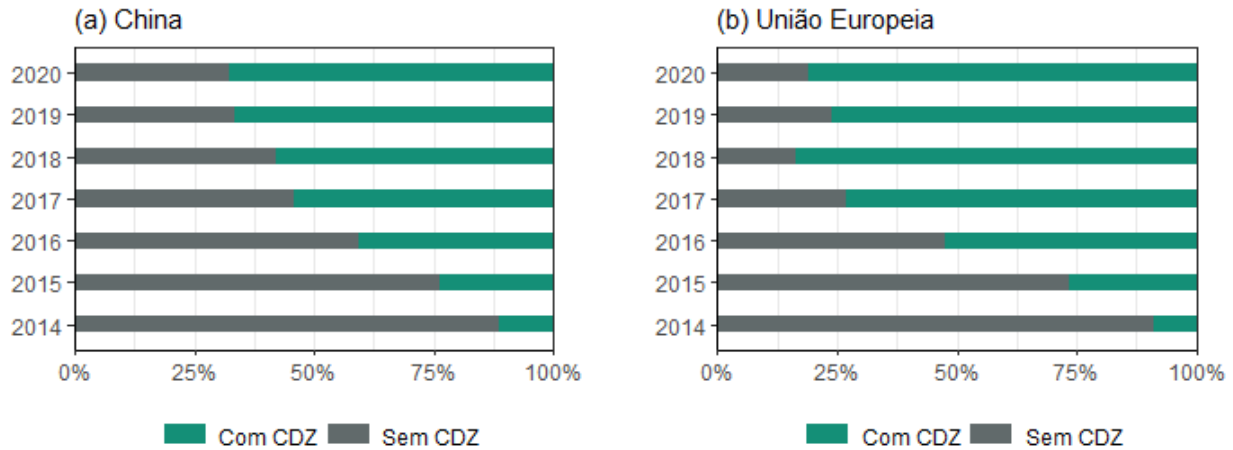
As exportações de soja do Cerrado mato-grossense para a União Europeia diminuíram cerca de 29% entre 2014 e 2020. A União Europeia a mais de uma década vem substituindo suas importações de soja de origem brasileira para a Bolívia e Paraguai (Villoria et al., 2022). Apesar disso, o bloco econômico segue como importante destino das exportações de soja do cerrado mato-grossense. Em comparação, as exportações de soja para a China aumentaram aproximadamente 25% nesse período, estabelecendo cada vez mais o papel da China como principal parceiro comercial brasileiro no comércio de soja. Análises de cenários para 2030 e 2050 projetam uma tendência de aumento da demanda chinesa por soja, sendo atendida principalmente pelo Brasil (Zhao et al., 2021; Villoria et al., 2022).

### 3.2. Como é distribuída a exposição ao desmatamento ilegal de soja entre as empresas que exportam soja para a China e União Europeia?

A avaliação da exposição ao desmatamento ilegal de soja por grupo exportador conecta de maneira sistemática a região de exportação de soja às empresas e países que estão negociando e

comprando soja com associação de desmatamento. Como evidenciado na segunda seção, as empresas Cargill, ADM, Bunge, Amaggi, Louis Dreyfus, Glencore e Cofco adotaram compromissos de desmatamento zero com objetivo de terem suas cadeias de abastecimento livres de desmatamento. Expomos na Figura 3, a evolução da proporção de exportação de soja provenientes do Cerrado mato-grossense com e sem compromissos de desmatamento zero para a China e a União Europeia.

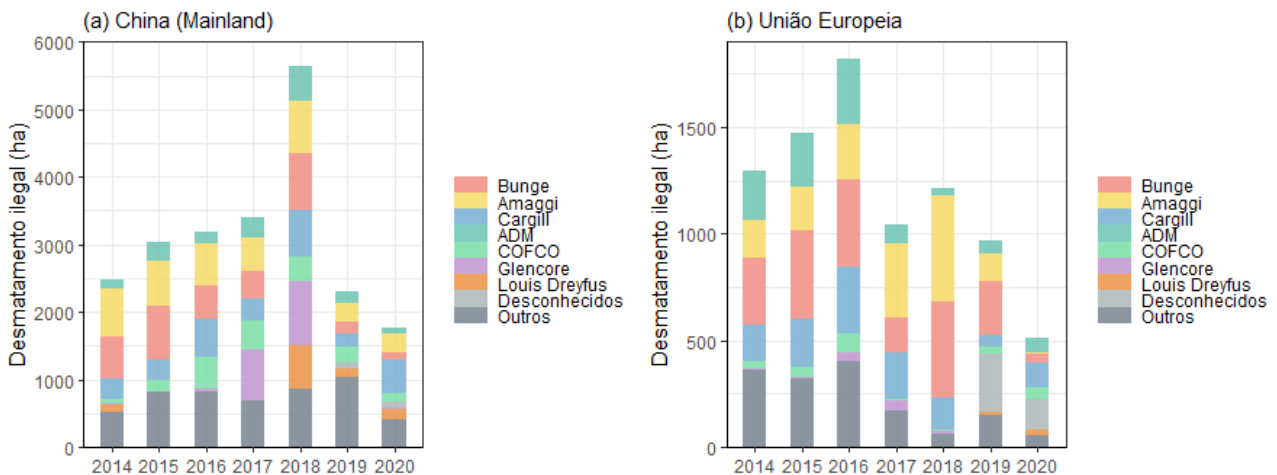
Figura 3 - Proporção da exportação de soja com Compromisso de Desmatamento Zero para a China e União Europeia



Fonte: Elaborado a partir dos dados da TRASE (2022).

Considerando o ano de adoção de CDZ de cada empresa, observamos uma proporção crescente das exportações de soja da região analisada cobertas por compromissos de desmatamento zero. As exportações de soja para a China com CDZ variaram entre 11% em 2014 e 67% em 2020, as exportações com CDZ para a União Europeia tiveram uma pequena contração após 2018 (83%), mas no geral oscilaram entre 8% e 81%. Vale ressaltar que em termos absolutos, os resultados são bastante desiguais, visto que as exportações com CDZ acumuladas no período analisado para a China somam 31,5 milhões de toneladas, enquanto que a União Europeia acumulou 11,7 milhões de toneladas de exportação de soja com CDZ. A dinâmica acerca dos padrões de compra de soja das empresas exportadoras pode determinar a exposição ao risco de um determinado país consumir soja com associação de desmatamento ilegal. A evolução da exposição ao desmatamento ilegal por grupo exportado é apresentada na Figura 4.

Figura 4- Evolução da exposição ao desmatamento ilegal de soja (ha) por grupo exportador para a China e União Europeia



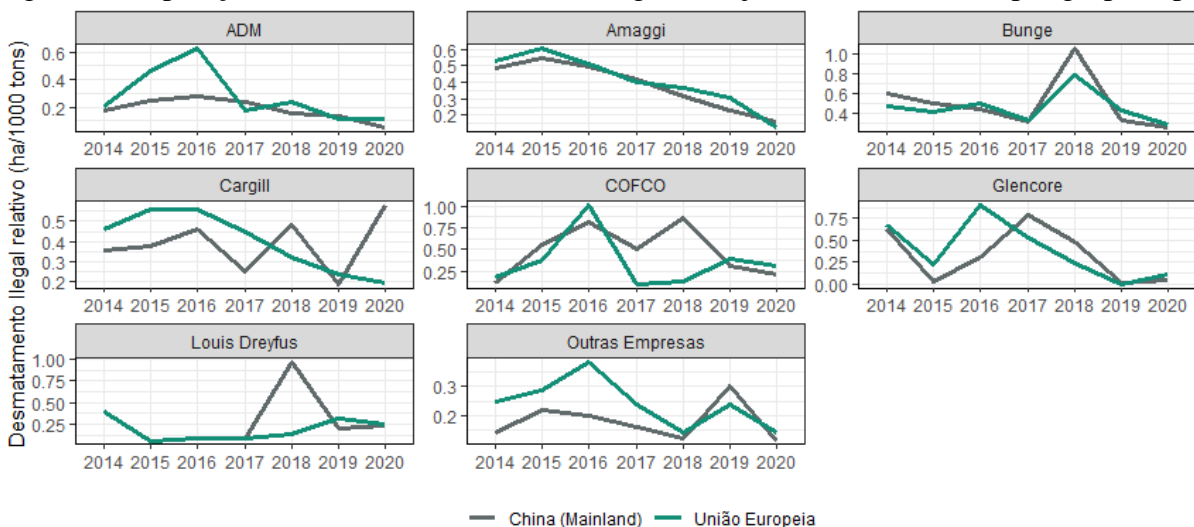
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

Conforme exposto na Figura 4, as exportações de soja para a China e a União Europeia estavam expostas a aproximadamente 30 mil hectares de desmatamento ilegal entre 2014 e 2020. Nesse período, a exposição ao desmatamento ilegal para a China variou entre 1.763 mil hectares (menor valor) e 5.634 mil hectares (maior valor). O salto da exposição do desmatamento ilegal de soja para a China em 2018 pode ser atribuído em parte pela guerra tarifária entre os Estados Unidos e a China, em que após um aumento das tarifas sobre as importações chinesas impostas pelo governo norte-americano, o mesmo respondeu impondo uma tarifa de 25% sobre o comércio de soja e outros produtos agrícolas dos Estados Unidos. Com isso, a demanda chinesa por soja foi atendida principalmente pelo Brasil, as exportações de soja do cerrado mato-grossense para a China aumentaram em 62% em 2018 (Durisin e Dodge, 2018; Rajão et al., 2020; TRASE, 2022b). A exposição ao desmatamento ilegal de soja para a China ficou concentrado entre as empresas Amaggi, Bunge, Cargill e Cofco, responsáveis por 54,2% da exposição, somando 12 mil hectares de desmatamento ilegal associada as suas comercializações.

A exposição ao desmatamento ilegal de soja para a União Europeia oscilou entre 512 hectares (menor valor) e 1.820 mil hectares (maior valor), e ficou concentrada entre as empresas Bunge, Amaggi, Cargill e ADM, e representaram 71,4% da exposição, um total de 5.947 mil hectares de desmatamento ilegal. Vale destacar o desempenho da Bunge, que liderou o maior volume de exposição ao desmatamento ilegal de soja para a União Europeia, acumulando 2.039 mil hectares de desmatamento ilegal entre 2014 e 2020, e a Amaggi registrou o maior volume de exposição ao desmatamento ilegal de soja referente as exportações para a China, somando 3.801 mil hectares de desmatamento ilegal nesse período.

Observamos uma tendência de crescimento da exposição ao desmatamento ilegal de soja para empresas que exportaram para a China até 2018, com uma queda significativa nos anos seguintes, resultado um pouco diferente comparado com a União Europeia, em que a exposição ao desmatamento ilegal de soja oscilou entre períodos de crescimento e retração, mas no fim do período também apresentou uma queda significativa na sua associação com desmatamento ilegal. Em termos absolutos, a exposição ao desmatamento ilegal das exportações de soja para a China (21.799 mil hectares) foi bem superior em relação a União Europeia (8.319 mil hectares), no entanto, em termos relativos os resultados são mais semelhantes, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Exposição relativa ao desmatamento ilegal de soja (ha/mil toneladas) por grupo exportador

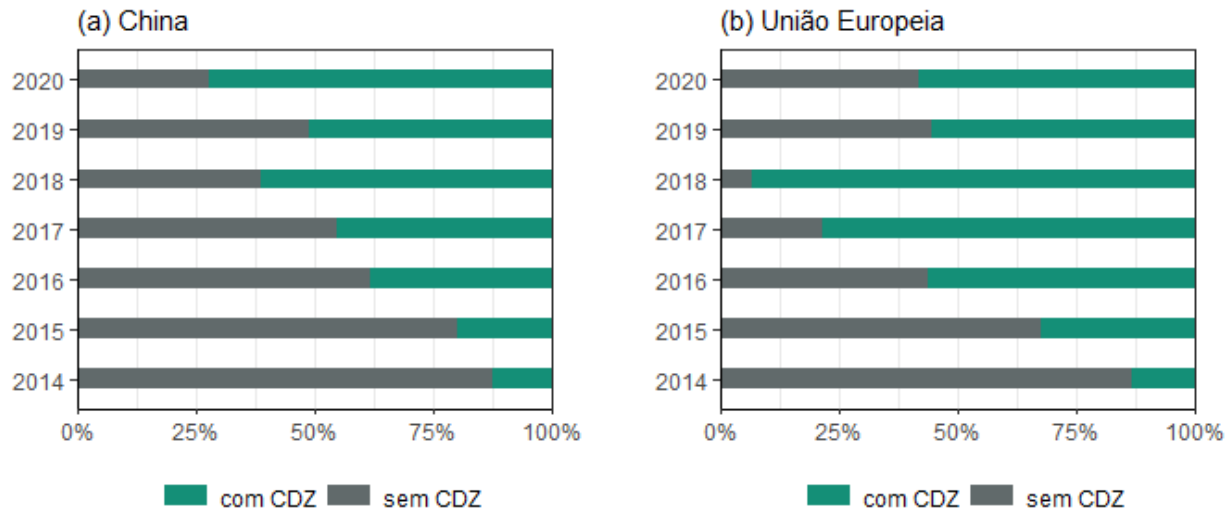


Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

A exposição relativa ao desmatamento ilegal de soja tanto para a China quanto para a União Europeia se manteve em uma média de 2,72 hectares de desmatamento ilegal por mil toneladas de soja no período de 2014 a 2020. A média da exposição relativa para as empresas que exportaram soja foi de 0,34 hectares para ambos os destinos de exportação. Apesar da diferença significativa entre o volume de exportação para a China e a União Europeia, a exposição relativa ao desmatamento ilegal

de soja para a União Europeia foi superior em diversos períodos. Em relação ao mercado de exportação de soja para a China, a Bunge e a Cofco acumularam nesse período respectivamente 3,49 e 3,40 hectares de desmatamento ilegal por mil toneladas de soja exportada. Para as exportações de soja para a União Europeia, a exposição relativa das empresas Bunge e Amaggi foram de 3,68 e 3,25 hectares de desmatamento ilegal. Apresentamos na Figura 6, a evolução da proporção da exposição ao desmatamento ilegal de soja associada ao comércio internacional de soja com compromissos de desmatamento zero.

Figura 6 - Proporção da exposição ao desmatamento ilegal de soja comercializada com compromisso de desmatamento zero



Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

A exposição ao desmatamento ilegal de soja diminuiu em termos absolutos para os grupos exportadores que comercializaram soja para a China e a União Europeia, no entanto, observamos que uma parcela significativa dessa exposição está alocada entre empresas que adotaram compromissos de desmatamento zero. A proporção da exposição ao desmatamento ilegal de soja cobertas por CDZ para a China chegaram a 72% em 2020 (maior proporção observada no período), alocada entre os grupos exportadores Cargill, ADM, Bunge, Amaggi, Louis Dreyfus, Glencore e Cofco. Essas empresas foram responsáveis por 58% da exposição ao desmatamento ilegal de soja com a adoção de CDZ e que comercializaram soja para a União Europeia em 2020, mas o ápice ocorreu em 2018 com 93% da exposição associada as empresas com CDZ. Conforme evidenciado na Figura 3.3, a cobertura das exportações de soja no período de 2014 a 2020 com compromissos de desmatamento zero aumentou significativamente, no entanto, quando comparamos a proporção da exposição ao desmatamento ilegal de soja entre empresas com CDZ e sem CDZ, tal iniciativa não parece ter tido um resultado efetivo. Dado que as empresas com CDZ estão alocando maior parte da exposição ao desmatamento ilegal de soja.

#### 4. DISCUSSÃO

A aceleração do comércio global de soja tem sido baseada em mudanças no uso da terra, e tem impulsionado de maneira direta e indireta o desmatamento no Cerrado brasileiro (Song et al., 2021; Montanía et al., 2021). Além disso, o comércio global de produtos agrícolas está cada vez mais concentrado em poucas empresas transnacionais especializadas em processamento, comércio e varejo. Isso resulta num cenário em que poucas empresas tem grande capacidade de influenciar nas decisões locais sobre o uso da terra, governança e sustentabilidade (Gereffi e Lee, 2012; Nolte et al., 2017). Os resultados da análise de concentração de mercado das exportações de soja para a China e a União Europeia por meio dos índices de concentração para quatro e oito maiores empresas indicam uma concentração significativa de mercado na maioria dos anos analisados, mas com uma queda na

concentração no final do período para ambos os destinos de exportação. A concentração de mercado pode ser positiva para a sustentabilidade das cadeias globais de valor (Folke et al., 2019). Visto que as ações de um pequeno número de empresas com elevado poder de mercado podem resultar em melhores impactos de sustentabilidade em regiões de abastecimento (Grabs et al., 2021; Gollnow et al., 2022).

De acordo com Garret et al. (2019), a concentração de mercado é essencial para a eficácia de iniciativas privadas de sustentabilidade, como a adoção de compromissos de desmatamento zero nas cadeias de abastecimento. Os resultados indicam uma crescente cobertura de exportações de soja com compromissos de desmatamento zero no cerrado mato-grossense para a China e a União Europeia. Entretanto, observa-se que apesar dos esforços de adoção de compromissos de desmatamento zero, a maior parte da exposição ao desmatamento ilegal de soja tanto para a China quanto para a União Europeia está concentrada entre empresas com CDZ – Cargill, ADM, Bunge, Amaggi, Louis Dreyfus, Glencore e Cofco. Em consonância com tais resultados, Zu Ermgassen et al. (2020b) também observam pouca mudança na exposição ao desmatamento no Cerrado associada a exportação de soja cobertas por compromissos de desmatamento zero empresariais e também por compromissos multilaterais como o Declaração de Nova Iorque sobre Florestas (NYFD) e a Declaração de Amsterdã (ADP). Ademais, Lambin e Furumo (2023) salientam que o mapeamento do grau de cobertura do mercado de commodities com risco florestal produzidas e comercializadas sob compromissos de desmatamento zero pode ser superestimada, dado que alguns CDZs adotados não são totalmente implementados e muitas vezes nem são implementados.

Os resultados também indicam que apesar da diferença de volume de exportação de soja e de exposição ao desmatamento ilegal de soja em termos absolutos por destino de exportação, em termos relativos a exposição ao desmatamento ilegal de soja alocado entre as empresas é bastante semelhante na maioria do período analisado. No entanto, cabe ressaltar que o desmatamento ilegal é pouco considerado nas estratégias de compromissos de desmatamento zero. No contexto das empresas que adotaram CDZ e comercializam soja do Cerrado mato-grossense, apenas a Cargill considera a ilegalidade do desmatamento em sua política de sustentabilidade. De acordo com a FAO (2018), a eliminação do desmatamento ilegal é de responsabilidade dos governos locais, por meio das regulamentações, políticas ambientais nacionais e melhoria da governança florestal local. Mas também reconhece o papel complementar em relação às ações governamentais das iniciativas voluntárias do setor privado, como os esquemas de certificação e os compromissos de desmatamento zero. Com isso, as ações das empresas transnacionais, caso sejam combinadas com políticas públicas e melhores regulamentações governamentais, poderiam estimular substancialmente os esforços de sustentabilidade (Folke et al., 2019). Para Lambin et al. (2018), as combinações de políticas públicas e privadas são essenciais para a eficiência das iniciativas das cadeias de abastecimento que objetivam a contenção do desmatamento.

A eficácia de compromissos privados de desmatamento zero no setor da soja depende de diversos fatores. Segundo Garret et al. (2019), é essencial para a eficácia de CDZs um sistema funcional e transparente de monitoração e verificação de conformidade ambiental para fornecedores diretos e indiretos, e também, a rastreabilidade até a origem do desmatamento. Assim como, a abordagem de implementação do CDZ, a estrutura de mercado e políticas públicas complementares (Gollnow et al., 2022). Além disso, as particularidades dos padrões de abastecimento dentro de determinado setor podem influenciar a adoção e a possível efetividade dos compromissos de desmatamento zero (Leijten et al., 2022). A abrangência do grau de cobertura dos compromissos de desmatamento zero é fundamental, uma vez que limita o vazamento de desmatamento entre atores e regiões (Zu Ermgassen et al., 2020b). Bager e Lambin (2022) complementam ressaltando que para que ocorra uma redução efetiva do desmatamento por meio de compromissos de desmatamento zero, é preciso que sejam criados a nível empresarial melhores processos, mecanismos e condições para sua implementação.

Como evidenciado pelos resultados, os compromissos de desmatamento zero variam muito de uma empresa para outra, tornando um desafio a avaliação da implementação e eficácia dos compromissos em reduzir efetivamente o desmatamento (Garret et al., 2019; Zu Ermgassen et al., 2020b). Os CDZs adotados para a cadeia da soja incentivam o progresso no monitoramento e



rastreabilidade de produção de commodities associadas ao desmatamento (Austin et al., 2021). No entanto, tais iniciativas implementadas pelas cadeias de abastecimento cobrem apenas uma parte do desmatamento tropical (Lambin e Furumo, 2023). Além disso, as políticas de desmatamento zero adotadas pelo setor privado podem ser insuficientes para o alcance de metas de sustentabilidade devido a vazamentos, falta de mecanismos de transparência e rastreabilidade, e marginalização de pequenos agricultores (Lambin et al., 2018).

Em síntese, a eliminação do desmatamento ilegal associado a produção e comercialização de soja é fundamental para o alcance de cadeias de abastecimento livres de desmatamento e exige sinergias entre governos, setor privado, organizações não-governamentais e sociedade civil. As políticas da cadeia de abastecimento, principalmente as políticas orientadas ao setor privado, precisam considerar o estabelecimento de instrumentos de monitoração do cumprimento de regulamentações e de conformidade ambiental local de seus fornecedores diretos e indiretos, assegurando melhores práticas de transparência e rastreabilidade. Além disso, as iniciativas voluntárias da cadeia de abastecimento da soja precisam complementar as políticas ambientais locais, como os esforços de fiscalização de preservação ambiental, monitoramento florestal via satélite, adesão ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) por parte dos produtores locais, e a identificação e classificação do desmatamento ilegal conforme as diretrizes do Código Florestal e posterior embargo de áreas com desmatamento ilegal.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou a alocação da exposição ao desmatamento ilegal de soja entre grupos exportadores, observando questões acerca da concentração de mercado, destino de exportação e adoção de compromissos de desmatamento zero no setor privado. Observamos que a cadeia de abastecimento da soja tem impulsionado a expansão do desmatamento ilegal no Cerrado mato-grossense. A associação do cultivo e comercialização internacional de soja com a expansão do desmatamento em regiões tropicais suscitou a adoção de compromissos de desmatamento zero das empresas Cargill, ADM, Bunge, Amaggi, Louis Dreyfus, Glencore e Cofco. A adoção dos compromissos de desmatamento zero tinha como objetivo uma cadeia de abastecimento livre de desmatamento. Os nossos resultados indicam uma significativa cobertura das exportações de soja com CDZ para a China e a União Europeia, no entanto, aparentemente a adoção de compromissos de desmatamento zero não tem tido o efeito esperado, uma vez que a exposição ao desmatamento ilegal de soja ficou mais concentrada entre empresas com CDZ nos últimos anos analisados.

Em termos de destino, a exposição ao desmatamento ilegal de soja em quantidades absolutas para o mercado chinês foi significativamente maior em relação ao mercado da União Europeia, no entanto, quando analisamos a exposição relativa ao desmatamento ilegal de soja, os resultados são mais próximos, a média da exposição relativa para as empresas foi de 0,34 hectares de desmatamento ilegal para mil toneladas de soja exportada para ambos os destinos entre 2014 e 2020. Observamos que a alocação da exposição ao desmatamento ilegal de soja foi concentrada em poucas empresas tanto para a China quanto para a União Europeia. Ressaltamos também, que o objetivo de ter cadeias de abastecimento de soja com desmatamento zero não tem como ser concretizado sem considerar a eliminação do desmatamento ilegal como meta nos compromissos de desmatamento zero, e sem reforçar o caráter complementar entre políticas públicas e privadas na efetiva redução do desmatamento. Ademais, salientamos que a vinculação entre regiões de produção, comerciantes e compradores de soja possibilita a identificação e gerenciamento da exposição ao desmatamento ilegal e gera oportunidades de iniciativas de sustentabilidade nas cadeias de abastecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTIN, KEMEN G. et al. Mapping and monitoring zero-deforestation commitments. *BioScience*, v. 71, n. 10, p. 1079-1090, 2021. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab082>.

- BAGER, Simon L.; LAMBIN, Eric F. How do companies implement their zero-deforestation commitments. **Journal of Cleaner Production**, v. 375, p. 134056, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134056>.
- BAIN, Joe Staten. **Industrial organization**. New York: John Wiley and Sons, 1959.
- BRACK, Duncan et al. Agricultural commodity supply chains: Trade, consumption and deforestation. Chatham House, London, 2016.
- BRAGA, C. H.; MASCOLO, J. L. Mensuração da concentração industrial no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p.399-454, 1982.
- BRASIL. Lei 12.651. Código Florestal Brasileiro. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). 2012.
- BUSCH, Jonah; FERRETTI-GALLON, Kalifi. What drives deforestation and what stops it? A meta-analysis. **Review of Environmental Economics and Policy**, 2017.
- CARGILL. Cargill Policy on Forests. Disponível em: <https://www.cargill.com/doc/1432081368071/forest-policy-sept-2015.pdf>. 2015.
- CONAB. Informações Agropecuárias. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>.
- CURTIS, Philip G. et al. Classifying drivers of global forest loss. **Science**, v. 361, n. 6407, p. 1108-1111, 2018. <https://doi.org/10.1126/science.aau3445>.
- DEFRIES, Ruth S. et al. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, v. 3, n. 3, p. 178-181, 2010. <https://doi.org/10.1038/NGEO756>.
- DE MELO CELIDONIO, Otávio Lemos; WERNER, Liane S.; GIL, Juliana Dias Bernardes. The determinants of recent soybean expansion in Mato Grosso, Brazil. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 22, n. 2, p. 173-191, 2019.
- DOS REIS, Tiago NP et al. Not all supply chains are created equal: The linkages between soy local trade relations and development outcomes in Brazil. **World Development**, v. 175, p. 106475, 2024.
- DURISIN, M; DODGE, S. Why soybeans are at the heart of the U.S.-China trade war. Bloomberg, 2018. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/graphics/2018-soybean-tariff/>.
- ESCOBAR, Neus et al. Spatially-explicit footprints of agricultural commodities: Mapping carbon emissions embodied in Brazil's soy exports. **Global Environmental Change**, v. 62, p. 102067, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102067>.
- FAO. FAOSTAT statistical database. 2022. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>.
- FAO. Zero-deforestation commitments: a new avenue towards enhanced forest governance?. **Forestry Working Paper (FAO) eng no. 3**, 2018.
- FOLKE, Carl et al. Transnational corporations and the challenge of biosphere stewardship. **Nature ecology & evolution**, v. 3, n. 10, p. 1396-1403, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0978-z>.
- GARRETT, Rachael D. et al. Criteria for effective zero-deforestation commitments. **Global environmental change**, v. 54, p. 135-147, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.003>.
- GARRETT, Rachael D. et al. Should payments for environmental services be used to implement zero-deforestation supply chain policies? The case of soy in the Brazilian Cerrado. **World Development**, v. 152, p. 105814, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105814>.
- GEREFFI, Gary; LEE, Joonkoo. Why the world suddenly cares about global supply chains. **Journal of supply chain management**, v. 48, n. 3, p. 24-32, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2012.03271.x>.
- GODAR, Javier et al. Balancing detail and scale in assessing transparency to improve the governance of agricultural commodity supply chains. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 3, p. 035015, 2016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/035015>.
- GODAR, Javier et al. Towards more accurate and policy relevant footprint analyses: tracing fine-scale socio-environmental impacts of production to consumption. **Ecological Economics**, v. 112, p. 25-35, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.02.003>.
- GOLLNOW, Florian et al. Gaps in adoption and implementation limit the current and potential effectiveness of zero-deforestation supply chain policies for soy. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 11, p. 114003, 2022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac97f6>.

- GRABS, Janina et al. Designing effective and equitable zero-deforestation supply chain policies. **Global Environmental Change**, v. 70, p. 102357, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102357>.
- GUERRERO, Angela M. et al. What influences and inhibits reduction of deforestation in the soy supply chain? A mental model perspective. **Environmental Science & Policy**, v. 115, p. 125-132, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.10.016>.
- HENDERS, Sabine; PERSSON, U. Martin; KASTNER, Thomas. Trading forests: land-use change and carbon emissions embodied in production and exports of forest-risk commodities. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 12, p. 125012, 2015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/125012>.
- HOANG, Nguyen Tien; KANEMOTO, Keiichiro. Mapping the deforestation footprint of nations reveals growing threat to tropical forests. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 6, p. 845-853, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01417-z>.
- HONG, Chaopeng et al. Land-use emissions embodied in international trade. **Science**, v. 376, n. 6593, p. 597-603, 2022. <https://doi.org/10.1126/science.abj1572>.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM). Culturas temporárias e permanentes. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. 2022.
- INPE. Coordenação Geral de Observação da Terra. PRODES – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: <http://cerrado.obt.inpe.br/>. 2022.
- JUNIOR, CA Silva; LIMA, Mendelson. Soy Moratorium in Mato Grosso: deforestation undermines the agreement. **Land use policy**, v. 71, p. 540-542, 2018.
- KASTNER, Thomas; KASTNER, Michael; NONHEBEL, Sanderine. Tracing distant environmental impacts of agricultural products from a consumer perspective. **Ecological Economics**, v. 70, n. 6, p. 1032-1040, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.01.012>.
- LAMBIN, Eric F.; FURUMO, Paul R. Deforestation-Free Commodity Supply Chains: Myth or Reality?. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 48, 2023. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-121436>.
- LAMBIN, Eric F. et al. The role of supply-chain initiatives in reducing deforestation. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 2, p. 109-116, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0061-1>.
- LARSEN, Rasmus Kløcker et al. Hybrid governance in agricultural commodity chains: Insights from implementation of ‘No Deforestation, No Peat, No Exploitation’ (NDPE) policies in the oil palm industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 544-554, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.125>.
- LEIJTEN, Floris et al. The influence of company sourcing patterns on the adoption and effectiveness of zero-deforestation commitments in Brazil’s soy supply chain. **Environmental Science & Policy**, v. 128, p. 208-215, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.032>.
- MapBiomás. Mapas de uso e cobertura da terra. Coleção 5. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. 2020.
- MONTANIA, Claudia V.; FERNANDEZ-NUNEZ, Teresa; MARQUEZ, Miguel A. The role of the leading exporters in the global soybean trade. **Agricultural Economics/Zemledska Ekonomika**, v. 67, n. 7, 2021. <https://doi.org/10.17221/433/2020-AGRICECON>.
- NALDI, Maurizio; FLAMINI, Marta. The CR4 index and the interval estimation of the Herfindahl-Hirschman Index: an empirical comparison. **Available at SSRN 2448656**, 2014.
- OCDE. Market Concentration. Disponível em: <https://www.oecd.org/daf/competition/market-concentration.htm>. 2018.
- PARRA-PAITAN, Claudia et al. Large gaps in voluntary sustainability commitments covering the global cocoa trade. **Global Environmental Change**, v. 81, p. 102696, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102696>.
- PENDRILL, Florence et al. Disentangling the numbers behind agriculture-driven tropical deforestation. **Science**, v. 377, n. 6611, p. eabm9267, 2022. <https://doi.org/10.1126/science.abm9267>.

- PENDRILL, Florence et al. Agricultural and forestry trade drives large share of tropical deforestation emissions. **Global environmental change**, v. 56, p. 1-10, 2019a. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.002>.
- PENDRILL, Florence et al. Deforestation displaced: trade in forest-risk commodities and the prospects for a global forest transition. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 5, p. 055003, 2019b. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0d41>.
- RAJÃO, Raoni et al. Supplementary Materials for The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246-248, 2020.
- RESENDE, Marcelo. Medidas de concentração industrial: uma resenha. **Análise econômica**, v. 12, n. 21 e 22, 1994.
- SONG, Xiao-Peng et al. Massive soybean expansion in South America since 2000 and implications for conservation. **Nature sustainability**, v. 4, n. 9, p. 784-792, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00729-z>.
- STRASSBURG, Bernardo BN et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>
- TRASE. How Trase assesses 'commodity deforestation' and 'commodity deforestation risk'. 2021.
- TRASE. Commodity deforestation exposure and carbon emissions assessment. <https://doi.org/10.48650/GE7V-Q043>. 2022a.
- TRASE. Brazil soy data. SEI-PCS v2.6. Disponível em: <https://supplychains.trase.earth/data>. 2022b.
- VILLORIA, Nelson et al. Leakage does not fully offset soy supply-chain efforts to reduce deforestation in Brazil. **Nature Communications**, v. 13, n. 1, p. 5476, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33213-z>.
- ZHAO, Hao et al. China's future food demand and its implications for trade and environment. **Nature Sustainability**, v. 4, n. 12, p. 1042-1051, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00784-6>.
- ZU ERMGASSEN, Erasmus KHJ et al. Addressing indirect sourcing in zero deforestation commodity supply chains. **Science Advances**, v. 8, n. 17, p. eabn3132, 2022. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abn3132>.
- ZU ERMGASSEN, Erasmus KHJ et al. The origin, supply chain, and deforestation risk of Brazil's beef exports. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 50, p. 31770-31779, 2020a. <https://doi.org/10.1073/pnas.2003270117>.
- ZU ERMGASSEN, Erasmus KHJ et al. Using supply chain data to monitor zero deforestation commitments: an assessment of progress in the Brazilian soy sector. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 3, p. 035003, 2020b. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6497>.