

## **POLÍTICA DE DESMATAMENTO ZERO: UMA ESTIMATIVA DE PERDAS POTENCIAIS DE EXPORTAÇÃO DE SOJA DO CERRADO MATO-GROSSENSE**

Adonnay Martins Barbosa<sup>1\*</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. Com isso, faz-se necessário cada vez mais a adoção e implementação de iniciativas de sustentabilidade públicas e privadas para uma governança sustentável da cadeia da soja. O objetivo desta pesquisa buscou dimensionar as potenciais perdas de exportação de soja em níveis municipais e empresariais no contexto de uma implementação de uma política de desmatamento zero no Cerrado mato-grossense. Para isso, foi mensurado a perda potencial de soja em toneladas que não poderia ser exportada e o valor monetário (US\$) correspondente a esse volume de soja com base no indicador de exposição ao desmatamento de soja elaborado pela TRASE. Os resultados indicam que cerca de 41,22% das exportações de soja do Cerrado mato-grossense em 2020 estariam expostas ao desmatamento e não estariam em conformidade com uma eventual política de desmatamento zero. Além disso, os resultados mostram uma heterogeneidade e uma concentração das perdas potenciais de exportação por município e por grupo exportador independentemente do destino de exportação. O ranking de perdas potenciais de exportação de soja identificou quais municípios e grupos exportadores seriam mais afetados e poderiam ser alvos de intervenções públicas e privadas.

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

**Abstract:** Soy production and marketing are associated with profound economic, social and environmental challenges. The international trade in soy through supply chains has led to changes in land use, deforestation and various environmental risks in tropical regions such as the Cerrado. This makes it increasingly necessary to adopt and implement public and private sustainability initiatives for sustainable governance of the soy chain. The aim of this research was to measure the potential losses of soybean exports at municipal and company level in the context of implementing a zero-deforestation policy in the Cerrado of Mato Grosso. To do this, the potential loss of soybeans in tons that could not be exported and the monetary value (US\$) corresponding to this volume of soybeans were measured based on the soybean deforestation exposure indicator developed by TRASE. The results indicate that around 41.22% of soy exports from the Mato Grosso Cerrado in 2020 would be exposed to deforestation and would not comply with a possible zero deforestation policy. In addition, the results show a heterogeneity and concentration of potential export losses per municipality and per export group, regardless of the export destination. The ranking of potential soybean export losses identified which municipalities and exporting groups would be most affected and could be targeted by public and private interventions.

**Key Words:** Environment and Trade, Forest Risk Commodity, Zero Deforestation Commitment.

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

**Classificação JEL:** Q56, Q58

---

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

## 1. INTRODUÇÃO

A se soja configura como um dos produtos agrícolas mais comercializados no mundo (Escobar et al., 2020). No entanto, a expansão da produção de soja principalmente para fins de exportação configura-se como importante vetor do desmatamento, conversão da vegetação nativa e perda de biodiversidade em região tropical como o Cerrado brasileiro (Junior e Lima, 2018; De Melo Celidonio et al., 2019). De acordo com Rauch et al. (2019), cerca de 22% da conversão da vegetação nativa no Cerrado no período de 2003 a 2014 foi impulsionada pelo setor da soja. Além disso, uma parte significativa da vegetação nativa remanescente do cerrado está localizada em áreas privadas que podem ser desmatadas legalmente (Aragão et al., 2022). Pois, conforme o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012), apenas 20% das áreas privadas e 7,5% das áreas públicas são mantidas como Reserva Legal (RL) no bioma Cerrado, situação bem diferente quando comparamos com a Amazônia que mantém 80% de RL em áreas privadas e 46% em áreas públicas. Essa conjuntura torna o Cerrado uma região ainda mais vulnerável para a expansão de área agrícola em detrimento da vegetação nativa (Soares-Filho et al., 2014).

A expansão da produção agrícola é o principal vetor do desmatamento tropical (Pendril et al., 2022). Com isso, a eliminação do desmatamento associado às cadeias de abastecimento demanda esforços de governanças de múltiplas partes interessadas. Em resposta ao aumento do desmatamento em regiões tropicais, o setor privado, governos e parcerias público-privadas comprometeram-se com a eliminação do desmatamento associado às cadeias de abastecimento de produtos de base (Austin et al., 2021; Grabs et al., 2021; Lambin e Furumo, 2023). O setor da soja conta com importantes iniciativas de sustentabilidade, tais como as iniciativas de certificações voluntárias como a Mesa Redonda sobre Soja Responsável (RTRS), ProTerra e Soja Plus Brasileira, que procuram melhores práticas de produção ao longo da cadeia produtiva da soja e envolvem diversos atores (Meijer, 2015; Heron et al., 2018). Além disso, conta com iniciativas coordenadas por organizações não-governamentais como Moratória da Soja, e iniciativas lideradas por governos, por exemplo a Declaração de Nova Iorque sobre Florestas (NYDF), a Declaração de Amsterdã (ADP), o *Soft Commodities Forum* (SCF), a Regulação da União Europeia (EUDR), e de compromissos privados unilaterais (Guerrero et al., 2021).

Apesar do surgimento de diversas iniciativas para governar as cadeias de abastecimento de *commodities* com risco florestal, a eficácia de políticas de desmatamento zero pode ser afetada por fatores relacionados às características do compromisso, que incluem a clareza das metas de redução do desmatamento, definição de florestas adotada, mecanismo de implementação e conformidade ambiental (Garret et al., 2019). Geralmente as políticas das cadeias de abastecimento agrícolas adotam a definição de florestas proposta pela FAO. Conforme FAO (2000), são consideradas florestas as áreas de terra com mais de 0,5 hectares, com cobertura de copa de árvore maior que 10% e altura das árvores de no mínimo 5 metros. No entanto, tal definição exclui biomas como o Cerrado e o Gran Chaco das estratégias de proteção ambiental. No escopo de delimitação das políticas que buscam reduzir o desmatamento, o emprego de termos como ‘desmatamento zero’, ‘desmatamento zero líquido’ e ‘desmatamento zero bruto’ como sinônimos nas diversas iniciativas de governança das cadeias de abastecimento pode prejudicar a compreensão, implementação e avaliação de políticas de desmatamento zero (Brown e Zarin, 2013; FAO, 2018). O impacto efetivo dos compromissos de desmatamento zero (CDZ) é dificultado por limitações de definição, implementação e falta de transparência (Zu Ermgassen et al., 2020). A transparência é um pré-requisito para desmistificar a complexidade das cadeias de abastecimento de produtos de base, que envolvem diversos intervenientes, e também, para uma melhor compreensão acerca da cobertura e eficácia dos compromissos (Gardner et al., 2019). Além disso, a abrangência do grau de cobertura (espacial, setorial ou de produto) acerca dos compromissos de desmatamento

se caracteriza como um elemento essencial, uma vez que limita o vazamento de desmatamento entre atores e regiões (Zu Ermgassen et al., 2020).

A implementação de uma política de desmatamento zero que incluísse todas as empresas que exportam soja do território brasileiro para a China e a União Europeia poderia ter reduzido o desmatamento global líquido em cerca de 2% e o desmatamento nacional em 9% no período de 2011 a 2016 (Villoria et al., 2022). Segundo Gollnow et al. (2022), tendo a Moratória da Soja como referência, a implementação de uma política de desmatamento zero semelhante para o Cerrado poderia ter obtido uma contração de 46% do desmatamento entre 2006 e 2015, e consequentemente poderia contribuir para a conservação desse bioma por meio de mecanismos de monitoramento e fiscalização. O Cerrado concentrou 40,8% das exportações de soja do Brasil em 2020, seguido pela Mata Atlântica (26%) e Amazônia (11,1%). Entre os estados que compõem o Cerrado, o estado de Mato Grosso foi o mais representativo (32,2%), responsável por 12.89 milhões de toneladas de soja exportada (TRASE, 2022a). No entanto, apesar da expansão da produção de soja impactar positivamente o crescimento econômico em Mato Grosso, tal expansão ocorre com associação ao desmatamento nos municípios de produção de soja, e podem influenciar na maior probabilidade de desmatamento nos municípios adjacentes (da Silva et al., 2021).

No contexto da cadeia de abastecimento da soja brasileira, estudos anteriores constataram o papel da Moratória da Soja na redução do desmatamento (Gibbs et al., 2015; Kastens et al., 2017; Heilmayr et al., 2020), discutiram os potenciais impactos da expansão da Moratória da Soja para o Cerrado (Soterroni et al., 2019; Nepstad et al., 2019; Magalhães et al., 2020), avaliaram a eficácia da adoção e implementação de compromissos de desmatamento zero como a Declaração de Nova Iorque sobre Florestas (NYDF) e a Declaração de Amsterdã (ADP) (Zu Ermgassen et al., 2020), examinaram a viabilidade de implementação de esquemas de pagamento por serviços ambientais como política de desmatamento zero no Cerrado (Garret et al., 2022), analisaram as lacunas entre a adoção e a efetiva implementação de compromissos de desmatamento zero na Amazônia e no Cerrado (Gollnow et al., 2022), e examinaram a probabilidade de conformidade do setor da soja referente a Regulação da União Europeia (EUDR) (De Oliveira et al., 2024). Geralmente esses estudos focaram em estimar a evolução do desmatamento frente a implementação de políticas de desmatamento zero, ou sobre os desafios de adoção e implementação de compromissos de desmatamento zero considerando os atores da cadeia de abastecimento da soja, este trabalho contribui ao mensurar o volume de soja que não poderia ser exportado, ou seja, que não estaria em conformidade em uma conjuntura de aplicação de política de desmatamento zero que abrangesse o bioma do Cerrado.

Considerando que a região do Cerrado no estado de Mato Grosso concentra a maior produção e exportação de soja no território brasileiro, o objetivo desta pesquisa é dimensionar as potenciais perdas de exportação de soja e seu respectivo valor monetário em níveis municipais e empresariais no contexto de implementação de uma política de desmatamento zero no Cerrado mato-grossense para o ano de 2020. Com isso, abordamos as seguintes questões de pesquisa:

- (1) Qual o impacto nas exportações municipais de soja provenientes do Cerrado mato-grossense com a implementação de uma política de desmatamento zero?
- (2) Qual o impacto no volume de exportação para os grupos exportadores de soja frente a uma política de desmatamento zero?

Além desta introdução, este artigo está estruturado em mais quatro seções. Na segunda seção apresenta-se os procedimentos metodológicos que contam com a descrição da base de dados e da estratégia de mensuração das perdas potenciais de exportação de soja. Na terceira seção expõe-se os resultados das perdas de exportação de soja por município e grupo exportador. Posteriormente, discute-se os resultados na quarta seção. Por fim, finaliza-se com as considerações finais.

## **2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Considerando os objetivos propostos, os procedimentos metodológicos seguiram as seguintes etapas: (i) mensurar a perda potencial de soja em toneladas que não poderia ser exportada, conforme exposto na seção 2.2; (ii) estimar o valor monetário (US\$) correspondente ao volume de soja que não poderia ser exportado, como consta na seção 2.2. Ademais, na seção 2.1 são apresentadas as variáveis utilizadas neste trabalho.

### **2.1. Base de dados**

Esta pesquisa foi realizada com base em estatísticas que compreendem dados secundários de produção, exportação e preço de soja, e de exposição ao desmatamento de soja para o ano de 2020. Apresentam-se nas próximas subseções mais detalhes sobre cada variável selecionada e suas especificidades.

#### **2.1.1. Produção de soja**

Os dados de produção de soja são compilados por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2022a). Os dados são obtidos por meio do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) mediante a aplicação de questionários por município. O volume de produção de soja é apresentado em tonelada e desagregado por município, além disso, os dados são reportados desde que obtenham um hectare de área plantada ou destinada à colheita e uma tonelada de produção referente ao ano considerado (IBGE, 2022b). Neste estudo consideramos os dados para o ano de 2020 para 49 municípios do Estado de Mato Grosso.

#### **2.1.2. Fluxo de exportação de soja**

A base de dados referente ao fluxo de exportação de soja é elaborada pela TRASE (2022a), que fornece um mapeamento da cadeia de abastecimento da soja, vinculando os municípios de origem da produção com as empresas exportadoras e os mercados consumidores. Utilizamos os dados de volume de exportação de soja em toneladas para o ano de 2020, e dividimos os destinatários da exportação em três grupos: (i) China; (ii) União Europeia; e (iii) Resto do Mundo. O fluxo de exportação compilado pela TRASE é elaborado com base na proposta de Godar et al. (2015), denominada Informações Espacialmente Explícitas sobre Sistemas de Produção e 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 mapear o fluxo de exportação de soja, o método 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). 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, 2022b).

### **2.1.3. Exposição ao desmatamento de soja**

O indicador de exposição ao desmatamento de soja é estimado pela TRASE (2022a). A exposição ao desmatamento de soja resulta no valor do desmatamento em hectares associado a produção de soja e que é alocado entre os atores da cadeia de abastecimento na proporção do volume de soja (em toneladas) que exportam de um determinado município, em relação à produção total de soja (por todos os produtores) no mesmo município em determinado ano. A exposição ao desmatamento de soja para um determinado ano de exportação é baseado no desmatamento para soja ocorrido nos cinco anos anteriores, período em que a soja que está sendo exportada foi plantada e colhida (TRASE, 2021; TRASE, 2022b). Esse indicador é calculado a partir das bases de dados de desmatamento (ha) disponibilizados pelo PRODES-Cerrado (INPE), de produção de soja (t) elaborada pela Pesquisa Agrícola Municipal (PAM-IBGE), e de exportação de soja desenvolvido pelo Comex Stat. Para este estudo consideramos a exposição ao desmatamento de soja para 49 municípios do Cerrado mato-grossense no ano de 2020.

### **2.1.4. Preço da soja**

O preço médio (US\$) de uma tonelada de soja foi obtido por meio da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX). De acordo com a SECEX (2020), o volume de exportação de soja em 2020 foi de 82.973 milhões de toneladas a um valor FOB US\$ 28.566 bilhões, resultando em um preço médio de US\$ 344,25 por tonelada de soja exportada.

### **2.1.5. Perdas potenciais de exportação de soja**

Elaboramos um exercício hipotético para o ano de 2020, para avaliar a quantidade potencial de soja que não poderia ser exportada com base na implementação de uma política de desmatamento zero. Nosso exercício tem como base um cenário hipotético de adoção de uma iniciativa colaborativa que cubra um bioma por inteiro e que exclua do mercado fornecedores de soja que desmataram após uma data limite determinada. Optou-se pelo pela região do Cerrado mato-grossense, dado a sua importância no contexto nacional em relação à produção e exportação de soja. Utilizamos como proxy do desmatamento associado a soja o indicador de exposição ao desmatamento da soja para o ano de 2020 elaborado pela TRASE (exposto acima na subseção 2.1.3).

De acordo com a TRASE (2022b), a exposição ao desmatamento está associada à produção de commodities, padrões de abastecimento e desmatamento. Ou seja, é avaliado 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. Vale ressaltar que a exposição ao desmatamento associado à produção e comercialização de soja para determinado país de destino e empresa exportadora é estimado pela soma da participação no desmatamento associado a soja em cada região de

abastecimento proporcional a participação do total de soja produzida. Ou seja, o raciocínio é de que se uma empresa compra 50 toneladas de soja de um município mato-grossense que produz 100 toneladas, e que foi registrado um desmatamento de 200 hectares diretamente associado à produção de soja, a exposição ao desmatamento de soja para essa empresa é de 100 hectares (50% do total) (TRASE, 2022b). Calculamos as perdas potenciais de exportação de soja de acordo com as seguintes etapas:

- (i) Mensurar a quantidade de soja em toneladas por município associada a desmatamento por meio da proporção de soja produzida por município (j) destinada à exportação para a China, União Europeia e Resto do Mundo no ano (y) de 2020:

$$perda\_potencial\_exp\_mun = \frac{Exp_{j,y}}{Prod_{j,y}} \times Exp_{j,y} \quad (1)$$

- (ii) Mensurar a quantidade de soja em toneladas por grupo exportador (c) associada a desmatamento por meio da proporção de soja produzida por município (j) destinada à exportação para a China, União Europeia e Resto do Mundo no ano (y) de 2020:

$$perda\_potencial\_exp\_emp = \frac{Exp_{j,y}}{Prod_{j,y}} \times Exp_{c,y} \quad (2)$$

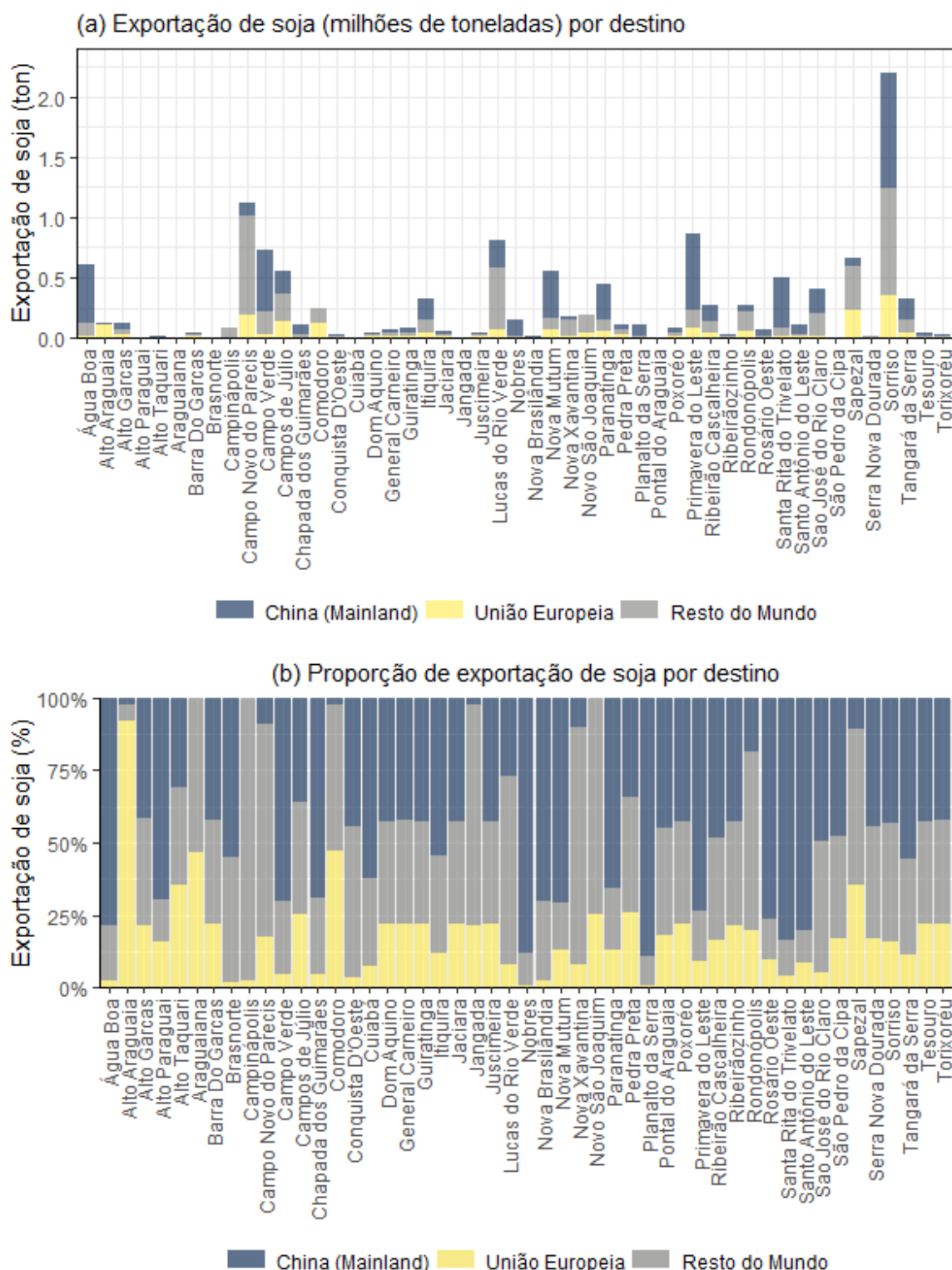
Posteriormente a estimação da quantidade de soja potencialmente impossibilitada de ser comercializada para os mercados externos, obtemos o valor (US\$) correspondente ao volume de soja por meio do preço médio de US\$344,25 pago pela tonelada exportada de soja em 2020 de acordo com dados da Secretaria de Comércio Exterior (conforme foi exposto na subseção 2.1.4) (SECEX, 2020).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Qual o impacto nas exportações municipais de soja provenientes do Cerrado mato-grossense com a implementação de uma política de desmatamento zero?

O Cerrado é o principal polo de produção e exportação de soja no Brasil, em 2020 esse bioma produziu 52.44 milhões de toneladas de soja e exportou 76,2% desse volume. Entre os estados que compõem o Cerrado, o estado de Mato Grosso foi o mais representativo, responsável por 32,2% das exportações totais do bioma, seguidos pelos estados de Goiás (20,25%), Mato Grosso do Sul (12,54%) e Bahia (10,55%) (IBGE, 2022a; TRASE, 2022a). As exportações de soja dos municípios do Cerrado mato-grossense em 2020 foram de 12.89 milhões de toneladas, no valor de US\$ 4.46 bilhões e estavam associadas a 19.77 mil hectares de exposição ao desmatamento de soja. Dentre os municípios exportadores, cinco municípios (Araguaiana, Cuiabá, Jangada, São Pedro da Cipa e Serra Nova Dourada) não apresentaram exposição ao desmatamento de soja (TRASE, 2022a). Dessa forma, analisa-se a dinâmica de perda potencial de exportação de soja num contexto de implementação de uma política de desmatamento zero para quarenta e quatro municípios que tiveram suas exportações de soja associadas a desmatamento. Apresenta-se na Figura 1, a exportação de soja por município e sua respectiva proporção de exportação por destino em 2020.

Figura 1 – Exportação de soja por município e proporção de exportação por destino em 2020



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

De acordo com a Figura 1(a), observa-se que o volume de soja exportado em 2020 é bastante heterogêneo entre os municípios, o volume de soja variou entre 1.48 mil toneladas (Pontal do Araguaia) e 2.19 milhões de toneladas (Sorriso). Além disso, os municípios Sorriso, Campo Novo do Parecis, Primavera do Leste, Lucas do Rio Verde, Campo Verde, Sapezal e Água Boa concentram cerca de 54% das exportações, que totalizam 6.97 milhões de toneladas

de soja, e são equivalentes a US\$ 2.42 bilhões. Desagregando por destino de exportação, foram exportados para a China, União Europeia e demais países respectivamente 5.84, 1.98 e 5.06 milhões de toneladas de soja.

Com base na Figura 1(b), constata-se que a China e União Europeia são os principais destinos de exportação de soja na maioria dos municípios do Cerrado mato-grossense, em 2020 responderam por 60.6% das exportações. Até o início da década de 2010, a União Europeia era o principal destino das exportações de soja do estado de Mato Grosso. No entanto, a partir de 2011 o bloco substituiu principalmente suas importações de soja para a Bolívia e Paraguai (Villoria et al., 2022). O fortalecimento da demanda de soja na China para uso direto e indireto, sobretudo no Brasil, é impulsionada pelo setor de alimentação animal (suíno e bovino), pelo consumo de óleo de soja, e produtos alimentícios como o tofu e leite de soja (McFarlane e O'Connor, 2014; Taherzadeh e Caro, 2019; Wu et al., 2020).

Vale ressaltar que entre os membros da União Europeia, os principais países destinatários da soja foram a Holanda (38,3%), Espanha (20,9%) e Itália (11,6%), que de forma conjunta responderam por 70,9% das exportações, com um volume total de 1.38 milhão de toneladas. Além da China e União Europeia, o Cerrado mato-grossense exportou soja para trinta países, sobretudo países asiáticos. As exportações de soja para os demais países concentraram entre a Tailândia (26,8%), Indonésia (16,6%) e Turquia (12%), que corresponde a 2.82 milhões de toneladas de soja (TRASE, 2022a). O rápido crescimento das economias e da população na Ásia, levou a um aumento da procura por produtos à base de soja (McFarlane e O'Connor, 2014). Retrata-se na Tabela 1, o ranking de perda potencial de exportação de soja por município desagregado por destino de exportação para o ano de 2020.



Tabela 1 - Ranking das perdas municipais de exportação de soja (t), valor monetário (US\$) e exposição ao desmatamento de soja (ha) para a China, União Europeia e Resto do Mundo em 2020

Ranking	Município	China			União Europeia			Resto do Mundo		
		Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$	Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$	Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$
1°	Sorriso	210,15	397.730,61	136.918.763,98	76,84	53.180,93	18.307.536,31	197,27	350.487,17	120.655.207,96
2°	Campo Novo do Parecis	28,97	6.927,87	2.384.919,50	57,75	27.542,87	9.481.631,71	243,98	491.511,61	169.202.872,31
3°	Primavera do Leste	354,90	448.263,66	154.314.765,42	43,52	6.741,26	2.320.678,62	83,44	24.778,53	8.530.008,08
4°	Campo Verde	137,64	350.911,61	120.801.322,26	9,28	1.596,72	549.670,08	48,97	44.426,69	15.293.889,63
5°	Água Boa	1.483,96	356.968,93	122.886.555,10	41,61	280,72	96.638,61	360,46	21.062,27	7.250.687,26
6°	Lucas do Rio Verde	50,54	53.603,94	18.453.156,08	14,93	4.680,71	1.611.334,66	122,10	312.903,54	107.717.044,05
7°	Santa Rita do Trivelato	572,80	307.627,16	105.900.649,05	26,95	681,13	234.480,38	84,65	6.717,77	2.312.592,30
8°	Sao José do Rio Claro	340,69	100.398,80	34.562.285,59	33,62	977,82	336.613,80	314,38	85.487,34	29.429.016,42
9°	Campos de Júlio	477,68	54.585,68	18.791.118,78	338,71	27.444,50	9.447.769,30	516,89	63.916,06	22.003.105,35
10°	Sapezal	55,28	3.829,28	1.318.228,38	185,40	43.076,55	14.829.101,59	279,58	97.957,55	33.721.886,42
11°	Tangará da Serra	116,36	90.096,00	31.015.548,58	23,59	3.702,96	1.274.744,06	69,50	32.145,26	11.066.007,02
12°	Paranatinga	1.173,78	106.875,99	36.792.059,03	235,23	4.292,22	1.477.597,02	372,74	10.777,38	3.710.114,22
13°	Nova Mutum	406,51	108.741,18	37.434.151,19	73,37	3.542,06	1.219.355,43	93,34	5.733,25	1.973.672,30
14°	Rondonópolis	17,38	9.164,97	3.155.040,46	18,14	9.986,90	3.437.991,54	56,85	98.069,94	33.760.576,15
15°	Nobres	1.151,11	114.073,87	39.269.931,29	12,18	12,77	4.397,15	139,34	1.671,40	575.377,79
16°	Comodoro	42,04	120,03	41.320,59	864,95	50.817,71	17.493.995,60	923,44	57.923,13	19.940.037,33
17°	Ribeirão Cascalheira	679,57	62.085,04	21.372.775,19	233,36	7.321,20	2.520.321,97	496,54	33.146,19	11.410.577,37
18°	Alto Araguaia	12,43	63,70	21.929,80	492,80	100.168,76	34.483.096,17	29,20	351,68	121.065,82
19°	Nova Xavantina	16,39	1.549,58	533.442,39	12,08	841,81	289.793,52	128,97	95.981,40	33.041.596,67
20°	Novo São Joaquim	-	-	-	90,07	9.861,28	3.394.746,65	266,40	86.269,05	29.698.121,70
-	Demais Municípios	2.774,89	299.099,91	102.965.144,52	425,24	18.739,95	6.451.229,03	1.536,78	143.681,22	49.462.259,24

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: A classificação no ranking foi feita em referência ao valor da perda total de exportação de soja por município.

Conforme os resultados expostos na Tabela 1, observa-se que em uma conjuntura de implementação de uma política de desmatamento zero, os municípios do Cerrado mato-grossense tiveram cerca de 5.31 milhões de toneladas de soja associadas a 19.77 mil hectares de desmatamento em 2020, e, portanto, não poderiam ser exportadas. Esse volume potencialmente não exportado corresponde a aproximadamente US\$ 1.82 bilhões. Assim como as exportações, o volume das perdas potenciais de exportação de soja entre os municípios são bastante desiguais, variando entre 20,54 toneladas (Brasnorte) e 801.30 mil toneladas (Sorriso). Salienta-se que municípios considerados como *hub* de logística<sup>2</sup> na cadeia de abastecimento da soja (Sorriso, Campo Novo do Parecis, Primavera do Leste, Campo Verde, Água Boa e Lucas do Rio Verde) concentraram 55,5% do volume de soja que não poderia ser exportado.

Em termos de destino<sup>3</sup>, as exportações de soja para a China estavam expostas a 10.1 mil hectares de desmatamento, registrando uma perda potencial de exportação de 2.87 milhões de toneladas, que corresponde a 49% do volume exportado em 2020, equivalente a US\$ 988.93 milhões. Na pauta de importação chinesa de soja, o Brasil se configura como o principal parceiro comercial da China (Wang et al., 2023). Em 2020, cerca de 64,2% das importações de soja na China foram provenientes do Brasil (FAO, 2022). A União Europeia obteve uma exposição ao desmatamento de soja de 3.3 mil hectares associados às suas exportações, com isso, a perda potencial de exportação de soja para esse bloco resultou em 375.49 mil toneladas (19,2% do que foi exportado), avaliada em US\$ 129.26 milhões. As exportações de soja do Cerrado mato-grossense para os demais países alcançaram 6.36 mil hectares de exposição ao desmatamento de soja, e uma perda potencial de exportação de 2.06 milhões de toneladas (40,6% do volume exportado), estimadas em US\$ 710.87 milhões.

O mapeamento espacial (municipal) a respeito da exportação de soja com associação ao desmatamento, e posteriormente, do volume de soja que não poderia ser exportado frente a implementação de uma política de desmatamento zero permite identificar quais os municípios que sofreram maiores impactos econômicos (maiores perdas de exportação), e com isso, poderiam ser o foco de uma eventual intervenção pública. Além disso, o reconhecimento acerca de quais economias seriam mais afetadas como destino de exportação possibilitam a adoção de mecanismos de sustentabilidade direcionados e mais eficazes nas cadeias de abastecimento.

### **3.2. Qual o impacto no volume de exportação para os grupos exportadores de soja frente a uma política de desmatamento zero?**

A avaliação da exposição ao desmatamento 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. No mapeamento das exportações de soja por grupo exportador, estima-se que 8,44% (1.08 milhão de toneladas de soja) do volume comercializado foi alocado como ‘desconhecido’, pois os dados para o ano de 2020 compreendem apenas remessas marítimas, todas as remessas não marítimas foram rotuladas de tal forma (TRASE, 2022b). Com isso, as exportações de soja por grupo exportador identificados somaram 11.77 milhões de toneladas e estavam expostas a 17.77 mil hectares de desmatamento de soja (TRASE, 2022a). Foram considerados 149 grupos exportadores que comercializam soja para a China, União Europeia e demais países em 2020. Retrata-se na Tabela 2, o ranking de perda potencial de exportação de soja por grupo exportador para a China em 2020.

<sup>2</sup> *Hub* de logística pode ser definido como uma jurisdição espacial que contém ativos que são considerados nodos (por exemplo um silo, armazém etc) na cadeia de suprimento de determinada *commodity* (TRASE, 2022c).

<sup>3</sup> Apresenta-se no Apêndice a Figura 2, que detalha o volume de perda potencial de exportação de soja por município e a proporção de perda de exportação desagregada por destino (China, União Europeia e a resto do Mundo).

Tabela 2 - Ranking de perda de exportação (em toneladas e valor FOB), volume exportado e exposição ao desmatamento de soja para a China em 2020

Ranking	Grupo Exportador	Exportação (t)	Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$
1°	Cargill	817.086,44	2.990,77	538.963,42	185.538.158,15
2°	ADM	1.265.158,50	712,81	535.815,95	184.454.640,48
3°	Amaggi	702.432,49	1.727,07	409.624,44	141.013.212,04
4°	Gavilon	413.784,18	640,23	179.238,24	61.702.763,36
5°	Louis Dreyfus	300.921,90	707,53	169.948,97	58.504.932,36
6°	Cofco	428.251,99	684,32	165.328,30	56.914.266,69
7°	Engelhart	257.122,76	380,67	122.572,33	42.195.525,37
8°	Bunge	187.294,03	401,95	101.066,34	34.792.087,15
9°	Cutral	191.480,11	284,51	92.741,60	31.926.296,06
10°	Syngenta	142.081,73	37,42	66.901,97	23.031.002,43
11°	Caramuru	107.676,97	28,47	51.169,33	17.615.040,32
12°	Olam	91.129,15	51,51	38.039,96	13.095.254,96
	SFC Do Brasil Importação e Exportação				
13°	Ltda	72.995,41	107,04	34.891,95	12.011.555,42
14°	CHS	70.218,48	69,12	33.917,84	11.676.214,76
	Novaagri Infra-Estrutura de				
15°	Armazenagem e Escoamento Agrícola	92.930,07	153,11	32.010,58	11.019.641,84
16°	Glencore	43.462,23	30,92	28.983,91	9.977.711,57
17°	Wilmar	49.403,56	72,45	23.615,00	8.129.464,14
18°	Mitsui & Co.	41.588,55	60,08	22.807,27	7.851.402,13
19°	CGG	49.164,35	47,90	22.232,73	7.653.615,91
20°	Mitsubish	34.355,31	72,62	15.737,61	5.417.672,40
-	Desconhecido	244.114,15	447,16	74.365,45	25.600.306,72
-	Demais grupos exportadores	241.418,89	395,39	112.744,64	38.812.342,90

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: A classificação no ranking foi feita em referência ao valor da perda total de exportação de soja.

Infere-se da Tabela 2, que a comercialização de soja é dominada por grandes grupos comerciais. Estima-se que 71% das exportações de soja para a China estão concentradas em sete empresas (ADM, Cargill, Amaggi, Cofco, Gavilon, Louis Dreyfus e Engelhart). Assim como as exportações, as perdas potenciais de exportação de soja também foram concentradas nessas empresas, que representaram 73,84% do volume total que não poderia ser exportado. Em termos de resultado por grupo exportador, desconsiderando o volume que foi alocado em 'desconhecido', as perdas potenciais de exportação de soja para a China foram de 2.79 milhões de toneladas de soja, equivalente a US\$ 963.33 milhões. O resultado auferido pelas empresas é muito heterogêneo, a perda de exportação de soja variou entre 7,8 toneladas (Casale Equipamentos) e 538.96 mil toneladas (Cargill). A exposição ao desmatamento de soja é ainda mais concentrada em comparação com os outros indicadores, dado que apenas quatro empresas (Cargill, Amaggi, ADM e Louis Dreyfus) concentram sozinhas 60,75% da exposição ao desmatamento. Além disso, cerca de 80,64% dos grupos exportadores tiveram suas exportações de soja associadas a menos de 100 hectares de desmatamento individualmente. Na Tabela 3, apresenta-se o ranking de perda potencial de exportação de soja por grupo exportador para a União Europeia em 2020.

Tabela 3 - Ranking de perda de exportação (em toneladas e valor FOB), volume exportado e exposição ao desmatamento de soja para a União Europeia em 2020

Ranking	Grupo Exportador	Exportação (t)	Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$
1°	ADM	433.596,81	636,25	141.593,41	48.743.531,40
2°	Cargill	460.120,69	1.012,05	89.343,60	30.756.534,70
3°	Caramuru	99.851,33	22,45	14.644,52	5.041.376,65
4°	Louis Dreyfus	77.655,39	126,10	13.622,56	4.689.566,03
5°	Cofco	108.036,85	166,96	10.037,66	3.455.463,48
6°	Bunge	42.667,72	110,25	6.734,58	2.318.380,02
7°	Carol Sodru SA	16.449,96	37,08	3.522,85	1.212.739,51
8°	Humberg Agribrasil Comércio e Exportação de Grãos Ltda	20.955,46	33,04	3.216,57	1.107.305,09
9°	Amaggi Exportação e Importação Ltda	20.972,95	43,29	3.121,59	1.074.608,43
10°	Amaggi	26.543,26	24,03	2.635,37	907.226,99
11°	Horita Empreendimentos Agrícolas	8.472,42	18,83	1.751,83	603.069,02
12°	Engelhart	14.801,23	25,64	1.411,05	485.753,67
13°	Cervejaria Petrópolis	7.814,01	11,81	1.282,69	441.565,79
14°	Gavilon	12.737,23	22,61	1.272,01	437.891,02
15°	Viagri Importação e Exportação de Cereais Ltda - Me	12.671,56	7,10	1.100,13	378.720,03
16°	Bom Jesus Agropecuária	9.789,66	7,77	797,27	274.460,63
17°	Syngenta	4.670,83	1,40	639,55	220.166,19
18°	Atto Comércio Exportação & Cerealista Ltda	3.178,08	1,07	589,06	202.782,95
19°	Frigorífico Pantanal Ltda - Me	5.012,09	1,38	584,23	201.122,09
20°	Petrovina Sementes	4.422,77	2,47	579,02	199.327,16
-	Desconhecido	527.905,77	958,67	73.320,86	25.240.707,66
-	Demais grupos exportadores	29.851,73	39,37	3.690,41	1.270.424,68

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: A classificação no ranking foi feita em referência ao valor da perda total de exportação de soja.

Conforme exposto na Figura 3, as empresas Cargill, ADM, Cofco, Caramuru, Louis Dreyfus e Bunge foram responsáveis por 62,72% das exportações de soja para a União Europeia em 2020, somando 1.22 milhão de toneladas de soja. Com exceção do grupo exportador Caramuru, essas empresas também concentraram as maiores exposições ao desmatamento de soja, acumulando 2.05 mil hectares de desmatamento. As perdas potenciais de exportação de soja variaram entre 0,69 toneladas (Agrícola Alvorada) e 141.59 mil toneladas (Cargill). O volume de soja que potencialmente não poderia ser exportado segue o padrão de concentração auferido nas exportações, tais empresas responderam por 72,49% do total de soja que não poderia ser comercializada. Na Tabela 4 expõe-se o ranking de perda potencial de exportação de soja por grupo exportador para o Resto do Mundo em 2020.

Tabela 4 - Ranking de perda de exportação (em toneladas e valor FOB), volume exportado e exposição ao desmatamento de soja para o Resto do Mundo em 2020

Ranking	Grupo Exportador	Exportação (t)	Exposição (ha)	Perda de exportação (t)	US\$
1°	ADM	1.375.004,50	636,71	720.883,43	248.164.119,76
2°	Cargill	796.505,79	1.610,71	319.525,40	109.996.617,89
3°	Bunge	477.185,67	1.043,10	227.559,53	78.337.369,33

4°	Louis Dreyfus	384.661,34	623,46	169.520,35	58.357.381,33
5°	Caramuru	377.594,38	86,48	156.875,75	54.004.475,47
6°	Cofco	379.314,50	397,29	99.144,04	34.130.335,86
7°	Amaggi	247.850,00	275,06	76.333,50	26.277.808,58
8°	Gavilon	132.351,65	187,88	35.998,44	12.392.464,65
9°	Glencore	60.167,69	193,90	21.067,01	7.252.317,99
10°	AFG Brasil	46.160,63	78,26	16.731,46	5.759.803,43
11°	Carol Sodru Sa	60.794,53	115,58	14.820,88	5.102.089,31
12°	Engelhart	50.320,52	77,42	9.583,80	3.299.223,76
13°	Mitsubishi	18.822,58	30,09	9.320,75	3.208.668,44
14°	Syngenta	21.954,83	7,14	7.745,36	2.666.338,60
15°	Bom Jesus Agropecuária Humberg Agribrazil Comercio e Exportação de Grãos Ltda	16.547,81	7,66	7.601,92	2.616.962,51
16°	Exportação de Grãos Ltda	18.309,21	15,37	7.062,83	2.431.378,95
17°	Cervejaria Petrópolis	15.339,37	20,20	6.367,76	2.192.102,88
18°	Horita Empreendimentos Agrícolas	16.369,97	36,27	5.599,49	1.927.624,38
19°	Olam	15.055,31	25,75	4.867,79	1.675.737,61
20°	Denofa Do Brasil Sa	15.493,99	29,22	3.925,64	1.351.401,85
-	Desconhecido	313.584,41	595,71	75.108,51	25.856.103,01
-	Demais grupos exportadores	226.719,82	271,57	69.354,80	23.875.389,80

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: A classificação no ranking foi feita em referência ao valor da perda total de exportação de soja.

De acordo com a Tabela 4, os resultados acerca dos indicadores de exportação de soja para os demais países seguem o desempenho observado para a China e a União Europeia, dado que 79,7% da exportação de soja se concentra em sete empresas (ADM, Cargill, Bunge, Louis Dreyfus, Cofco e Caramuru), assim como a exposição ao desmatamento de soja, as empresas citadas (com exceção da empresa Caramuru) acumularam 72% da exposição ao desmatamento. As perdas potenciais de exportação de soja oscilaram entre 1,90 tonelada e 720.88 mil toneladas, e em termos monetários variaram respectivamente entre US\$ 654,63 e US\$ 248.16 milhões. Além disso, as perdas de exportação também seguiram o padrão de concentração observado anteriormente, cerca de 85,7% do volume de soja que não estaria em conformidade ambiental legal estavam concentrados em sete grupos exportadores (ADM, Cargill, Bunge, Louis Dreyfus, Cofco e Caramuru).

Salienta-se que entre os destinos de exportação, A China concentra 54,06% das perdas potenciais de exportação de soja, enquanto que a União Europeia e demais países registraram respectivamente 7,06% e 38,86%. Ademais, ressalta-se que 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.

#### 4. DISCUSSÃO

A eliminação do desmatamento associado às cadeias de abastecimento de *commodities* agrícolas demandam intervenções múltiplas e complementares por parte de atores estatais e não estatais em diferentes escalas de governança (Furumo e Lambin, 2021). A combinação correta de políticas que objetivam o desmatamento zero depende das condições locais, capacidade institucional e de uma combinação de instrumentos de comando e controle que eliminem o desmatamento, de incentivos para modelos produtivos mais sustentáveis e medidas que facilitem a coordenação de todos esses instrumentos (Lambin e Furumo, 2023). A partir da análise da exposição ao desmatamento de soja no Cerrado mato-grossense, foi possível

identificar a proporção da exportação de soja associada a desmatamento por município, grupo exportador e país de primeiro consumo. Com base nisso, estimou-se o volume (toneladas) e valor monetário da perda potencial de exportação de soja para o ano de 2020. A dinâmica da perda de exportação de soja pode ser discutida de três perspectivas diferentes: (i) municipal; (ii) grupo exportador; e (iii) destino de exportação (país consumidor).

A análise da perda potencial de exportação de soja por município expõe resultados desiguais entre os municípios, e uma concentração das perdas de exportação em poucos municípios, tanto quando consideramos os resultados por destino de exportação, quanto como consideramos as exportações municipais totais. Nessa perspectiva, o ranking de perda de exportação de soja municipal permitiria a visualização de quais localidades poderiam ser alvos de iniciativas que visam o desmatamento zero associado a produção agrícola. Para Garret et al. (2019), as políticas de desmatamento zero possuem maiores probabilidades de eficácia quando visam uma região com elevadas taxas de conversão da vegetação nativa para o cultivo agrícola, e também, quando visam biomas com maiores riscos de desmatamento. Pois, o direcionamento de políticas para localidades com baixas taxas de desmatamento associadas à expansão da produção de soja, podem ser eficientes e resultar na eliminação do desmatamento local, mas terão pouco impacto no desmatamento global (Garret et al., 2016). No entanto, de Waroux et al. (2017) salientam que o foco das políticas de desmatamento zero apenas em regiões de alta incidência de desmatamento pode acarretar em fuga/vazamento de desmatamento e deslocamento de atividade agrícola para outros ecossistemas. Ou seja, as políticas de desmatamento zero precisam cobrir biomas inteiros, considerando o risco de desmatamento associados a essas localidades e a adequação da região para o cultivo agrícola.

Os resultados da análise de exportação e perda de exportação por grupo exportador indicam uma concentração do volume de soja em poucas empresas, independentemente do destino de exportação. A eficácia das iniciativas de desmatamento zero é afetada pela combinação do grau de participação das empresas e sua concentração de mercado (Clapp, 2017; Schleifer, 2017; Van der Ven et al., 2018; Garret et al., 2019). Visto que empresas com maiores parcelas de mercado de *commodities* associadas a desmatamento poderiam ter um impacto direto na redução do desmatamento a partir da implementação de política de desmatamento zero, e também, poderiam pressionar as demais empresas do setor a adotarem tais políticas (Garret et al., 2019). Nesse sentido, empresas líderes de mercado têm a oportunidade de estabelecer e fazer cumprir padrões privados e coletivos que visam a sustentabilidade das cadeias de abastecimento (Lee et al., 2012). A concentração de mercado cria um cenário de oportunidade em que um pequeno número de empresas tem a capacidade de melhorar a sustentabilidade do abastecimento global (Folke et al., 2019; Zu Ermgassen et al. 2020). Além disso, a baixa parcela de mercado é comumente apontada como um dos fatores determinantes da ineficiência de iniciativas de sustentabilidades orientadas para o mercado de reduzirem o desmatamento (Clapp, 2017; Van der Ven et al., 2018).

Em termos de destino de exportação, a análise foi realizada dividindo as exportações entre três grupos (China, União Europeia e outros países), os resultados indicam que a China lidera como o destino de maior perda de exportação de soja. Tendo em vista o volume que foi exportado em 2020, cerca de 40,6% não poderia ser exportado, e comparando com os outros destinos, a China concentrou 54,06% da perda potencial de exportação de soja. De acordo com a FAO (2022), o Brasil foi o principal importador de soja para a China em 2020, o total exportado foi de 64.3 milhões de toneladas. Com isso, um cenário de perda de exportação poderia gerar um grave problema de abastecimento de soja na China. Conforme Wang et al. (2023), a China enfrenta uma escassez de fornecimento interno de soja e depende cada vez mais do comércio internacional com elevada vulnerabilidade e grande incerteza, o que pode gerar riscos para a segurança alimentar. Zhao et al. (2021), projetam uma tendência de aumento das

importações de soja na China para 2050, a importação de soja deverá atingir aproximadamente 126 milhões de toneladas, desse total cerca de 53% deverá ser atendido pelo Brasil.

Em suma, observa-se que a vinculação entre regiões de produção, comerciantes e compradores/consumidores de soja possibilita a identificação e gerenciamento dos riscos e oportunidades de sustentabilidade das cadeias de abastecimento. A partir desse mapeamento é possível identificar por exemplo as empresas que exportam quantidades específicas de determinada *commodity* como a soja, garantindo que as mudanças nos padrões de abastecimento e conseqüentemente os impactos e riscos ambientais associados a um comprador ou comerciante específico possam ser rastreados e avaliados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eliminação do desmatamento tropical tem suscitado a criação de diversas iniciativas de governança orientadas tanto pelos governos nacionais e subnacionais, quanto pelo setor privado. Nessa linha, as cadeias de abastecimento agrícolas visam cada vez mais uma comercialização e consumo livres de desmatamento. Tendo isso em vista, o objetivo desse capítulo foi a partir de um exercício hipotético mensurar as perdas potenciais de exportação de soja do Cerrado mato-grossense num cenário de implementação de política de desmatamento zero. Ou seja, avaliar a proporção de soja que foi exportada em 2020 com associação de desmatamento, e que não estaria em conformidade ambiental.

Os resultados indicam que cerca de 41,22% das exportações de soja do Cerrado mato-grossense em 2020 estariam expostas ao desmatamento e não estariam em conformidade com uma eventual política de desmatamento zero. A perda de exportação de soja ficou concentrada em poucos municípios (por exemplo Sorriso, Campo Novo do Parecis, Primavera do Leste, Campo Verde, Água Boa e Lucas do Rio Verde) e poucas empresas (por exemplo Cargill, ADM, Amaggi, Bunge, Louis Dreyfus e Cofco) independentemente do destino de exportação. Em termos de país de primeiro consumo, as perdas de exportação de soja foram mais acentuadas para a China, tanto do ponto de vista do que foi exportado, quanto quando comparado com a União Europeia e demais países. Dada a forte dependência internacional do consumo de soja na China, uma diminuição do comércio bilateral com o Brasil poderia acarretar em um problema de abastecimento de soja no país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, Rafaela Barbosa de Andrade et al. To clear or not to clear: Unpacking soy farmers' decision-making on deforestation in Brazil's Cerrado. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 942207, 2022. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.942207>.

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>.

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.

BROWN, Sandra; ZARIN, Daniel. What does zero deforestation mean?. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 805-807, 2013. <https://doi.org/10.1126/science.1241277>.

CLAPP, Jennifer. Responsibility to the rescue? Governing private financial investment in global agriculture. **Agriculture and human values**, v. 34, p. 223-235, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10460-015-9678-8>.

DA SILVA, Ramon Felipe Bicudo et al. Socioeconomic and environmental effects of soybean production in metacoupled systems. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 18662, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98256-6>.

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.

DE OLIVEIRA, Susan EM Cesar et al. The European Union and United Kingdom's deforestation-free supply chains regulations: Implications for Brazil. **Ecological Economics**, v. 217, p. 108053, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108053>.

DE WAROUX, Yann le Polain et al. The restructuring of South American soy and beef production and trade under changing environmental regulations. **World Development**, v. 121, p. 188-202, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.034>.

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. On definitions of forest and forest change. Forest Resource Assessment Programme. **Working Paper 33**, Rome, 2000.

FAO. Zero-deforestation commitments: a new avenue towards enhanced forest governance?. **Forestry Working Paper (FAO) eng no. 3**, Rome, 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>.

FURUMO, Paul R.; LAMBIN, Eric F. Policy sequencing to reduce tropical deforestation. **Global Sustainability**, v. 4, p. e24, 2021. <https://doi.org/10.1017/sus.2021.21>.

GARDNER, Toby A. et al. Transparency and sustainability in global commodity supply chains. **World Development**, v. 121, p. 163-177, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.025>.

GARRETT, Rachael D. et al. Assessing the potential additionality of certification by the round table on responsible soybeans and the roundtable on sustainable palm oil. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 4, p. 045003, 2016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/045003>.



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>.

GIBBS, Holly K. et al. Brazil's soy moratorium. **Science**, v. 347, n. 6220, p. 377-378, 2015. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0181>.

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>.

HEILMAYR, Robert et al. Brazil's Amazon soy moratorium reduced deforestation. **Nature Food**, v. 1, n. 12, p. 801-810, 2020. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00194-5>.

HERON, Tony; PRADO, Patricia; WEST, Chris. Global value chains and the governance of 'embedded' food commodities: the case of soy. *Global Policy*, v. 9, p. 29-37, 2018. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12611>.

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>. 2022a.

IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM). Conceitos e Métodos. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. 2022b.

JUNIOR, CA Silva; LIMA, Mendelson. Soy Moratorium in Mato Grosso: deforestation undermines the agreement. **Land use policy**, v. 71, p. 540-542, 2018.

KASTENS, Jude H. et al. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. **PloS one**, v. 12, n. 4, p. e0176168, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176168>.

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>.

LEE, Joonkoo; GEREFFI, Gary; BEAUVAIS, Janet. Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for smallholders in developing countries. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 31, p. 12326-12331, 2012. <https://doi.org/10.1073/pnas.0913714108>.

MAGALHÃES, Iara Barbosa et al. Brazilian Cerrado and Soy moratorium: Effects on biome preservation and consequences on grain production. **Land use policy**, v. 99, p. 105030, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105030>.

MCFARLANE, Ian; O'CONNOR, Ernesto. World soybean trade: Growth and sustainability. **Modern Economy**, v. 5, n. 5, p. 580-588, 2014. <https://doi.org/10.4236/me.2014.55054>.

MEIJER, Karen S. A comparative analysis of the effectiveness of four supply chain initiatives to reduce deforestation. **Tropical Conservation Science**, v. 8, n. 2, p. 583-597, 2015. <https://doi.org/10.1177/194008291500800219>.

NEPSTAD, Lucy S. et al. Pathways for recent Cerrado soybean expansion: extending the soy moratorium and implementing integrated crop livestock systems with soybeans. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 4, p. 044029, 2019. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafb85>.

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>.

RAUSCH, Lisa L. et al. Soy expansion in Brazil's Cerrado. **Conservation letters**, v. 12, n. 6, p. e12671, 2019. <https://doi.org/10.1111/conl.12671>.

SCHLEIFER, Philip. Private regulation and global economic change: The drivers of sustainable agriculture in Brazil. **Governance**, v. 30, n. 4, p. 687-703, 2017. <https://doi.org.ez24.periodicos.capes.gov.br/10.1111/gove.12267>.

SECEX. Resultados do Comércio Exterior Brasileiro – Dados Consolidados. Disponível em: [https://balanca.economia.gov.br/balanca/publicacoes\\_dados\\_consolidados/pg.html#s%C3%A9ries-hist%C3%B3ricas-detalhadas](https://balanca.economia.gov.br/balanca/publicacoes_dados_consolidados/pg.html#s%C3%A9ries-hist%C3%B3ricas-detalhadas). 2020.

SOARES-FILHO, Britaldo et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. <https://doi.org/10.1126/science.1246663>.

SOTERRONI, Aline C. et al. Expanding the soy moratorium to Brazil's Cerrado. **Science advances**, v. 5, n. 7, p. eaav7336, 2019. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav7336>.

TAHERZADEH, Oliver; CARO, Dario. Drivers of water and land use embodied in international soybean trade. **Journal of Cleaner Production**, v. 223, p. 83-93, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.068>.

TRASE. How Trase assesses 'commodity deforestation' and 'commodity deforestation risk'. 2021.

TRASE. Brazil soy data. SEI-PCS v2.6. Disponível em: <https://supplychains.trase.earth/data>. 2022a.

TRASE. Commodity deforestation exposure and carbon emissions assessment. <https://doi.org/10.48650/GE7V-Q043>. 2022b.

TRASE. SEI-PCS Brazil soy v2.6 supply chain map: Data sources and methods. 2022c. <https://doi.org/10.48650/X24R-YK29>.

VAN DER VEN, Hamish; ROTHACKER, Catherine; CASHORE, Benjamin. Do eco-labels prevent deforestation? Lessons from non-state market driven governance in the soy, palm oil, and cocoa sectors. **Global environmental change**, v. 52, p. 141-151, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.002>

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>.

WANG, Min et al. Structural evolution of global soybean trade network and the implications to China. **Foods**, v. 12, n. 7, p. 1550, 2023. <https://doi.org/10.3390/foods12071550>

WU, Fei et al. Assessing sustainability of soybean supply in China: Evidence from provincial production and trade data. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, p. 119006, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119006>.

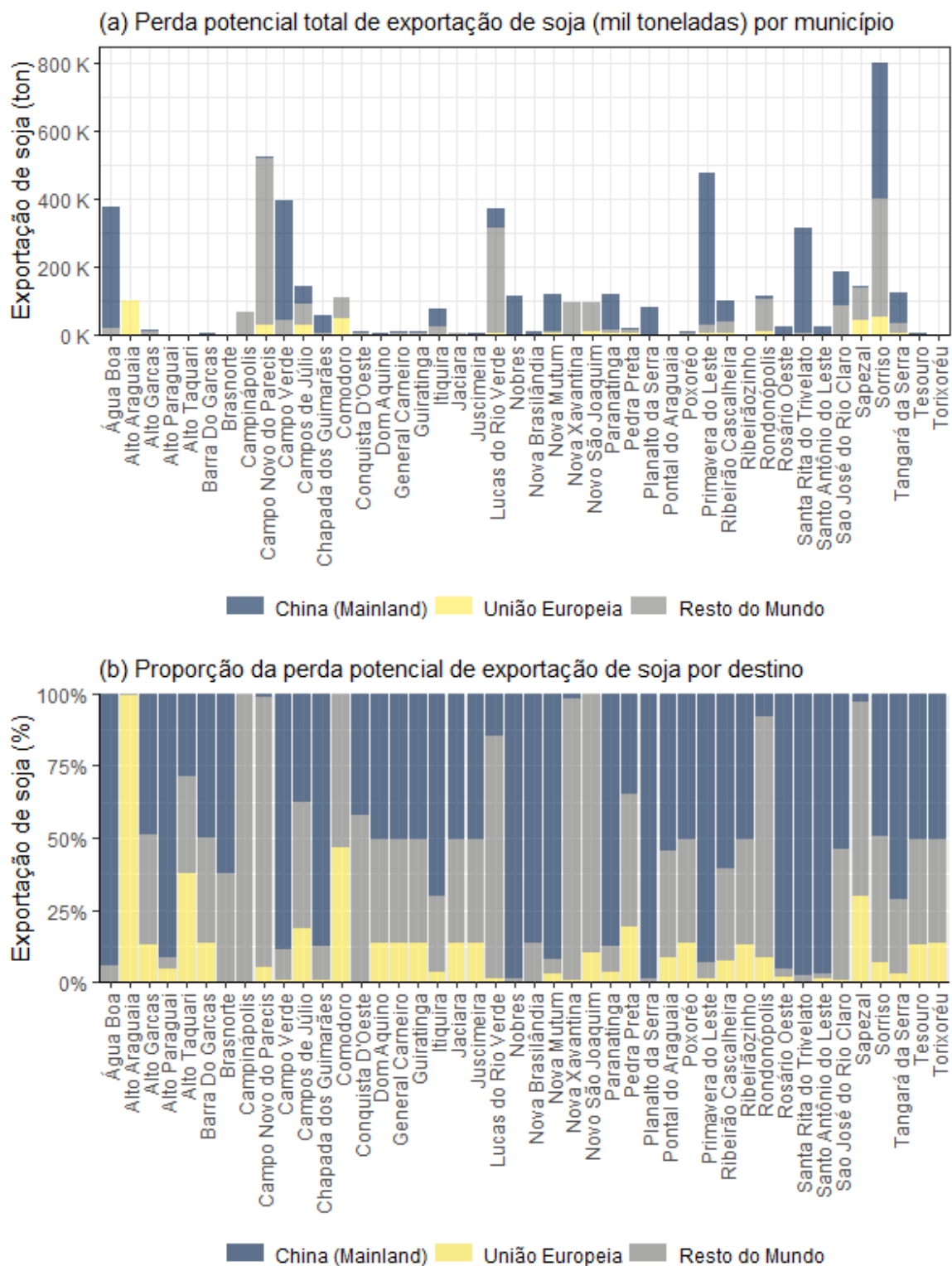
ZHAO, Hao et al. China's future food demand and its implications for trade and environment. **Nature Sustainability**, v. 4, n. 12, p. 1042-1051, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00784-6>.

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. 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>.

## APÊNDICE

Figura 2 - Perda potencial de soja por município e proporção por destino de exportação em 2020



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.