

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

EFEITOS DO DECRETO 10.833/21 SOBRE A PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS DE SOJA E MILHO NOS MUNICIPIOS DE MATO GROSSO

Cleiton Franco, Adriano Marcos Rodrigues Figueiredo

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7039>

Submetido em: 2023-09-20

Postado em: 2023-10-04 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

EFEITOS DO DECRETO 10.833/21 SOBRE A PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS DE SOJA E MILHO NOS MUNICÍPIOS DE MATO GROSSO

Cleiton Franco. Doutor.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). cleitonfranco@unemat.br.
<https://orcid.org/0000-0002-3468-8160>

Adriano Marcos Rodrigues Figueiredo. Doutor.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMS). adriano.figueiredo@ufms.br.
<https://orcid.org/0000-0002-3677-1291>

RESUMO

A liberação de agrotóxicos provocou aumento na comercialização, como também, a fiscalização por meio do controle realizado pelo governo de Mato Grosso. O consumo cada vez maior de agrotóxicos pode produzir um efeito positivo na produtividade e no rendimento das culturas de produção extensiva. Conhecer os efeitos da utilização dos agrotóxicos pode auxiliar produtores e governo na elaboração de políticas para o desenvolvimento da cadeia produtiva de soja e milho. O objetivo do trabalho é avaliar os efeitos da comercialização de agrotóxicos proporcionados pelo decreto 10.833/21 e a relação com produtividade das culturas de soja e milho em Mato Grosso. Para a realização dessa pesquisa, foram consultados dados de quantidade produzida, área plantada e colhida, valor da produção e rendimento kg/hectare disponibilizados pelo Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária - IMEA. As informações sobre registro de agrotóxicos foram obtidas por relatório de comércio do INDEA-MT. O estimador utilizado foi o modelo de diferenças em diferenças. Os resultados apresentados dão conta de que após a aprovação do decreto 10.833/21, de liberação de agrotóxicos, houve um aumento da produtividade média, ou seja, o rendimento em kg/hectare, considerando as duas culturas de soja e milho em 10.94% nos municípios que produzem ambas as culturas em Mato Grosso. Ao se considerar as estimações por sacas/hectare, o rendimento sobre para 17%. Isso demonstra que o decreto proporcionou uma maior comercialização e por consequência, uma maior aplicação de pesticidas, melhorando consideravelmente a produtividade das lavouras de soja e milho.

Palavras-chave: Agrotóxicos. commodities. Modelo de diferenças em diferenças. Mato Grosso

EFFECTS OF DECREE 10.833/21 ON THE PRODUCTIVITY OF SOYBEAN AND CORN CROPS IN THE MUNICIPALITIES OF MATO GROSSO

ABSTRACT

The release of pesticides caused an increase in sales, as well as inspection through control carried out by the government of Mato Grosso. The increasing consumption of pesticides can have a positive effect on the productivity and yield of extensively produced crops. Knowing the effects of using pesticides can help producers and governments in developing policies for the development of the soybean and corn production chain. The objective of the work is to evaluate the effects of the commercialization of pesticides provided by decree 10,833/21 and the relationship with the productivity of soybean and corn crops in Mato Grosso. To carry out this research, data on quantity produced, planted and harvested area, production value and yield kg/hectare were consulted, provided by the Matogrossense Institute of Agricultural Economics

- IMEA. Information on pesticide registration was obtained from the INDEA-MT trade report. The estimator used was the difference-in-differences model. The results presented show that after the approval of decree 10,833/21, releasing pesticides, there was an increase in average productivity, that is, the yield in kg/hectare, considering the two crops of soybean and corn by 10.94% in municipalities that produce both crops in Mato Grosso. When considering estimates per bag/hectare, the yield rises to 17%. This demonstrates that the decree provided greater commercialization and, consequently, greater application of pesticides, considerably improving the productivity of soybean and corn crops.

Keywords: Pesticides. commodities. Differences-in-differences model. Mato Grosso

1 INTRODUÇÃO

A lei brasileira dispõe de diretrizes referente a importação, exportação, produção, comercialização e uso de agrotóxicos. Existem projetos de lei que prevê a flexibilização das regras no que se refere aos agrotóxicos, ressaltando que nos últimos anos verificou-se um crescimento nos registros e na comercialização de agrotóxicos no Brasil. (MAPA 2021).

Tais **agrotóxicos (alguns preferem o termo agroquímicos)** têm se mostrado um fator importante na evolução da produtividade agrícola, pois reduzem as perdas por pragas e doenças que atacam as plantas, apesar de saber que o uso indevido de agrotóxicos é danoso ao meio ambiente e à saúde humana. A razão de seu uso é que os benefícios da preservação da produtividade agrícola superam os custos e os fatores externos negativos causados pelos agrotóxicos. Atualmente, o Brasil é um dos países que mais utilizam agrotóxicos no mundo o que destaca o uso crescente desse produto desde a década de 1970. Esse aumento no consumo de agrotóxicos no Brasil, juntamente com outros insumos, possibilitou a produtividade agrícola aumentasse.

Tem-se uma questão: quais os efeitos do decreto-lei 10.833/2021 de comercialização de agrotóxicos e sua relação com a produtividade das culturas de soja e milho no estado de Mato Grosso, no período 2019-22?

O agronegócio está fortemente vinculado à economia brasileira, e tem na agricultura o principal beneficiário do investimento público, incentivando a ampliação do mercado de novas tecnologias de monocultura. No entanto, a exploração deste setor tem sido seguida por crescentes preocupações com o impacto da agricultura e pecuária no meio ambiente. Principalmente na utilização de pesticidas e fertilizantes, emissões de gás metano, desmatamento e queima de plantas indígenas para expandir o agronegócio.

O uso de diferentes pesticidas dependerá das regulamentações em vigor em um determinado país. No Brasil, o controle do uso de agrotóxicos é realizado simultaneamente por três órgãos: Ministério da agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Serviço Nacional de

Vigilância Sanitária (ANVISA) e Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que estabelece diretrizes para o uso de agrotóxicos.

O consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), são consumidas anualmente cerca de 130 mil toneladas no país; representando um aumento no consumo de agrotóxicos de 700% nos últimos quarenta anos, enquanto a área agrícola aumentou 78% nesse período.

No dia 08 de outubro de 2021, o governo federal publicou no Diário Oficial da União o Decreto 10.833/2021, que simplifica os processos de pesquisa, análise e registro comercial de defensivos agrícolas para uso no Brasil. Apesar de tornar mais rápida e menos burocrática a análise de novos produtos, a legislação também endurece a fiscalização. O novo decreto inclui aditivos próprios para cultivos certificados como orgânicos, além de facilitar a produção de agrotóxicos genéricos.

A literatura acerca dos efeitos dos agrotóxicos pode ser verificada nos trabalhos a seguir. Veiga (2007) analisou a relação entre eficiência econômica e justiça socioambiental com a utilização de agrotóxicos, através da ideia maximização da eficiência econômica através de ganhos de produtividade. De forma complementar, avaliou o impacto de instrumentos regulatórios no controle da utilização e do manejo de agrotóxicos. Restrições na utilização de agrotóxicos em sistemas produtivos que dependam dessas matérias-primas para sustentar sua economia poderia ser bastante prejudicial. Quanto à necessidade de intervenção estatal para regular a utilização de agrotóxicos, este estudo concluiu que a questão não deveria ser sobre a necessidade ou não de legislação, mas sim como deve ser a forma dessa intervenção.

Lopes e Albuquerque (2018) realizou uma revisão sistemática no período de 2011 a 2017 acerca do tema em bases de dados científicos. Foram incluídos 116 estudos que demonstraram o impacto negativo para a saúde humana e ambiental. É essencial a realização de estudos sobre os efeitos da exposição crônica e simultânea a diversos agrotóxicos, além de estudos sobre os nexos de determinação estrutural do uso dos venenos e suas consequências. Percebe-se importante lacuna no que diz respeito ao desvelamento dos nexos dos processos atinentes aos níveis singular, particular e estrutural da realidade, na determinação da saúde e de doenças ligadas ao uso dos agrotóxicos. Analisar apenas os processos singulares e particulares de determinação da saúde é insuficiente para a ação efetiva de prevenção dos agravos e para a promoção da saúde.

Ogino (2021) objetivou analisar, em termos econométricos, o comportamento do consumo de agrotóxicos nestas três regiões e, especificamente para o Brasil, a relação entre o

consumo de agrotóxicos e a produtividade agrícola brasileira, considerando os anos de 1990 a 2016. As análises de cointegração de Johansen indicam ocorrer relações de longo prazo entre os consumos de agrotóxicos por hectare de lavouras entre o Brasil, EUA e União Europeia, bem como entre esse consumo de agrotóxicos e a produtividade das lavouras no Brasil. Quanto a essa última relação, as estimativas do modelo SVEC mostram, de modo geral, uma relação direta entre essas duas variáveis no caso brasileiro.

Meyer et al (2022) demonstrou a necessidade de uma segurança alimentar e da soberania alimentar. O direito à alimentação é fundamentado no Art. 6º da Constituição Federal Brasileira de 1988 estando em conflito com as liberações do uso de agrotóxicos no país. Houve um aumento significativo nas autorizações de uso dos agrotóxicos, apesar de já consolidadas as suas consequências nocivas ao meio ambiente. A Zona Livre de Agrotóxicos de Florianópolis reforça todo o arcabouço legal historicamente instituído no cerne da garantia do direito fundamental à alimentação. Embora o Estado tenha apresentado uma falta de coerência e demonstrado incongruências em suas políticas agrícolas, com aprovações de agrotóxicos e retrocessos socioambientais, bem como políticas autônomas e muitas vezes contraditórias, como liberando agrotóxicos, e por outro, falando em produção orgânica no país, essa iniciativa.

Da Silva Dantas (2021) pretendeu analisar as principais leis ambientais brasileiras, apontando sua interface com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, propostos pelas Nações Unidas, e seus objetivos. Importante lacuna no que diz respeito ao desvelamento dos nexos dos processos atinentes aos níveis singular, particular e estrutural da realidade, na determinação da saúde e de doenças ligadas ao uso dos agrotóxicos.

Waichman (2012) discutiu alguns entraves que precisam ser superados no intuito de contribuir para a construção de uma estratégia integrada de pesquisa que vai além da abordagem multidisciplinar acadêmica. Este novo paradigma implica no envolvimento de todos os atores sociais (indústria agroquímica, governo, produtores, trabalhadores rurais, pesquisadores, sociedade civil organizada) no entendimento da percepção que estes atores têm da problemática e na compreensão da racionalidade subjacente ao uso do agrotóxico no Brasil, incorporando múltiplas perspectivas no desenvolvimento de uma linguagem e de uma visão comum a todos. Assim, duas estratégias de incentivos econômicos, um negativo e um positivo, deveriam ser pensadas: a taxação destes insumos (princípio poluidor-pagador) e a implementação de subsídios para os produtores que utilizem manejo integrado de pragas e adotem práticas agroecológicas (princípio beneficiador-recebedor). Obviamente, ambas as estratégias estão permeadas de fragilidades pela resistência e pelas pressões contrárias da indústria em relação à sobretaxação e pela forma muito tímida com que o governo tem incentivado a agroecologia.

Pignati et al (2014) pretendeu em seu estudo, a estratégia da vigilância em saúde do trabalhador, população e ambiente, em que foram analisadas as quantidades, os tipos e a toxicidade de agrotóxicos usados por hectare nas lavouras mato-grossenses para servir de apoio às vigilâncias dos municípios brasileiros. Também, verificou-se, através de uma matriz de produção agropecuária e consumo de pesticidas, que alguns agravos à saúde estão correlacionados com as regiões mais produtoras. A partir dos dados de consumo de agrotóxicos, pela produção agrícola e da toxicidade desses defensivos agrícolas podem-se inferir seus agravos e danos nos municípios brasileiros e estabelecer estratégias de prevenção e de vigilância à saúde dos trabalhadores, do ambiente e das populações expostas.

As discussões a respeito da liberação, bem como a comercialização e utilização de agrotóxicos em larga escala pode provocar indagações e hipóteses quanto aos efeitos sobre a produtividade das culturas de soja e milho que utilizam em grande parte de seus custos variáveis pesticidas para a produção de estoques agrícolas. Diante da justificativa, o objetivo do presente trabalho consiste em analisar os efeitos da liberação e comercialização de agrotóxicos sobre as culturas de soja e milho no estado de Mato Grosso.

Para tanto, a próxima seção evidencia a base teórica do estudo e legislação pertinente, seguido dos procedimentos metodológicos e dos resultados. Por fim, as conclusões do estudo. Contribui-se para a literatura ao evidenciar a relação entre a comercialização de agrotóxicos e a produtividade de soja e milho no estado de Mato Grosso, com uma análise econométrica de dados em painel no período 2019-22 ao utilizar um modelo de diferenças em diferenças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O agrotóxico possui várias denominações: defensivo agrícola, pesticida, praguicida, biocida, entre outros. Estes nomes são utilizados de acordo com a imagem que se quer passar do produto. Segundo as Lei dos Agrotóxicos nº 7.802 de 11 de julho de 1989 junto aos decretos que a regulamentam – Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 e Decreto nº 5.981 de 06 de dezembro de 2006 determinam que agrotóxicos e afins são:

“os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados a uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação

danosa de seres vivos considerados nocivos, assim como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.” (BRASIL, 2006)

Na década de 1970, surgiu a modernização agrícola em escala global, que se deu através da incorporação do desenvolvimento tecnológico na produção, provocando a amplificação do cultivo agro econômico, logo, modificando a produtividade agrícola principalmente estruturas monocultoras e dependentes de agroquímicos. Atentando para o aumento do desenvolvimento econômico no setor agrícola nas últimas décadas, faz-se referência ao uso indiscriminado de agrotóxicos e recursos naturais, os quais geram impactos irreversíveis ao meio ambiente e a sociedade (WAICHMAN, 2012).

O consumo de agrotóxicos difere nas várias regiões do país, nas quais se misturam atividades agrícolas intensivas e tradicionais, e nestas últimas não incorporaram o uso intensivo de produtos químicos. Os agrotóxicos têm sido mais usados nas regiões Sudeste (cerca de 38%), Sul (31%) e Centro-Oeste (23%). Na região Norte o consumo de agrotóxicos é, comparativamente, muito pequeno (pouco mais de 1%), enquanto na região Nordeste (aproximadamente 6%) uma grande quantidade concentra-se, principalmente, nas áreas de agricultura irrigada. O consumo de agrotóxicos na região Centro-Oeste aumentou nas décadas de 70 e 80 devido à ocupação dos Cerrados e continua crescendo pelo aumento da área plantada de soja e algodão naquela região.

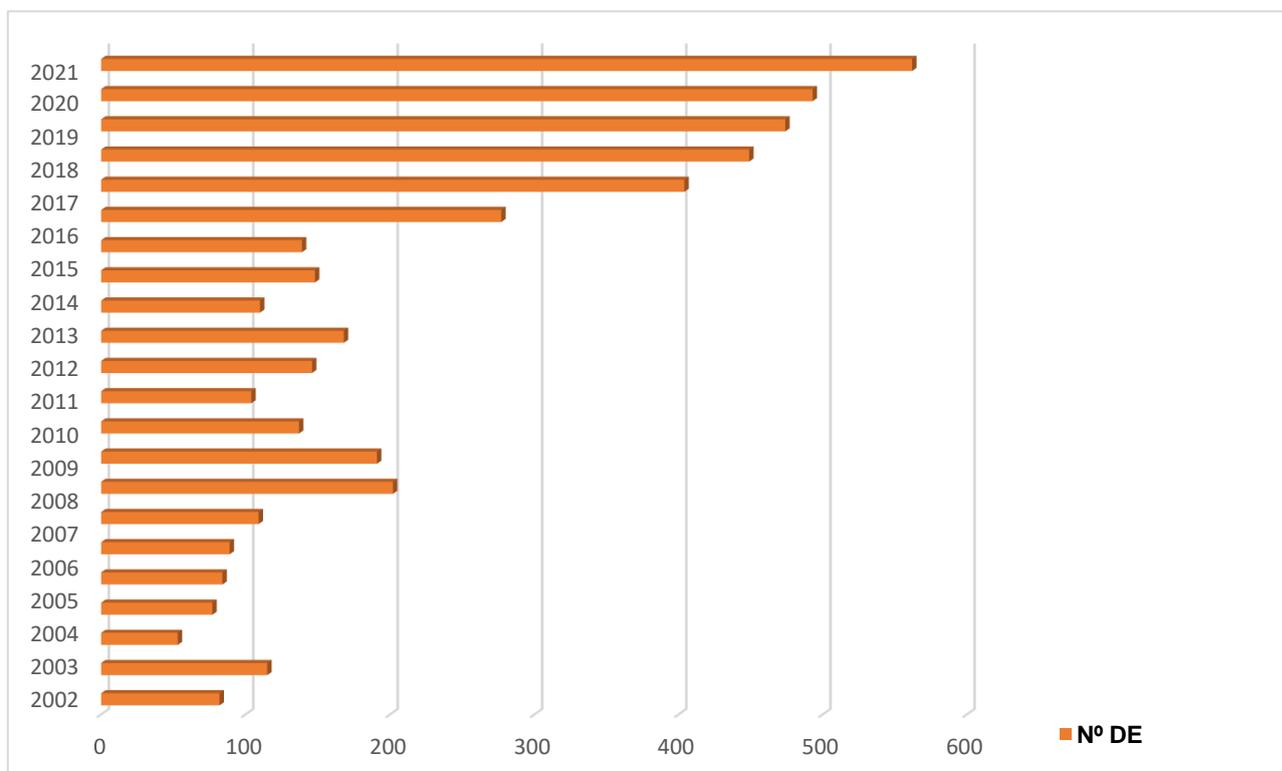
Os estados que mais se destacam quanto à utilização de agrotóxicos são: São Paulo (25%), Paraná (16%), Minas Gerais (12%), Rio Grande do Sul (12%), Mato Grosso (9%), Goiás (8%) e Mato Grosso do Sul (5%). Quanto ao consumo de agrotóxicos, por unidade de área cultivada, a média geral no Brasil passou de 0,8 kg i.a. ha⁻¹, em 1970, para 7,0 kg i.a. ha⁻¹, em 1998. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2021)

Registros de defensivos está em constante crescimento no Brasil. Desde 2020 até 2022 houve um aumento de 14%. As aprovações destes registros passaram a ser mais frequentes a partir de 2016. Se pode notar um aumento significativo de 200% nos registros de agrotóxicos desde 2016 até 2021. No ano de 2021 o Brasil quebrou o recorde com 562 agrotóxicos liberados, sendo 33 inéditos, maior número da série histórica iniciada nos anos 2000 pelo Ministério da Agricultura. (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2021)

Os registros de agrotóxicos ao longo dos últimos vinte e um anos no Brasil pode ser observado na Figura 1, nota-se que o aumento do registro vem ocorrendo desde 2016, no entanto, no ano de 2021, há predominância na quantidade de concessão de registros de

agrotóxicos.

Figura 1: Registros de Agrotóxicos no Brasil



Fonte: Ministério da Agricultura (2022)

2.1 O novo decreto nº 10.833 para defensivos agrícolas.

A legislação abrange questões sobre pesquisa, produção, embalagem, transporte, armazenamento, comercialização, importação, exportação, registro, classificação, controle e fiscalização de agrotóxicos, entre outros tópicos. A necessidade de harmonizar os critérios e diretrizes adotados por outros países, referências no quesito agrotóxicos e, com o intuito de também acompanhar o avanço do conhecimento científico, o decreto 10.833/2021 veio atender o propósito de aprimorar a legislação necessária do decreto 4.074/2002, e harmonizá-la internacionalmente. Para a realização da harmonização desses critérios e diretrizes, através do decreto 10.833/2021 foi implantando o do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, com a adoção desse sistema no nosso país, o Brasil entra em conformidade com diversos países, como por exemplo os da União Europeia.

A vantagem para a implementação do decreto 10.833/2021 foi a racionalização do trabalho de análise de registro de agrotóxicos, que, no Brasil, é realizado por três órgãos – Anvisa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e Instituto Brasileiro do

Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). A racionalização de trabalho desses órgãos tem como objetivo evitar o retrabalho entres os órgãos citados, estabelecendo assim competência específica para cada um deles, proporcionando maior efetividade no trabalho realizado.

O decreto também buscou estabelecer prazos que possam ser atendidos dentro do tempo estipulado, porém é um fato que irá enfrentar problemas em relação a analisar os pedidos de registro no prazo estabelecido, atualmente regulamentado em 120 dias. Esse prazo não é compatível com a complexidade e as especificidades inerentes ao processo, resultando em ações judiciais contra os órgãos responsáveis pelo registro de agrotóxicos no Brasil. Para fins comparativos, a Anvisa destaca alguns prazos médios praticados por outros países para finalização do registro: União Europeia – 4 anos; Japão – 3,3 anos; Estados Unidos – 2,6 anos; e, na América do Sul, Chile – 2,6 anos e Argentina – 1,7 ano.

Foi incluído, em conformidade com o inciso III do artigo 95 do [Decreto 4.074/2002](#), o conceito da avaliação de risco, abordagem internacionalmente reconhecida e adotada no processo de avaliação toxicológica para registro de agrotóxicos, como a [Lei 7.802/1989](#) vincula claramente a necessidade de atualização das análises realizadas aos procedimentos e avanços científicos internacionais, foi incluído, em conformidade com o inciso III do artigo 95 do [Decreto 4.074/2002](#), o conceito da avaliação de risco, abordagem internacionalmente reconhecida e adotada no processo de avaliação toxicológica para registro de agrotóxicos.

A avaliação de risco diante dos agrotóxicos foi definida como uma análise sistemática da possibilidade de efeitos colaterais resultantes da exposição humana a pesticidas, etc. O processo de avaliação inclui algumas fases de identificação do perigo, como avaliação da exposição ao produto e caracterização do risco decorrente dessa exposição.

Como já previsto na [Lei 7.802/1989](#) que a obriga a atualização técnica em sintonia com as descobertas mais recentes no campo científico, o decreto 10.833/2021 prevê que os procedimentos atualizados devem ter a avaliação de todos os aspectos relacionados ao agrotóxico, desde o conhecimento aprofundado de suas propriedades toxicológicas às formas de exposição que promovem potenciais riscos à saúde humana.

Outra parte que se manteve indispensável é a obrigatoriedade do treinamento dos aplicadores de agrotóxicos, na qual devem possuir uma certificação e cadastro para acompanhamento de sua atividade profissional, trazendo mais segurança e proteção a saúde dos produtores rural e os consumidores final. Portanto, o decreto de nº 10.833/2021 trouxe melhorias aos processos de trabalho dos órgãos envolvidos no registro de agrotóxicos no Brasil.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio de uma abordagem mista, ou seja, quali-quantitativa. Segundo Knechtel (2014), a modalidade de pesquisa quali-quantitativa “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)”. Utilizaremos o método quantitativo pois vamos nos basear em uma avaliação por dados numéricos quantificados e registrados em números apresentados de forma estatística, no intuito de avaliar e analisar de forma quantitativa a utilização do agrotóxico nas commodities no Brasil. Qualitativa pois através dos estudos literários vamos obter de dados descritivos em uma perspectiva crítica e interpretativa a fim de apresentar o sentido dos fatos e acontecimentos. Gil (1999) diz que a pesquisa qualitativa é subjetiva ao objeto de estudo, ergue-se sobre a dinâmica e abordagem do problema pesquisado e visa descrever e decodificar de forma interpretativa os componentes de um sistema complexo significados, sem se preocupar com a mensuração dos fenômenos, pois permeia a compreensão do contexto no qual ocorre o fenômeno.

A fim de conhecer as características estudadas dentro do contexto da utilização dos agrotóxicos no Brasil, a pesquisa terá como natureza descritiva. A pesquisa descritiva precisa que seu explorador conheça diversas informações sobre o que vai pesquisar pois vai identificar informações sobre um assunto já conhecido e assim o pesquisador consegue reunir e analisar informações sobre o estudo (SANTOS, 2010)

Para a construção do painel de dados, foram coletados dados anuais dos 141 municípios ao longo dos anos de 2019 a 2022, referentes as variáveis de área plantada, valor da produção, preços, produtividade por hectare, quantidade produzida e população, disponibilizados pelo Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária – IMEA. Foram utilizados também dados do Relatório anual de Comércio de Agrotóxicos consolidado do INDEA-MT. O estimador utilizado nesse trabalho é o modelo de diferenças-em-diferenças. De acordo BERTRAND, DUFLO e MULLAINATHAN (2004) consiste na técnica já utilizada desde a década de 1850 por John Snow, também conhecida como “estudo de controle antes e depois” em ciências sociais. A construção do modelo e das variáveis é descrito abaixo:

$$\log quant_prod_{it} = \beta_0 + \beta_1 D10833_{it} + \theta X_{it} + \lambda_{it} + \varepsilon_{it}$$

Onde $\log Quant_prod_{it}$ representa a variável dependente, ou o resultado de interesse correspondente ao logaritmo do número de quantidade de produzida de soja e milho no

município i , e ano (t). A variável de impacto $\beta_1 D10833_{it}$ consiste na variável de impacto que toma o valor igual 1 para os municípios e culturas de soja e milho, afetadas a partir da publicação do decreto 10.833/2021, e 0 caso contrário. θX_{it} é um grupo de covariáveis ou variáveis de controle descritos na seção dados. A λ_{it} representa efeito fixo de tempo e município. Finalmente, ε_{it} é um termo de erro.

O modelo de diferenças em diferenças representa o método mais adequado quanto utilizado em conjunto com estimador de efeitos fixos ou aleatórios. Para a definição da escolha do estimador foi utilizado o método de Hausman. Ainda, para garantir estatisticamente nossos resultados, aplicamos testes de resposta heterogênea para as diferentes culturas, juntamente com testes de resposta heterogênea por tipo de idhm, alto, médio e baixo.

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva das variáveis utilizadas para a estimação do modelo.

Tabela 1- Estatística descritiva das variáveis utilizadas para estimação do modelo

Variável	Obs.	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Área plantada	1,692	81.7691	140.5839	0	977
Produtividade kg/hectare	1,692	3,810356	2,199121	0	7,423
Produção toneladas	1,692	676.1619	441.5018	132	1486
Preços	1,692	9,142585	29.4808	0	172.25
Quantidade produzida	1,692	237811	397370.7	0	3190928
Produtividade sacas	1,692	63.53191	36.66341	0	124
Valor da Produção	1,692	7074.041	28902.68	0	246489.8
KgPa agrotóxicos população	1,692	208.8209	270.4758	0	837
municípios	1,692	31.53371	97.58787	1.525	946
Idhm	1,692	71	40.7142	1	141
	1,692	.6842908	.0381529	.538	.785

Fonte: IMEA-MT (2022) e Indea/MT (2022) e dados estimados na pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados principais das estimações ou efeitos da lei 10.833/21 de agrotóxicos sobre a produtividade das culturas de soja e milho nos municípios de Mato

Grosso. É possível observar que à medida que aumenta o volume de utilização de kg de agrotóxicos no período observado de 2019 até 2022, ocorre um efeito positivo e significativo no aumento da magnitude percentual na quantidade produzida das culturas de soja e milho agrupadas. Os resultados registraram um acréscimo no rendimento de 10% na produtividade em Kg/hectare, enquanto de forma semelhante, ocorre um aumento de 17% em sacas por hectare. Tal fato demonstra que o aumento da comercialização de agrotóxicos proporcionada pela lei 10.833/21 provocou um aumento generalizado na produtividade das lavouras de soja e milho.

Tabela 2

Efeitos do decreto 10.833/21 sobre a produtividade das culturas de soja e milho em Mato Grosso.

Variável	produtividade kg/ha	Produtividade em sacas
Lei 10833/21	0.1094***	0.1711***
Desvio padrão	(0.0310)	(0.0270)
Efeitos aleatórios	SIM	SIM
Covariáveis	SIM	SIM
N. Observações	1.692	1.692

Obs.: Erros Padrão estão entre parênteses. *** representa significância a $p < 1\%$; ** representa significância a $p < 5\%$; * representa significância a $p < 10\%$; os efeitos fixos são estimados por ano e municípios. As covariáveis utilizadas nas estimações são área/hectares, produção em toneladas, valor da produção, preços, kg de princípios ativos de agrotóxicos e população.

Fonte: Indea/MT (2022), e IMEA (2022) e dados estimados na pesquisa.

4.1 Testes de resposta heterogênea

As Tabelas 3 e 4 apresentam as estimações de testes de robustez por tipo de cultura. É possível observar que à medida que aumenta o volume de utilização de kg de agrotóxicos no período observado de 2019 até 2022, ocorre um efeito positivo e significativo no aumento da magnitude percentual na quantidade produzida das culturas de soja e milho, agora de forma separada, com resultado mais significativo para a cultura do milho (tabela 4). Os resultados registraram um acréscimo no rendimento de 10,9% na produtividade em Kg/hectare para a cultura da soja, enquanto de forma semelhante, ocorre um aumento de 22,6% em sacas por hectare.

Tabela 3

Efeitos do decreto 10.833/21 sobre a produtividade da cultura da soja em Mato Grosso.

Variável	produtividade kg/ha	Produtividade em sacas
Lei 10833/21	0.1090***	0.2264***
Desvio padrão	(0.168)	(0.540)
Efeitos aleatórios	SIM	SIM
Covariáveis	SIM	SIM
N. Observações	846	846

Obs.: Erros Padrão estão entre parênteses. *** representa significância a $p < 1\%$; ** representa significância a $p < 5\%$; * representa significância a $p < 10\%$; os efeitos fixos são estimados por ano e municípios. As covariáveis utilizadas nas estimações são área/hectares, valor da produção, preços, kg de princípios ativos de agrotóxicos e população.

Fonte: Indea/MT (2022), e IMEA (2022) e dados estimados na pesquisa.

De forma semelhante se observa na cultura do milho, porém numa escala maior, com aumento mais significativo, em que os resultados demonstram um acréscimo no rendimento de 17,8% na produtividade em Kg/hectare para a cultura do milho, enquanto no rendimento em sacas por hectare, ocorre um aumento de 43,76%. Com isso se conclui que os efeitos dos agrotóxicos é mais significativo em termos de aumento de rendimento para a cultura de segunda safra, ou cultura do milho.

Tabela 4

Efeitos do decreto 10.833/21 sobre a produtividade da cultura do milho em Mato Grosso.

Variável	produtividade kg/ha	Produtividade em sacas
Lei 10833/21	0.1787***	0.4376***
Desvio padrão	(0.026)	(0.0443)
Efeitos aleatórios	SIM	SIM
Covariáveis	SIM	SIM
N. Observações	846	846

Obs.: Erros Padrão estão entre parênteses. *** representa significância a $p < 1\%$; ** representa significância a $p < 5\%$; * representa significância a $p < 10\%$; os efeitos fixos são estimados por ano e municípios. As covariáveis utilizadas nas estimações são área/hectares, produção em toneladas, valor da produção, preços, kg de princípios ativos de agrotóxicos.

Fonte: Indea/MT (2022), e IMEA (2022) e dados estimados na pesquisa.

Na tabela 5 são estimados os resultados por nível de IDHm. Os resultados mais importantes ficam a cargo dos municípios que possuem nível médio de IDHm e que compõem a maioria das observações, com relação de aumento de produtividade de 13,33% para o período analisado.

Os municípios com alto nível de IDH possuem um relação de aumento na produtividade de 5,4% de produtividade.

Tabela 5

Efeitos do decreto 10.833/21 sobre a produtividade kg/há das culturas de soja e milho em Mato Grosso por nível de IDHm

Variável	IDHm Alto	IDHm Medio	IDHm baixo
Lei 10833/21	0.0541*	0.1333***	0.1158
Desvio padrão	(0.0324)	(0.0282)	(0.0872)
Efeitos aleatórios	SIM	SIM	SIM
Covariáveis	SIM	SIM	SIM
N. Observações	588	1,068	36

Obs.: Erros Padrão estão entre parênteses. *** representa significância a $p < 1\%$; ** representa significância a $p < 5\%$; * representa significância a $p < 10\%$; os efeitos fixos são estimados por ano e municípios. As covariáveis utilizadas nas estimações são área/hectares, produção em toneladas, valor da produção, preços, kg de princípios ativos de agrotóxicos.

Fonte: Indea/MT (2022), e IMEA (2022) e dados estimados na pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que para se produzir alimentos em larga escala, é indispensável o uso consciente dos agrotóxicos como uma ferramenta a mais para assegurar a proteção, contra baixas produtividades, ou perdas de culturas. Porém o controle químico só deve ser empregado após aplicação de todos os métodos de controles disponíveis, para se evitar problemas toxicológicos tanto para o homem quanto para o meio ambiente.

A relação entre a comercialização de agrotóxicos por área plantada no Brasil com a produtividade das lavouras brasileiras também mostra relação de equilíbrio de longo-prazo, conforme evidenciado pelos testes de cointegração. Uma vez que o uso de agrotóxicos permite a redução de perdas de produção agrícola causadas por pragas e doenças, o que permite à plantação expressar seu potencial produtivo, ou seja, alcançar sua produtividade potencial para o pacote tecnológico utilizado.

Este trabalho teve a pretensão de apresentar as estimações de efeitos da lei 10.833/21, de liberação de agrotóxicos, sobre a produtividade das culturas de soja e milho nos municípios produtores do estado de Mato Grosso durante o período do ano de 2019 ao ano de 2022, por meio de informações do IMEA-MT, juntamente com o relatório do INDEA-MT (Instituto de

Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso). Por meio do modelo de diferenças em diferenças com efeitos aleatórios, demonstrou-se estaticamente que o uso de agrotóxicos possibilita efeitos positivos na produtividade das culturas de soja e milho.

A hipótese do trabalho foi sustentada no argumento de que com a liberação e comercialização de pesticidas haveria como consequência aumento de produtividade e rentabilidade. Tal hipótese foi aceita e provada estatisticamente. Os resultados apresentados dão conta de que após a aprovação do decreto 10.833/21, de liberação de agrotóxicos, houve um aumento da produtividade média, ou seja, o rendimento em kg/hectare, considerando as duas culturas de soja e milho em 10.94% nos municípios que produzem ambas as culturas em Mato Grosso. Ao se considerar as estimações por sacas/hectare, esse rendimento sobre para 17%. Isso demonstra que o decreto proporcionou uma maior comercialização e por consequência, uma maior aplicação de pesticidas, melhorando consideravelmente a produtividade das lavouras de soja e milho.

Constatou-se que a justificativa do uso de agrotóxicos nas lavouras seria de aumento da produção e rentabilidade tornou-se relevante, pois de acordo com os resultados obtidos dos anos 2019 a 2022 para as culturas de soja e milho. Uma vez que o aumento do uso de agrotóxicos representou 54% nas duas culturas analisadas no período dos três anos, conclui-se que o aumento da utilização dos agrotóxicos possibilitou aumentos significativos nas safras tanto em quantidade produzida quanto em rendimento por hectare.

Isto posto, faz-se interessante para pesquisas futuras, a relação destes estudos com outros períodos do estado para que possa comparar a evolução da utilização dos defensivos agrícolas e assim analisar se sua produtividade continuou tendo aumento e se sua rentabilidade permaneceu em decréscimo ou obteve aumento.

6. Contribuição dos autores

Interpretação, concepção do modelo econométrico e redação do trabalho: autor 1., planejamento, análise e interpretação: autor 2; ambos os autores aprovaram a versão final encaminhada.

Cleiton Franco. Doutor.
Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). cleitonfranco@unemat.br.
<https://orcid.org/0000-0002-3468-8160>

Adriano Marcos Rodrigues Figueiredo. Doutor.
Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMS). adriano.figueiredo@ufms.br.
<https://orcid.org/0000-0002-3677-1291>

7. Conflito de Interesses

Não há conflito de interesses neste trabalho.

REFERÊNCIAS

[ANVISA. Agrotóxicos: confirma as informações da Anvisa sobre o Decreto 10.833.](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/agrotoxicos-confira-as-informacoes-da-anvisa-sobre-o-decreto-10.833) 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/agrotoxicos-confira-as-informacoes-da-anvisa-sobre-o-decreto-10.833>. Acesso em: 13.05.2022

Atreya, K., Sitaula, B. K., Johnsen, F. H., & Bajracharya, R. M. (2011). **Continuing issues in the limitations of pesticide use in developing countries.** *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 24(1), 49-62.

BRASIL. Decreto nº 10.833, de 8 de outubro de 2021. dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.833-de-7-de-outubro-de-2021-351524955>. Acesso em: 05.05.2022.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/decreto-4074-2002-decreto-dos-agrotoxicos/view>. Acesso em: 05.05.2022.

BRASIL. Decreto nº 5.981, de 6 de dezembro de 2006. Dá nova redação e inclui dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Brasília, DF, dez. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2006/Decreto/D5981.htm Acesso em: 05.05.2022.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/legislacao/arquivos-de-legislacao/lei-7802-1989-lei-dos-agrotoxicos/view>. Acesso em: 05.05.2022.

CANCER, Instituto Nacional de. **EXPOSIÇÃO NO TRABALHO E NO AMBIENTE: AGROTOXICO**. 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente>. Acesso em: 28 abr. 2022.

CONAB (comp.). **Safra de grãos supera pandemia e mantém alta produção com 251,8 milhões de toneladas: soja e milho devem impulsionar o bom resultado da safra 2019/20. Soja e milho devem impulsionar o bom resultado da safra 2019/20. 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/safra-de-graos-supera-pandemia-e-mantem-alta-producao-com-251-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CONAB. **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS: 7º levantamento - safra 2019/20. 7º Levantamento - Safra 2019/20. 2020**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=20>. Acesso em: 12 jun. 2022

DA SILVA DANTAS, Nadege; FONTGALLAND, Isabel Lausanne. **Análise das Leis Ambientais Brasileiras e sua Interface com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável-ODS**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e32010414248-e32010414248, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14248> .

FERREIRA, Marcelo. **Agrotóxicos: 17 pontos para compreender os perigos do novo decreto de Bolsonaro. 17 pontos para compreender os perigos do novo decreto de Bolsonaro. 2021**. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/10/17/agrotoxicos-17-pontos-para-compreender-os-perigos-do-novo-decreto-de-bolsonaro>. Acesso em: 20 abr. 2022

GIL, A. C. **Método e técnicas de pesquisa social**. São Paulo, SP: Atlas. 1999.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
THIOLLENT, Michel. *Metodologia de pesquisa - ação*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

G1, Paula Salati (ed.). **Após novo recorde, Brasil encerra 2021 com 562 agrotóxicos liberados, sendo 33 inéditos. 2022**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2022/01/18/apos-novo-recorde-brasil-encerra-2021-com-562-agrotoxicos-liberados-sendo-33-ineditos.ghtml>. Acesso em: 02 jun. 2022

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios** / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva

KNECHTEL, M. R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2014.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática**. *Saúde em debate*, v. 42, p. 518-534, 2018.

MAPA. **Decreto estabelece novas regras para o registro e pesquisa de agrotóxicos: medida traz mais segurança para aplicadores e incentivos à pesquisa científica. Medida traz mais segurança para aplicadores e incentivos à pesquisa científica. 2021**. Disponível

em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/decreto-estabelece-novas-regras-para-o-registro-e-pesquisa-de-agrotoxicos>. Acesso em: 15 jun. 2022.

MAZZUCATO, Mariana. Capitalism's Triple Crisis. Project Syndicate. 30 mar. 2020. Disponível em: <https://fpabramo.org.br/2020/04/07/mariana-mazzucato-crise-tripla-docapitalismo/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

MEYER, Juliana Patricia; ALBUQUERQUE, Letícia; BARBIERI, Isabele Bruna. **A zona livre de agrotóxicos em Florianópolis/SC: uma análise da Lei 10.628/2019 sob a perspectiva do direito à alimentação e da segurança alimentar**. Trabalho de Conclusão do curso de graduação em direito da UFSC – Univ. Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

OGINO, Cristiane Mitie; BACHA, Carlos José Caetano. **USOS DE AGROTÓXICOS NAS AGROPECUÁRIAS DO BRASIL, ESTADOS UNIDOS E UNIÃO EUROPEIA**. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 23, p. e1687-e1687, 2021.

SANCHÉZ, Clara. **O mundo pandemia e o pós-pandemia do agronegócio. 2021**. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/01/26/artigo-o-mundo-pandemia-e-o-pos-pandemia-do-agronegocio>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SANTOS, Carlos Jose Giudice. **Metodologia científica**. Disponível em: http://www.oficinadapesquisa.com.br/APOSTILAS/METODOL/_OF.INTRODUCAO.PDF. Acesso em: 15 jun, 2022.

SPADOTTO, Cláudio Aparecido; GOMES, Marco Antonio Ferreira. **Agrotóxicos no Brasil**. 2021. EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>. Acesso em: 06 nov. 2022.

VEIGA, Marcelo Motta. **Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, p. 145-152, 2007.

WAICHMAN, A.V. **A problemática do uso de agrotóxicos no Brasil: a necessidade de construção de uma visão compartilhada por todos os atores sociais**. *Rev. Bras. Saúde ocup.*, São Paulo, 37 (125): 17-50, 2012

WEB, Folha (org.). Agronegócio ajudou a segurar PIB durante a pandemia: no país, exportações do agronegócio cresceram 10% no primeiro semestre. No país, exportações do agronegócio cresceram 10% no primeiro semestre. 2020. Disponível em: <https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES/Capital/Agronegocio-ajudou-a-segurar-PIB-durante-a-pandemia/68086>. Acesso em: 12 jun. 2022

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.