

O PAPEL FUNDAMENTAL DOS AGROTÓXICOS PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: ESTUDO SOB O OLHAR DA INTERNET DAS COISAS E DE CASS SUNSTEIN

*THE FUNDAMENTAL ROLE OF PESTICIDES IN FOOD PRODUCTION: A STUDY
UNDER PERSPECTIVE OF INTERNET OF THINGS AND CASS SUNSTEIN*

*EL PAPEL FUNDAMENTAL DE LOS PLAGUICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS: UN ESTUDIO POR LA VISIÓN DEL INTERNET DE LAS COSAS Y
CASS SUNSTEIN*

Licença CC BY:

Artigo distribuído sob os termos Creative Commons, permite uso e distribuição irrestrita em qualquer meio desde que o autor credite a fonte original.



Larissa Milkiewicz ¹

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

<https://orcid.org/0000-0003-4755-0424>

Oksandro Gonçalves ²

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

<https://orcid.org/0000-0002-6873-5156>

RESUMO

Contextualização: Projeções da ONU apontam probabilidade de 80% de que a população mundial esteja entre 8,4 e 8,6 bilhões em 2030 e entre 9,4 e 10 bilhões em 2050. Nesse sentido, projeta-se que a produção de alimentos deverá crescer 60% para atender a demanda mundial, sendo que o agrotóxico, bem como a tecnologia, são ferramentas para garantir esta necessidade.

Objetivo: Analisar o uso e a regulação do agrotóxico no Brasil sob a perspectiva de Cass

¹ Doutora (bolsista CAPES) em Direito Econômico e Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Mestre (bolsista CAPES) em Direito pela PUCPR. Advogada. Orcid iD: 0000-0003-4755-0424. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0895292980871187>. E-mail: larissa_milkiewicz@hotmail.com.

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Direito (Mestrado/Doutorado) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Professor titular de Direito Comercial da Escola de Direito da PUCPR. Coordenador da Revista de Direito Empresarial. Pós-Doutor em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa (Bolsa CAPES). Doutor em Direito PUCSP. Mestre em Direito Econômico pela PUCPR. Advogado. Orcid iD: 0000-0002-6873-5156. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0048856866692022>.

Sunstein da aplicação do Princípio da Precaução e, por fim, o papel da Internet das Coisas na aplicação precisa do produto para a produção de alimentos.

Metodologia: Utiliza-se de método hipotético dedutivo por meio de levantamento bibliográfico, análise legislativa e documental. Além disso, vale-se de pesquisa empírica qualitativa para análise dos dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação quanto ao uso de agrotóxico e a produção anual do Brasil, China, Índia e Estados Unidos, países estes com as maiores produções de alimentos mundialmente.

Resultados: Conclui-se que deve ser considerada condicionante à dignidade humana a eficiência econômica, sem a qual as condições materiais para proporcionar dignidade à população ficam prejudicadas. Demonstrou-se que o Brasil não é o país com maior consumo de agrotóxicos e que o problema reside no uso incorreto, fator que acarreta danos à saúde humana e ao meio ambiente pelo não cumprimento das recomendações técnicas, e que a IoT pode funcionar como instrumento para otimizar a produção agrícola mediante uma aplicação precisa de agrotóxico na lavoura.

Palavras-chave: Agrotóxico; Produção de alimentos; Internet das Coisas; Princípio da Precaução; Registro de Agrotóxico.

ABSTRACT

Contextualization: UN projections point to an 80% probability that the world population will be between 8.4 and 8.6 billion in 2030 and between 9.4 and 10 billion in 2050. In this sense, it is projected that food production must grow 60% to supply the world demand, and pesticides, as well as technology, are tools to ensure this need.

Objective: To analyze the use and regulation of pesticides in Brazil from Cass Sunstein's perspective of the application of the Precautionary Principle and, finally, the role of the Internet of Things in the precise application of the product for the production of food.

Methodology: The hypothetical deductive method is used through a bibliographic survey, legislative and documental analysis. In addition, qualitative empirical research is used to analyze data from the Food and Agriculture Organization of the United Nations regarding the use of pesticides and the annual production of Brazil, China, India and the United States, countries that present the highest food production worldwide.

Results: It is concluded that economic efficiency should be considered a conditioning factor for human dignity, as its absence impair the material conditions to provide dignity to the population. It has been shown that Brazil is not the country with the highest consumption of pesticides and that the problem lies in incorrect use, a factor that causes damage to human health and the environment due to non-compliance with technical recommendations, and that IoT can work as an instrument to optimize agricultural production by means of a precise application of pesticides in the fields.

Keywords: Pesticide; Food production; Internet of Things; Precautionary Principle; Pesticide Register.

RESUMEN

Contextualización: Las proyecciones de la ONU apuntan a 80% de probabilidad de que la población mundial sea de entre 8.400 y 8.600 millones en 2030 y entre 9.400 y 10.000 millones en 2050. En este sentido, se proyecta que la producción de alimentos debe crecer 60% para satisfacer la demanda mundial, y los plaguicidas, así como la tecnología, son herramientas para garantizar esta necesidad.

Objetivo: Analizar el uso y la regulación de pesticidas en Brasil a través de la perspectiva de Cass Sunstein sobre la aplicación del Principio de Precaución y, finalmente, el papel del Internet de las Cosas en la aplicación precisa del producto para la producción de alimentos.

Metodología: Se utiliza un método hipotético deductivo a través de un levantamiento bibliográfico, análisis legislativo y documental. Además, se utiliza investigación empírica cualitativa para analizar datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación sobre el uso de pesticidas y la producción anual de Brasil, China, India y Estados Unidos, que son los países con mayor producción de alimentos mundial.

Resultados: Se concluye que la eficiencia económica debe ser considerada un factor condicionante de la dignidad humana, sin el cual se deterioran las condiciones materiales para dignificar a la población. Se ha demostrado que Brasil no es el país con mayor consumo de pesticidas y que el problema radica en el uso incorrecto, factor que causa daños a la salud humana y al medio ambiente por incumplimiento de las recomendaciones técnicas, y que el IoT puede funcionar como un instrumento para optimizar la producción agrícola mediante una aplicación precisa de pesticidas en los campos.

Palabras clave: Pesticida; Producción de alimentos; Internet de las Cosas; Principio de precaución; Registro de pesticidas.

INTRODUÇÃO

O agronegócio apresentou, entre 2015 e 2019, participação correspondente a 48,1% das exportações nacionais, o que demonstra sua importância para o PIB brasileiro. Ademais, o setor apresentou saldo comercial positivo e superior ao saldo comercial da economia brasileira como um todo, de acordo com o Ministério da Economia e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o que implica ser o grande responsável pelo superávit comercial. Dentre os elos que compõe o agronegócio, a produção de alimentos se destaca, estando o Brasil entre os quatro maiores produtores mundiais.

Nesse contexto, a utilização do agrotóxico abrange não só as necessidades da saúde pública, como o combate à dengue e à malária, mas também a proteção dos cultivos agrícolas contra pragas e doenças que possam comprometer a lavoura. Por meio de tecnologia preditiva, pode-se diagnosticar, com elevado nível de precisão, possíveis problemas na lavoura antes que se concretizem, e a Internet das Coisas (IoT) faz parte desta revolução.

No entanto, por se tratar de um tema que, em razão do uso incorreto, pode acarretar

danos à saúde e ao meio ambiente, da análise jurídica emerge o princípio da precaução como argumento para a regulação de atividade econômica que se utiliza deste produto.

Neste aspecto, este artigo tem como objetivo analisar o uso e a regulação do agrotóxico no Brasil, a perspectiva de Cass Sunstein sobre a aplicação do princípio da precaução e, por fim, o papel da internet das coisas (IoT) na aplicação precisa do produto químico para produção de alimentos na agricultura.

A partir da análise da regulação do registro do agrotóxico no Brasil, pode ser afirmado que o princípio da precaução na leitura de Cass Sunstein contribui para a produção de alimentos com aplicação de IoT?

Em relação à hipótese fixada para este trabalho, sim, pois Cass Sunstein discorre que o princípio da precaução não pode ser interpretado de modo a imobilizar as atividades econômicas, o que daria origem a outros riscos não previstos originalmente. Em adição, a partir da Lei do Agrotóxico o produto apenas é efetivamente registrado após aprovação na avaliação técnica pelos órgãos federais responsáveis pela saúde, meio ambiente e agricultura. Nesse sentido, a IoT pode contribuir por meio da aplicação precisa de agrotóxicos e do aumento da produção para o atendimento da demanda por alimentos projetada pela ONU.

Para tanto, utiliza-se de método dedutivo por meio de levantamento bibliográfico, análise legislativa e documental. Além disso, utiliza-se de pesquisa empírica qualitativa para analisar os dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) quanto ao uso de agrotóxico e a produtividade anual do Brasil, China, Índia e Estados Unidos, cuja seleção se justifica pelo fato de serem os quatro maiores produtores de alimentos mundialmente.

Por fim, foi fixado o lapso temporal de 5 anos, ou seja, de 2014 a 2018, tendo em vista que 2018 é o último ano com dados completos quanto ao uso de agrotóxicos disponibilizados pela FAO, tendo a pesquisa empírica sido realizada a partir do seu banco de dados em 02 de março de 2021.

A pesquisa foi estruturada em três seções. Primeiramente, inicia-se com o estudo da perspectiva de Cass Sunstein sobre o princípio da precaução. Em seguida, discorre-se sobre a regulação e o uso de agrotóxico no Brasil, apresentando a previsão legal para o procedimento de registro do produto seguido da análise dos dados da produção de alimentos e do uso de agrotóxico que foram coletados do banco de dados da FAO.

No terceiro item, discorre-se sobre a Internet das Coisas (IoT) e sua contribuição à produção de alimentos e ao uso preciso e adequado de agrotóxico. Por fim, é apresentada relevante pesquisa na qual se constata que fazendas classificadas como intensivas no uso de agrotóxicos foram mais eficientes na sua produção do que aquelas menos intensivas no uso do produto químico em razão do uso da tecnologia.

1. O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO NA VISÃO DE CASS SUNSTEIN

O princípio da precaução tem sua origem no Direito alemão, em 1980,³ sendo pela primeira vez citado no âmbito no Direito Internacional em 1982, estando sua definição

³ CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão Jurídica Ambiental**. 2 ed, rev e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 214.

prevista na Carta Mundial da Natureza, em que se sugere⁴ que devam ser evitadas atividades capazes de causar danos irreversíveis à natureza⁵. O princípio também se faz presente na “Convenção sobre a Diversidade Biológica (1992), na Convenção sobre Alterações Climáticas (1992), na Convenção de Paris para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste (1992), na Carta da Terra (1997), e na Conferência das Partes à Convenção sobre Diversidade Biológica (2000)”.⁶

O Princípio 15 da Declaração do Rio de 1992 é o mais utilizado no sentido normativo, e fixa que o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados quando houver ameaça de danos graves ou irreparáveis.⁷

Na perspectiva de Gabriel Wedy, o princípio da precaução está presente como um instrumento de tutela preventiva do meio ambiente e da saúde pública, mas é fortemente criticado por “paralisar a iniciativa privada e o Poder Público em suas ações de interesse social e econômico”.⁸

O princípio da precaução conta com diversas interpretações e é comumente utilizado como argumento à imposição de restrições às atividades econômicas, em razão da aversão à perda e da incerteza científica quanto aos riscos de natureza ambiental. A partir do Princípio 15, da ECO92, constata-se que o princípio da precaução levanta a ideia de que “in dubio pro natura”, ou seja, na falta de uma certeza científica deve prevalecer a precaução em detrimento da ação, ou seja, uma preferência pelo controle *ex ante* ao controle *ex post*.

A par dessa perspectiva brasileira, a pesquisa busca encontrar um paradigma diferente a partir do marco teórico definido pela crítica que Cass Sunstein,⁹⁻¹⁰ professor da Universidade de Harvard, formula em face do princípio da precaução. Afirma o autor que se deve levar em consideração, primeiramente, a relação entre os custos e benefícios e não usá-lo deliberadamente para justificar a negativa diante de uma tomada de decisão

⁴ “trata-se de normas com vistas a comportamentos futuros dos Estados, que não chegam a ter o *status* de normas jurídicas, mas que representariam uma obrigação moral dos Estados”. SILVA SOARES, Guido Fernando. **A proteção internacional do meio ambiente**. Barueri, SP: Manole, 2003, p. 92

⁵ “Activities which are likely to cause irreversible damage to nature shall be avoided;”. UNITED NATIONS. **World Charter for Nature**. 28 October 1982. Disponível em: https://www.dh-cii.eu/0_content/investigao/files_CRDTLA/convencoes_tratados_etc/carta_mundial_da_natureza_de_28_de_outubro_de_1982.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

⁶ CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão Jurídica Ambiental**. 2 ed, rev e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 214.

⁷ Princípio 15: Com a finalidade de proteger o meio ambiente, os Estados deverão aplicar amplamente o critério de precaução conforme suas capacidades. Quando houver perigo de dano grave ou irreversível, a falta de certeza científica absoluta não deverá ser utilizada como razão para que seja adiada a adoção de medidas eficazes em função dos custos para impedir a degradação ambiental. ZAPATER, Tiago C. Vaitekunas. **Princípio da prevenção e princípio da precaução**. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direitos Difusos e Coletivos. Nelson Nery Jr., Georges Abboud, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/356/edicao-1/principio-da-prevencao-e-principio-da-precaucao>. Acesso em: 02 mar. 2021.

⁸ WEDY, Gabriel. **O princípio constitucional da precaução**: como instrumento de tutela do meio ambiente e da saúde pública. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2017, p. 100.

⁹ SUNSTEIN, Cass. **Laws of Fear**: beyond the precautionary principle. New York: Cambridge Press, 2005.

¹⁰ SUNSTEIN, Cass. **Worst-Case Scenarios**. Cambridge: Harvard University Press, 2007

difícil, sob o argumento de que “*it is better to be safe than sorry*”.¹¹ Em outros termos, o princípio da precaução não é uma regra insuperável, mas que deve ser ponderada à luz de uma relação de utilidade entre os custos e benefícios envolvidos e que podem atingir, positiva ou negativamente, uma grande parcela da sociedade.

O princípio da precaução está presente na temática do agrotóxico pela possibilidade de danos ao meio ambiente e à saúde humana em virtude do uso incorreto deste produto. No caso do agrotóxico, estabelece-se uma espécie de dilema, pois o seu uso visa melhorar o desempenho das culturas que depois servirão para alimentar os contingentes populacionais. Todavia, de outro lado, esse mesmo agrotóxico pode ser um agente perigoso à saúde das pessoas, se utilizado de modo incorreto. Eis a razão pela qual é possível afirmar que este princípio parece, parte do tempo, ser uma forma de proteger os menos favorecidos contra riscos de doenças, acidentes e morte.¹²

Assim, embora seja invocado o princípio da precaução, os problemas envolvidos são diferentes, apesar da mesma causa-raiz, o agrotóxico. A primeira dimensão diz respeito ao impacto que o uso de agrotóxico pode causar à saúde das pessoas a partir do consumo dos alimentos produzidos, enquanto a segunda dimensão decorre dos danos à saúde causados pelo seu uso incorreto. Enquanto a primeira envolve um passo à frente, por envolver um conjunto indeterminado de pessoas que consumirá o produto, a segunda também envolve as pessoas que fizeram a aplicação do agrotóxico com reflexos sobre a sua própria saúde.

Assim, o “princípio da precaução não tem como finalidade imobilizar as atividades humanas. Não se trata da precaução que tudo impede ou que em tudo vê catástrofes ou males”.¹³ O propósito deste princípio é assegurar a sadia qualidade de vida das gerações presentes e futuras, bem como a continuidade da existência da natureza, mas sem impedir o avanço do desenvolvimento e da prosperidade do país. Como sintetiza Marcelo Buzaglo Dantas, “não se pode pretender que a aplicação do princípio em apreço tenha por escopo eliminar por completo os impactos ambientais causados pela atividade econômica”.¹⁴

A partir do conceito de precaução, Sunstein o categoriza em duas classes: forte e fraco. A versão fraca da precaução pode ser extraída do Princípio 15 da Declaração do Rio 92, que afirma que diante do risco de dano sério e irreversível, a falta de certeza científica não deve servir de base para a regulação. Para o autor, “as pessoas, em seu próprio dia a dia, tomam cuidados para evitar riscos cuja ocorrência não é certa: utilizam cinto de segurança, não andam à noite em áreas perigosas, etc.”¹⁵ De modo geral, o agrotóxico de per si é um agente capaz de risco de dano sério, todavia, esse risco está associado à manipulação incorreta, pois em caso de manipulação adequada a taxa de

¹¹ SUNSTEIN, Cass R., **Beyond the Precautionary Principle**. January 2003. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=307098> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.307098>

¹² SUNSTEIN, Cass R., **Beyond the Precautionary Principle**. January 2003. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=307098> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.307098>

¹³ MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 24. ed., rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2016. p. 88.

¹⁴ DANTAS, Marcelo Buzaglo. **Direito ambiental de conflitos: O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e os casos de colisão com outros direitos fundamentais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017. p. 97.

¹⁵ MONTEIRO, Isabella Pearce de Carvalho. Laws of Fear: beyond the precautionary principle. **Revista CEDOUA**. 2.2008. URI: <http://hdl.handle.net/10316.2/9347>. http://dx.doi.org/10.14195/2182-2387_22_5, p. 156.

risco tende a ser muito menor.

De outro lado, a versão forte da precaução perpassa a necessidade de demonstrar que o dano não irá ocorrer de forma alguma, o que, para o autor, é uma incoerência, tendo em vista a impossibilidade de produzir prova de risco zero. Novamente o problema está mais na manipulação do que no agrotóxico em si, entretanto, em razão da precaução tende-se a inverter a ordem de análise e partir da regra de que ele é danoso para o meio ambiente. Dessa forma, a regulação, por vezes, pode gerar riscos substitutos (*substitute risks*) domésticos ou internacionais, como, por exemplo, o aumento da dependência de combustíveis fósseis diante da proibição da geração de energia nuclear, sem que haja como contraponto o fomento para maior geração de energia renovável.

Argumentos de natureza distributiva podem ser utilizados para defender o uso transversal e indevido do conceito de precaução. Neste aspecto, destaca-se o caso do agrotóxico DDT, cuja utilização foi vedada sob a justificativa da precaução aos riscos à saúde e ao meio ambiente. De todo modo, esta eliminação é plausível, de acordo com Sunstein, para os países ricos, mas esta medida pode apresentar efeitos deletérios em países em que o DDT é a única forma acessível e barata para combater doenças que acometem a saúde pública, como por exemplo, a malária. Neste sentido, a análise da relação entre custo e benefício é necessária para dimensionar a precaução e para que este princípio não produza consequências distributivas perversas.¹⁶

Cass Sunstein, mesmo sendo um crítico ao princípio da precaução, reconhece a existência de diferença no risco catastrófico¹⁷, “admitindo, que, quando efeitos catastróficos são possíveis, faz sentido adotar precauções contra os piores cenários”.¹⁸ Aplicando este enfoque de análise à realidade brasileira, é válida a precaução tomada em relação a um desastre ambiental. Por exemplo, proibir em sede liminar a pesca na região afetada do Rio Doce para eliminar ou minimizar riscos à população decorrentes da carreação de sedimentos e de substâncias metálicas oriundas da barragem de Samarco, face à divergência de laudos conclusivos sobre a contaminação da fauna.¹⁹

Sem esgotar os pormenores da posição de Cass Sunstein, ressalta-se que a análise de custo e benefício para a gestão de riscos e o fato de que o princípio da precaução não pode imobilizar as atividades humanas, evidenciam, a priori, plausíveis, pois, na fase técnico-científica do registro do agrotóxico, exige-se pela Lei nº 7.802/1989, a realização de avaliações sobre eventuais danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Dessa forma, uma vez aprovado o uso de um determinado agrotóxico pelos órgãos reguladores é de se presumir que o princípio da precaução foi observado no momento antecedente à aprovação, eis que, certamente não haveria aprovação caso o órgão regulador chegasse à conclusão de que um determinado produto é danoso à saúde a um ponto considerado catastrófico. Ademais, nos casos de aprovação desses produtos são associadas comunicações a respeito de efeitos deletérios à saúde, com avisos gráficos e

¹⁶ SUNSTEIN, Cass. Para além do princípio da precaução. **Revista de Direito Administrativo**. Rio de Janeiro, v 259, p. 11-71, jan/abr 2012, p. 44.

¹⁷ SUNSTEIN, Cass. The Catastrophic Harm Precautionary Principle, p. 154. **Issues in Legal Scholarship**. 2007, Article 3.

¹⁸ CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão Jurídica Ambiental**. 2 ed, rev e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 222.

¹⁹ BRASIL. **Tribunal Regional Federal da 2ª Região**. AG 00021639620164020000/RJ – 0002163-96.2016.4.02.0000. Rel. Salete Macalóz, 6ª Turma Especializada. Julg. 17.10.2016.

nominais, bem como a determinação para um uso adequado que depende de um treinamento do agente responsável pela sua utilização.

Ademais, deve-se considerar como condicionante à dignidade humana a eficiência econômica, sem a qual as condições materiais para se proporcionar dignidade à população ficam prejudicadas. Por fim, ressalta-se que “a população mundial deverá crescer para quase 10 bilhões até 2050, impulsionando a demanda agrícola”²⁰, segundo a FAO, o que torna o tema ainda mais polêmico, porque a tendência é ocorrer um aumento do consumo de alimentos e, conseqüentemente, uma grande pressão sobre a produção de alimentos que pode demandar o uso de maiores quantidades de agrotóxicos.

2. A REGULAÇÃO DO AGROTÓXICO NO BRASIL

A partir da matriz constitucional do artigo 174, da Constituição Federal brasileira²¹, tem-se a figura do estado como agente normativo e regulador da atividade econômica, o que impacta sobre a regulação dos agrotóxicos no Brasil.

O termo agrotóxico foi criado em 1977 pelo professor Adilson Paschial e é utilizado desde então na legislação brasileira. A ciência que estuda este produto químico é a toxicologia e, portanto, há sinergia com o termo agrotóxico. Por outro lado, o termo *pesticide* (pesticida) é a nomenclatura utilizada no âmbito internacional.

A regulação do agrotóxico principia com a Lei Federal nº 7.802/1989 e o respectivo Decreto Regulamentar nº 4.074/2002. Nestas normas jurídicas, está estabelecido o regramento contemplando 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, a destinação final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização deste produto químico.

A definição de agrotóxico sob o ponto de vista legal está previsto no artigo 2º, inciso I: “produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e 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, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento”.²²

O agrotóxico só pode estar disponível, tanto para pesquisa quanto para uso comercial, após o registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

²⁰ Tradução livre: “The world’s population is expected to grow to almost 10 billion by 2050, boosting agricultural demand”. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The **Future of food and agriculture**. Trends and Challenges, Rome, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2021.

²¹ Art. 174. Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado. BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

²² BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial**, Brasília, 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

(MAPA). Este procedimento administrativo é suscetível de impugnação (Seção V do Decreto nº 4.074/2002), sendo vedado o registro de agrotóxicos, componentes e afins que, segundo o artigo 31: (a) não tenham métodos para desativação de seus componentes e que impeçam que os resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública; (b) não tenham antídotos ou tratamento no Brasil; (c) sejam teratogênicos; (d) sejam carcinogênicos; (e) sejam mutagênicos; (f) provoquem distúrbios hormonais; (g) que se revelem mais perigosos para o homem; (h) causem danos ao meio ambiente.²³

Da previsão legal regulamentar fica evidente o princípio da precaução, porque o processo de registro e liberação de uso de agrotóxicos leva em consideração diversos parâmetros que, se não observados, não dão direito ao registro e ao uso. Assim, o processo de registro de agrotóxicos no Brasil é uma forma de precaução à luz do que estabelece o princípio 15 da ECO92, porque a análise prévia, segundo as condicionantes do Decreto nº 4.074/2002, atende a finalidade de proteger o meio ambiente à luz de bases científicas e evidências. Veja-se que do total de oito condicionantes previstos no artigo 31 do decreto, dois se referem ao meio ambiente e seis à saúde. No caso do meio ambiente, envolve a possibilidade de “riscos” e de “danos”.

Esse mesmo diploma legal estabelece, em um processo de interação meio ambiente-saúde, que o registro a um novo agrotóxico “será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para o mesmo fim, segundo os parâmetros²⁴ fixados na regulamentação desta Lei” (§5º, art. 3º da Lei nº 7.802/1989). Portanto, o legislador trabalhou no campo da eficiência neste trecho, pois ao fixar que o novo produto tem como limite de toxicidade o produto já existente no mercado, ou menor que isso, está enfatizando que as empresas que produzem agrotóxicos devem ser mais eficientes, ou seja, buscar aperfeiçoar o estado da técnica existente para produzir um agrotóxico mais eficiente que os já existentes.

Em que pese a Lei nº 7.802/1989 não fixar prazo de validade do registro, conforme era previsto no Decreto nº 24.114/1934,²⁵ esta ausência de prazo para revalidá-lo não afasta a possibilidade de reavaliação de um produto químico a fim de que seu registro seja mantido, alterado, suspenso ou cancelado (art.13 do Decreto nº 4.074/2002).²⁶

Assim, diante da existência de “indícios da ocorrência de riscos que desaconselhem o uso de produtos registrados” ou quando “organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos desaconselharem uso”, o registro pode ser objeto de reavaliação administrativa que será analisada pelo MAPA, ANVISA e IBAMA (inciso VI do art. 2º do

²³ BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

²⁴ Parâmetros de aspectos técnicos do MAPA, ANVISA e IBAMA e os critérios que compõem a vedação de registro de determinados agrotóxicos no Brasil (§6º do art. 3º da Lei nº 7.802/1989).

²⁵ BRASIL. Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934. **Diário Oficial**, Brasília, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24114.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

²⁶ BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. 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, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

Decreto nº 4.074/2002).²⁷

O procedimento administrativo de registro conta com avaliações técnico-científicas dos órgãos federais (MAPA, IBAMA e ANVISA) competentes para conceder o registro. Neste cenário, a ANVISA emite o Informe de Avaliação Toxicológica (IAT); o MAPA, o Parecer de Eficiência e Praticidade (EPA); e o IBAMA disponibiliza a Avaliação de Potencial de Periculosidade Ambiental (APPA), e estes pareceres dos órgãos federais sugerirão pelo registro ou não do agrotóxico (inciso XLII do art. 1º do Decreto nº 4.074/2002).²⁸

Concedida a certificação do registro do produto no Brasil, ele passa a estar disponível para o comércio, se for um produto para esta finalidade. Da utilização deste produto emergem discussões sobre a quantidade usada pelos diferentes países, e isso se estende ao Brasil.

A estimativa do uso de agrotóxico deve ser aferida por método de análise que leve em consideração o consumo do agrotóxico em relação à extensão da área produtiva ou ao total de produção de alimentos, ou seja, é “fundamental analisar os riscos associados ao uso de agrotóxicos com base em estatísticas corretas, precisas e que permitem à população obter conclusões verdadeiras sobre o nível de segurança de nossos produtos e processos de produção agrícola”.²⁹

Assim, foram destacados dados quantitativos disponibilizados pela FAO sobre a produção de alimentos e o respectivo consumo de agrotóxico anual para os países com maior produção de alimentos no mundo, que são China, Índia, Brasil e Estados Unidos, razão pela qual adota-se essa delimitação no trabalho.

A partir da coleta³⁰ de dados do período de 2014 a 2018, considerando que 2018 é o último ano com dados disponíveis quanto ao uso de agrotóxicos no banco de dados da FAO, consultado para essa pesquisa em 03 de março de 2021, selecionou-se a produção agrícola de alimentos dos países e o respectivo uso de agrotóxicos nos mesmos períodos. O Gráfico 1 apresenta a relação do uso de agrotóxico (em quilogramas) e a produção de alimentos (em toneladas).

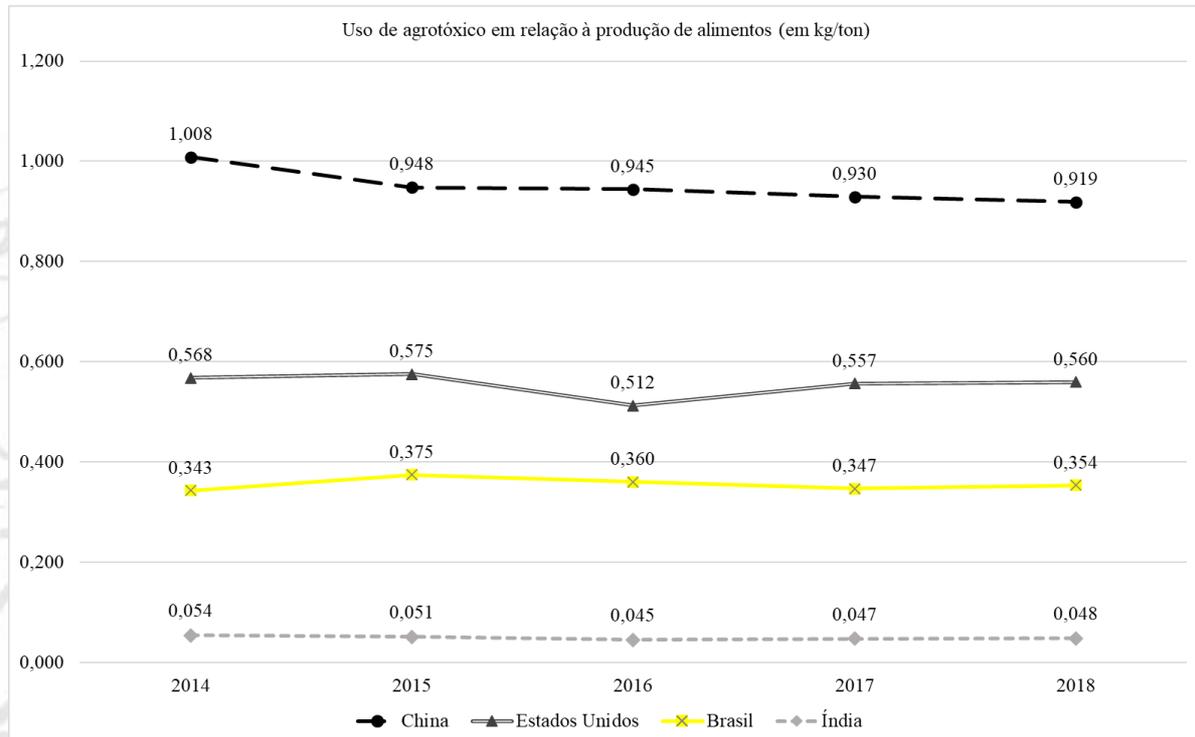
²⁷ BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

²⁸ BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

²⁹ CARBONARI, Caio Antonio; VELINI, Edilvaldo Domingues. Brasil: informando corretamente sobre o uso e os riscos dos agrotóxicos. ANTUNIASSI, Ulisses Rocha; BOLLER, Walter. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2ª ed. rev., ampl. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu, 2019. p. 373.

³⁰ Realizada em 02 de março de 2021.

Gráfico 1 - Uso de agrotóxico em relação à produção de alimentos (em kg/ton) de Brasil, China, Índia e EUA no período de 2014 a 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da FAO de produção e uso agrotóxico (2014 a 2018)³¹

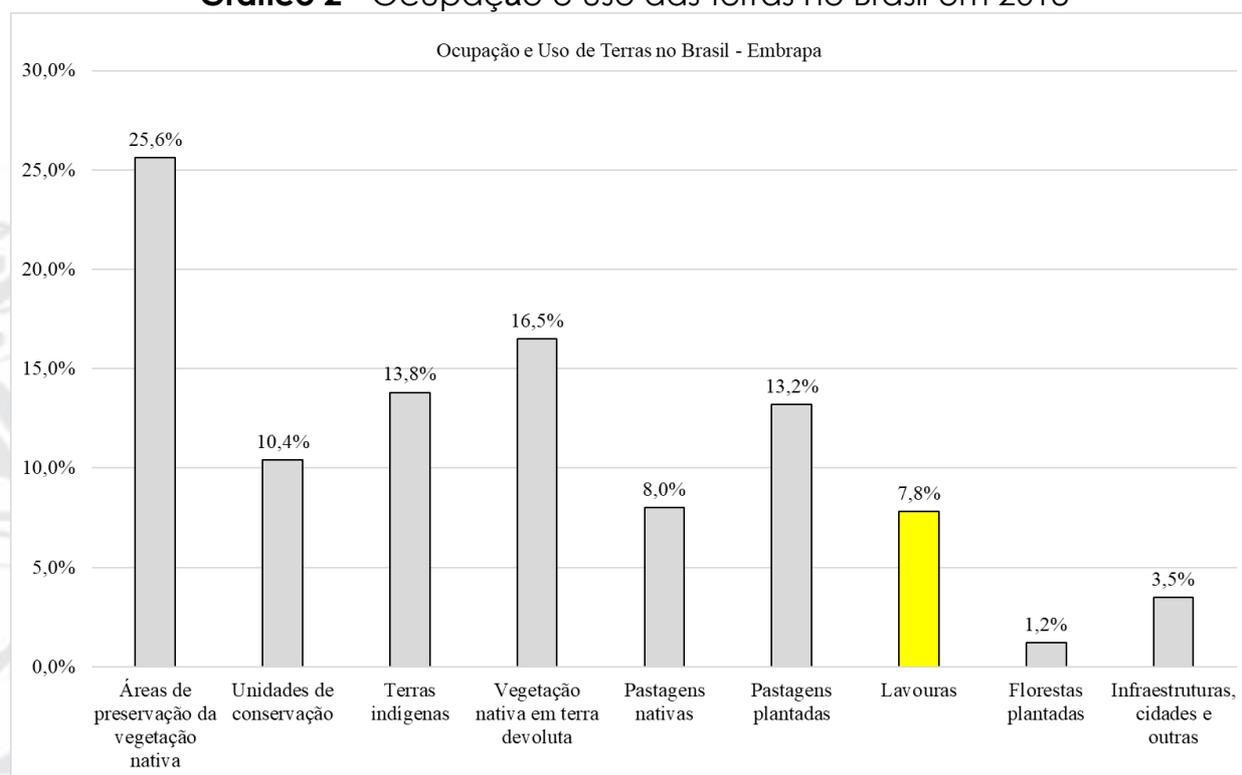
Considerando as informações contidas no Gráfico 1, é possível concluir que o consumo de agrotóxicos no Brasil é proporcionalmente inferior em comparação com a China e os Estados Unidos, embora supere a Índia neste quesito. Além disso, no período em análise, o uso de agrotóxicos no processo de produção de alimentos do Brasil manteve-se praticamente constante, sem variações crescentes, permanecendo abaixo de 0,4 kg de agrotóxico por tonelada de alimento produzido. Tais dados permitem verificar que, em termos proporcionais, a afirmativa de que o Brasil é o país com maior consumo de agrotóxicos é inválida.

Os agrotóxicos que compõem os dados da FAO, para ter o uso legal no Brasil, passaram pelas exigências da Lei de Agrotóxico³² e de seu decreto regulamentar. Ademais, de acordo com dados da EMBRAPA, a produção agrícola em 2018 ocorreu em 7,8% da extensão territorial do Brasil, cuja característica tropical do país possibilita até quatro safras anuais. Neste sentido, a ocupação e uso de terras no Brasil, de acordo com a EMBRAPA, está elencada no Gráfico 2 a seguir.

³¹ FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops and Pesticides Use**. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Accessed on: 02 mar. 2021.

³² Por exemplo, critérios para registro de novo agrotóxico, componentes e afins (§5º, art. 3º da Lei nº 7.802/1989); critérios para reavaliação de registro de agrotóxico (inciso VI do art. 2º do Decreto nº 4.074/2002); critérios de vedação de registro de agrotóxico (§6º do art. 3º da Lei nº 7.802/1989); critérios para os agrotóxicos possam ser vendidos (art. 7º da Lei nº 7.802/1989).

Gráfico 2 - Ocupação e uso das terras no Brasil em 2018



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da EMBRAPA. ³³

No Gráfico 2, demonstra-se que a plantação de todas as culturas³⁴ é realizada em apenas 7,8% da extensão nacional, sendo que, aproximadamente, 75,9% do Brasil é destinado a parques nacionais, estaduais e municipais, área de preservação permanente, reserva legal e terra indígena. Este fato permite inferir que a adoção de tecnologia à produção de alimentos pode potencializar ainda mais a capacidade do país de prover o abastecimento de alimentos ao mundo, ainda que com uma utilização de seu território inferior a 10%.

Outro tema que circunda o agrotóxico é a existência de intoxicação pelo uso desse produto químico. O “Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos” confeccionado pelo Ministério da Saúde³⁵ e datado de 2018 identificou que o trabalhador agrícola é a ocupação³⁶ que mais notifica por intoxicação e isso se

³³ EMBRAPA. **Síntese Ocupação e Uso das Terras no Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/sintese#:~:text=Elas%20protegem%2010%2C4%25%20do,24%2C2%25%20do%20Brasil>. Acesso em: 02 mar. 2021.

³⁴ São exemplos das principais culturas, não se limitando a estas: milho, soja, trigo, laranja, suco de laranja, carne de frango, carne bovina, carne suína, cana-de-açúcar, açúcar, algodão, farelo de soja, óleo de soja, leite in natura, feijão, arroz, batata inglesa, mandioca, fumo, café, cacau, uva, maçã, banana, manga, melão e mamão.

³⁵ MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** Brasília DF 2018, p. 55. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

³⁶ Ocupações analisadas do período de 2007-2015: Trabalhador agrícola e afins: 10.873 notificações; Estudante: 5.989 notificações; Dona de casa: 5.484 notificações; Ignorada: 1.834 notificações; Desempregado crônico ou cuja ocupação habitual não foi possível obter: 1.620 notificações;

deve à vulnerabilidade dos agricultores familiares. Estes trabalhadores, de acordo com o relatório, se contaminam “nos processos de descarte incorreto de embalagens vazias, na inadequação da destinação dos resíduos do processo produtivo”,³⁷ e em razão de os “rótulos e bulas de agrotóxicos muitas vezes apresentarem informações geralmente ininteligíveis sobre essas substâncias”.³⁸

Considerando as disposições da Lei de Agrotóxico, que fixa limites quanto aos produtos que podem ser registrados no Brasil; que fixa que o registro pode ser concedido a novo produto se a ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor em relação àqueles já registrados; e que o trâmite administrativo conta com avaliações técnico-científicas dos órgãos federais (MAPA, IBAMA e ANVISA), pontua-se que o cerne dos problemas advindos desta temática está no uso incorreto do agrotóxico e não num suposto excesso em quantidade.

Em outras palavras, sobre os danos ao meio ambiente e à saúde humana causados pelo agrotóxico, a maior parte das causas decorre do uso incorreto do agrotóxico que está relacionado, por exemplo, à falta de cumprimento da prescrição do receituário agrônomo; ao receituário agrônomo emitido sem a devida verificação *in loco* do profissional; à aplicação exagerada sob justificativa de alcançar o resultado químico mais rapidamente; à falta de conhecimento técnico do usuário acerca das consequências nefastas do uso irracional do produto químico; e à carência de orientação técnica ou assistência técnica para aplicação do produto pelo agricultor.³⁹

Assim, o problema não está na regulação propriamente dita, mas no processo de utilização do agrotóxico que requer preparo informacional do indivíduo que manuseia o produto químico no campo, seja compreendendo as recomendações do engenheiro agrônomo que prescreveu o produto; utilizando equipamento de proteção individual; ou realizando a leitura das recomendações contidas na bula do produto, por exemplo.

Considerando os aspectos regulatórios e o uso de agrotóxico no Brasil acima citados, passa-se a analisar a conexão entre produtividade de alimentos pela agricultura e a relação com a tecnologia.

Aposentado/pensionista: 1.567 notificações; Empregado doméstico: 1.076 notificações; Pedreiro: 860 notificações; Comerciante varejista/Vendedor de comércio varejista: 523 notificações; Servente de obras: 343 notificações. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** Brasília DF 2018, p. 56. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

³⁷ MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** Brasília DF 2018, p. 55. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

³⁸ MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** Brasília DF 2018, p. 55. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

³⁹ MILKIEWICZ, Larissa. **Tratamento Ambiental do Agrotóxico no Brasil Contemporâneo.** Curitiba: Editora Juruá, 2020. p. 125.

3. INTERNET DAS COISAS (IOT) E UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA PARA APLICAÇÃO PRECISA DE AGROTÓXICO

A tecnologia preditiva é capaz de diagnosticar, com elevado nível de precisão, possíveis problemas na lavoura antes que estes se materializem. Desse modo, através de sensores e mapeamento do solo e da lavoura, a tecnologia possibilita indicar, por exemplo, o local exato da lavoura que está sendo afetado por uma praga, viabilizando a aplicação de produto químico – agrotóxico – de maneira precisa sobre a área atingida.

Neste sentido, em um cenário de hiper conectividade que engloba diversas tecnologias (celulares, relógios com monitoramento de sinais vitais, localização global via GPS), a “IoT não é uma rede única de dispositivos conectados, mas sim um conjunto de diferentes tecnologias que podem ser colocadas para trabalhar em coordenação no serviço e para o benefício final das pessoas nas economias desenvolvidas e em desenvolvimento”.⁴⁰⁻⁴¹

A Internet das Coisas (IoT) é a terceira onda de desenvolvimento da indústria mundial da informação, depois do computador e da internet.⁴² A proposta envolve o emprego da tecnologia sensorial e da conectividade para auxiliar na tomada de decisão através dos dados coletados pela conexão de equipamentos.⁴³ Nesta lógica, a IoT se faz presente também no setor do agronegócio, em destaque à agricultura que se vale da internet para, de modo simultâneo, se conectar (Wi-fi, internet, GPS) às “coisas” (máquinas, celulares, sensores de pragas, tratores, robôs),⁴⁴ em prol da eficiência e da produtividade.⁴⁵

A IoT pode otimizar a produção agrícola em todos os processos, utilização de hardware (drones, maquinários agrícolas e sensores) para gestão da produção, mensuração precisa para aplicação de agrotóxico, auxílio para o melhor uso da água, energia e terra.⁴⁶

⁴⁰ “The Internet of Things is not a single, unified network of connected devices, but rather a set of different technologies which can be put to work in coordination together at the service and to the ultimate benefit of people in both developed and developing economies.” Garrity, John, **Harnessing the Internet of Things for Global Development** (March 26, 2015). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2588129> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2588129>.

⁴¹ Garrity, John, **Harnessing the Internet of Things for Global Development** (March 26, 2015). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2588129> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2588129>.

⁴² HAM, Shuqing; ZHANG, Jianhua; ZHU, Mengshuai; WU, Jianzhai; SHEN, Chen; KONG, Fantao. Analysis of the frontier technology of agricultural IoT and its predication research. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering** 231 (2017) 012072 doi:10.1088/1757-899X/231/1/012072.

⁴³ TORRES, Andrei B.B.; ROCHA, Atslands R. da; SILVA, Ticiania L. Coelho da; SOUZA, José N. de; GONDIM, Rubens S. Multilevel data fusion for the internet of things in smart agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture** 171 (2020) 105309, at DOI. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105309>.

⁴⁴ KADAM, Archana and Rajashekarappa, Internet of Things in Agriculture (January 14, 2019). **International Journal of Advanced Studies of Scientific Research**, Volume 3, Issue 8, 2018, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3315333>

⁴⁵ SEIXAS, Mario Alves; CONTINI, Elisio. **Internet das coisas (IoT): inovação para o agronegócio**. Brasília, DF: Secretaria de Inteligência e Macroestratégia, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192513/1/Internet-das-coisas-1.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

⁴⁶ Paul, Prantosh and Saavedra Marroquin, Melkyn and Aithal, P. S. and Sinha, Ripu Ranjan and Aremu, Prof Sir Bashiru, Agro Informatics Vis-à-Vis Internet of Things (IoT) Integration & Potentialities. An Analysis (August 30,

Na Índia, 60% a 70% da economia do país depende da agricultura e há grande necessidade de modernizar suas práticas agrícolas para uma melhor produtividade, em especial para melhor aproveitamento da água, face à escassez deste recurso. Para esta realidade, a IoT é utilizada como ferramenta para monitorar, através de sensores, a irrigação na agricultura com o propósito de promover a utilização precisa dos recursos hídricos.⁴⁷

Neste sentido, a Agricultura de Precisão (AP) – advinda do termo em inglês *precision agriculture*, que surgiu nos Estados Unidos em 1929⁴⁸ – pode ser destacada como sistema que se utiliza da Internet das Coisas (IoT) nos maquinários agrícolas para gerir a produtividade de acordo com as variáveis do campo (pestes, clima, tempo, umidade, plantação, topografia, condição do solo).

A Agricultura de Precisão (AP) é uma ferramenta gerencial da agricultura que também visa dimensionar o uso de agrotóxico na produção através do diagnóstico preciso da área que requer aplicação do produto químico, evitando, portanto, sobreposição de aplicação de agrotóxico.⁴⁹

Diante da tendência global de um mundo conectado, o governo brasileiro publicou o Decreto nº 9.854 de 25 de junho de 2019, e instituiu o Plano Nacional de Internet das Coisas, que dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas.⁵⁰

Posteriormente, em dezembro de 2020, foram aprovadas duas leis que visam fomentar a utilização de tecnologia na agricultura através da internet, sendo a (i) Lei nº 14.109 de 16 de dezembro de 2020⁵¹, que aprimora a destinação de recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST) com a finalidade de estimular a expansão, o uso e a melhoria da qualidade das redes e dos serviços de telecomunicações; e (ii) a Lei nº 14.108 de 16 de dezembro de 2020,⁵² que desonera, por cinco anos, taxas de dispositivos de conexão de máquina a máquina, estimulando o uso de sensores em prol da conectividade, via internet e em tempo real, entre máquinas.

Sobre esta perspectiva da tecnologia no campo, a Empresa Brasileira de Pesquisa (EMBRAPA), em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), realizaram consulta *on-line* de

2020). **Agro Economist - An International Journal**, 7(1), 13-20. ISSN: 2394-8159., Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3724421> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3724421>

⁴⁷ S, Velmurugan, An IOT Based Smart Irrigation System Using Soil Moisture and Weather Prediction (May 2, 2020). **International Journal of Engineering Research & Technology** (IJERT), Volume 8, Issue 07, 2020, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3597146>

⁴⁸ INAMASU, Ricardo Yassushi; NAIME, João de Mendonça; RESENDE, Álvaro Vilela de; BASSOI, Luis Henrique; BERNARDI, Alberto Carlos de Campos. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011.

⁴⁹ MILKIEWICZ, Larissa. **Tratamento Ambiental do Agrotóxico no Brasil Contemporâneo**. Curitiba: Juruá, 2020, p. 42.

⁵⁰ BRASIL. Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019. **Diário Oficial**, Brasília, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

⁵¹ BRASIL. Lei nº 14.109, de 16 de dezembro de 2020. **Diário Oficial**, Brasília, 2019. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Lei/L14109.htm. Acesso em: 28 fev. 2021.

⁵² BRASIL. Lei nº 14.109, de 16 de dezembro de 2020. **Diário Oficial**, Brasília, 2019. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Lei/L14108.htm. Acesso em: 28 fev. 2021.

abrangência nacional durante o período de 17 de abril a 2 de junho de 2020 e, a partir dos 870 formulários respondidos (586 agricultores e 284 empresas), foi concluído que “84% dos agricultores brasileiros já utilizam ao menos uma tecnologia digital como ferramenta de apoio na produção agrícola”.⁵³

Dentre as funções da tecnologia na agricultura, esta consulta demonstra que os produtores rurais brasileiros utilizam os recursos tecnológicos para: planejamento da propriedade rural; gestão; compra e venda de insumos; compra e venda de produção; mapeamento e planejamento do uso da terra; previsão do riscos climáticos; bem-estar ambiental; estimativa de produção e produtividade; controle de deficiência nutricional; controle de doenças; rastreabilidade de produtos agrícolas; controle de pragas; controle de falhas operacionais; e controle de área com déficit hídrico.⁵⁴

Contudo, esta pesquisa realizada em 2020 aponta que, dentre as dificuldades de acesso e uso da tecnologia na zona rural, a fraca infraestrutura de conectividade é o maior entrave da agricultura digital para 61% dos entrevistados.⁵⁵

É importante ressaltar, todavia, que o tamanho da amostra da pesquisa foi pequeno em relação ao universo total, considerando que, de acordo com o último Censo Agro de 2017,⁵⁶ há 15.105.125 produtores agrícolas no Brasil. Além disso, o “Plano de Estado – Brasil 2018 - 2030” pontua que há um grupo pequeno de produtores (12% dos produtores rurais) responsável pela maior parte da produção do país, e os demais, a maior parte do grupo, produz menos.⁵⁷ Em outras palavras, os produtores de lavoura de grande extensão são os maiores produtores, enquanto que os agricultores familiares são a maioria, mas com menor produção.

Embora no meio rural o termo Internet das Coisas (IoT) não seja empregado cotidianamente, esta tecnologia se faz presente através da conectividade do celular com o maquinário agrícola e de aplicativos de controle de produtividade, por exemplo. Em relação ao uso de agrotóxico na agricultura, objeto deste estudo, pode-se entender que a tecnologia preditiva no meio rural é benéfica para a produção de alimentos porque faz uso preciso de agrotóxico na lavoura, o que contribui para evitar o desperdício, potenciais contaminações ao meio ambiente ou sobre os indivíduos que o manuseia, além de ser um⁵⁸ fator de influência no crescimento produtivo.

⁵³ EMBRAPA. **Agricultura Digital no Brasil, tendências, desafios e oportunidade, resultados de pesquisa online**. Campinas, SP, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 04 mar. 2021.

⁵⁴ EMBRAPA. **Agricultura Digital no Brasil, tendências, desafios e oportunidade, resultados de pesquisa online**. Campinas, SP, 2020, p. 11. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 04 mar. 2021.

⁵⁵ EMBRAPA. **Agricultura Digital no Brasil, tendências, desafios e oportunidade, resultados de pesquisa online**. Campinas, SP, 2020, p. 20. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 04 mar. 2021.

⁵⁶ IBGE. **Censo Agro 2017**. Resultados definitivos. Produtores. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.html. Acesso em: 04 mar. 2021.

⁵⁷ CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Plano do Estado – Brasil 2050**, 2018, p. 95. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/credito-seguro-e-comercializacao/2018/08a-ro/plano-de-estado-brasil-2030.pdf/view>. Acesso em: 24 mar. 2021.

⁵⁸ Há outros fatores como, por exemplo, acesso à crédito rural.

Com base nos Censos⁵⁹ Agropecuários de 1995-1996, 2006 e 2017, únicos realizados até então no Brasil, “a tecnologia explicou a maior⁶⁰ parte do crescimento, 50,6%, 56,8% e 60,6%, respectivamente, nos anos 1995-1996, 2006 e 2017”⁶¹ do crescimento do Valor Bruto da Produção (VBP).

Neste ponto, verifica-se que a tecnologia no campo é uma realidade de acordo com os Censos Agropecuários (1995-1996, 2006 e 2017), mas requer avanços de infraestrutura para possibilitar maior conectividade das propriedades rurais de norte a sul do país. Por outro lado, faz-se necessário o aumento do nível da escolaridade dos produtores rurais para promover maior segurança no processo de produção de alimentos, pois a “capacidade de compreender e decodificar informações por parte dos agricultores se mostra muito aquém, visto que cerca de um quarto dos dirigentes não sabiam ler e escrever”, de acordo com análise de dados dos anos de 2006 a 2017 coletados pelo Censo Agropecuário.⁶²

Assim, considerando a conclusão anterior (item 2), o problema não reside tão somente na quantidade, mas no uso incorreto de agrotóxicos, o que em parte se justifica pela necessidade de assistência técnica que oriente a prescrição devida do produto, da utilização de equipamento de proteção individual para aplicação, da leitura da bula, e do cumprimento de receituário agrônomo, fatores que se associam à baixa escolaridade de uma grande parcela de produtores rurais.

Essas duas variáveis podem explicar boa parte dos casos de contaminação e prejuízo à saúde pelo uso de agrotóxicos, mas também explica boa parte dos casos de danos ao meio ambiente, em razão do uso incorreto do produto.

4. EFICIÊNCIA TÉCNICA E O USO DE AGROTÓXICO

Em comemoração aos 100 anos do Censo Agropecuário do Brasil, foi publicada a obra intitulada “Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário”,⁶³ de iniciativa da fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), da qual se destaca a constatação de que, no ano de 2017, as propriedades rurais classificadas como intensivas no uso de

⁵⁹ “A data de referência do Censo Agropecuário 2017 foi o dia 30 de setembro de 2017. [...] adotou-se o intervalo de 1º de outubro de 2016 a 30 de setembro de 2017. No Censo Agropecuário 2006, o período de referência foi o ano de 2006: de 1º de janeiro a 31 de dezembro daquele ano, e a data de referência, o dia 31 de dezembro de 2006. Em sua edição anterior (Censo Agropecuário 1995/1996), período e data de referência foram, respectivamente, de 1º de agosto de 1995 a 31 de julho de 1996, e 31 de dezembro de 1995.” SIDRA. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 24 mar. 2021.

⁶⁰ Atividade econômica de cultivo da terra e de criação de animais.

⁶¹ VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia; RONSOM, Sílvia. Inovação e Expansão Agropecuária Brasileira, p. 127. In: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁶² VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia; RONSOM, Sílvia. Inovação e Expansão Agropecuária Brasileira, p. 127. In: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁶³ VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

agrotóxicos, localizadas em todas as regiões do país exceto no Norte,⁶⁴ apresentaram maior eficiência na produção de alimentos em comparação àquelas menos intensivas no uso desse produto químico.

Dessa obra, a pesquisa intitulada "Impactos do Uso de Agrotóxicos sobre a Eficiência Técnica na Agricultura Brasileira" recebe destaque neste estudo, tendo em vista que a pesquisa empírica realizada pelos autores concluiu um aspecto pouco discutido na literatura jurídica e que "pode auxiliar os *policy makers* a identificar as regiões mais e menos eficientes e orientar as políticas de desenvolvimento rural adequadas para aquelas regiões mais deficitárias em termos de eficiência".⁶⁵

A conclusão de que fazendas classificadas como intensivas no uso de agrotóxicos foram mais eficientes na sua produção de que aquelas menos intensivas no uso do produto químico advieram da aferição de que:

os níveis de escolaridade dos intensivos, no geral, são mais altos do que os dos não intensivos; recebimento de financiamentos e de recursos de programas sociais do governo também é maior nas fazendas representativas intensivas em agrotóxicos; fazendas representativas intensivas em agrotóxicos possuem mais que o dobro do VBP⁶⁶, em média, quando comparados com as fazendas não intensivas.⁶⁷

Esta pesquisa demonstra a relação da eficiência técnica do agrotóxico com a produtividade na agricultura, sem que se possa verificar a ocorrência do uso exagerado do produto químico. Um dos aspectos conclusivos do estudo destacado é demonstrar a relevância das assistências⁶⁸ técnicas e das orientações sobre o uso de agrotóxico, a fim de evitar o uso incorreto por meio de informações sobre, por exemplo, manuseio; precaução quanto à aplicação em diferentes tempos meteorológicos; importância do uso de equipamento de proteção individual (EPI); consequências nefastas diante de

⁶⁴ "Esse resultado é consistente, no sentido de que na região Norte não há predominância de áreas plantadas com lavouras permanentes e temporárias, mas sim com pastagens naturais,

principalmente nos estados do Pará e Tocantins, estados onde a pecuária extensiva vem sendo cada vez mais desenvolvida, sendo o uso de agrotóxicos em pastagens considerado moderado, resultado esse já confirmado pela análise descritiva apresentada na tabela 2." REYNA, Edi Flores; BRAGA, Marcelo José; MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira, p. 185. VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁶⁵ REYNA, Edi Flores; BRAGA, Marcelo José; MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira, p. 174. VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁶⁶ Valor Bruto da Produção

⁶⁷ REYNA, Edi Flores; BRAGA, Marcelo José; MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira, p. 182. VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁶⁸ A assistência técnica, em particular aquela desenvolvida pelas cooperativas agropecuárias, é executada por engenheiros agrônomos, médicos veterinários e técnicos a fim de orientar e informar os cooperados sobre os aspectos técnicos elementares à prática da atividade agropecuária, bem como por meio de palestras com orientações sobre os cuidados para uso do agrotóxico e as cautelas necessárias para garantia da saúde humana e do meio ambiente ecologicamente equilibrado, em especial aos agricultores-cooperados que o manuseiam diariamente.

reaplicações sem prescrição do profissional; e possibilidade de contaminação de lençol freático ou nascente de água pelo uso incorreto.

Em síntese, a tecnologia, a escolaridade e a assistência técnica são elementos que compõem o desenvolvimento da agricultura em prol da produção mais eficiente de alimentos. Quanto menor o conhecimento e nível informacional acerca do manuseio de pacotes tecnológicos disponíveis na agricultura e menor o acesso às assistências técnicas, “menor será o retorno obtido pelo uso de novos conhecimentos no processo de produção” e isso se estende ao uso cada vez mais preciso de agrotóxico na produção de alimentos.⁶⁹

Direcionando a temática deste artigo para a perspectiva constitucional, convém pontuar que a Constituição Federal de 1988 é pioneira ao dedicar um capítulo para o meio ambiente, em que reconhece, no art. 225, que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.⁷⁰

O artigo acima destacado atribui a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, garantindo-o às presentes e futuras gerações. Este direito é individual (direito subjetivo) cujo objeto é indivisível, ou seja, a satisfação deste direito para uma pessoa beneficia também a coletividade.

A partir desta previsão constitucional sobre o meio ambiente, é possível destacar a relação do meio ambiente com a atividade econômica.

A Ecologia compreende que a natureza⁷¹ não é estática (imutável) e por este motivo, pode proporcionar “respostas eficientes, adaptativas, aos fatores intrínsecos ou extrínsecos que provoquem interferências ou alterações. A natureza é um estado de equilíbrio, mantido por fluxos de informações e, como tal, capaz de – sem se diminuir – moldar-se a inúmeras situações”.⁷²

As constantes mutações no substrato físico em que o ecossistema chamado natureza se encontra fixado, a exemplo dos movimentos tectônicos que provocam deslocamento dos continentes, é um dos exemplos porque a natureza não pode ser dotada de equilíbrio.⁷³

Neste sentido, Daniel Botkin sustenta que, no decorrer dos últimos 30 anos, a revolução científica das ciências ambientais permite concluir que a natureza tem como característica a mudança, não a constância, e que é preciso se afastar do mito do

⁶⁹ VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia; RONSOM, Sílvia. Inovação e Expansão Agropecuária Brasileira, p. 127. In: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

⁷⁰ BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

⁷¹ Natureza é apresentado no sentido holístico com a finalidade de apresentar uma analogia com o conceito legal (art. 3º, inciso I, da PNMA) de meio ambiente.

⁷² BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Editoria Blücher, 1989. p. 123.

⁷³ BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Editoria Blücher, 1989. p. 124.

equilíbrio da natureza.⁷⁴

A perspectiva de Botkin apresentada nesta pesquisa não pretende afirmar que o agrotóxico possa ser usado sem critério sob a justificativa de que a natureza é capaz de promover seu reequilíbrio, pelo contrário, as atividades econômicas podem usufruir dentro dos limites legais⁷⁵ do meio ambiente para o seu desenvolvimento. A agricultura se vale dos recursos naturais para a plantação de alimentos, mas deve o produtor rural resguardar a área de reserva legal, a preservação das nascentes de água e aplicar o agrotóxico de acordo com a prescrição técnica, inclusive observando as condições climáticas no momento da aplicação para evitar a deriva do produto, por exemplo.

O bem ambiental protegido pela Constituição Federal Brasileira (art. 225, *caput*) é o equilíbrio ecológico do meio ambiente, em seu estado de equilíbrio, dinâmico, o que possibilita dar continuidade à vida.⁷⁶ Não se veda que atividades econômicas se utilizem de recursos naturais, mas se exige que sejam atendidas as exigências previstas nas legislações ambientais que regulam os *microbens* ambientais (fauna, flora, água, solo etc.).

De outro lado, a natureza foi convertida, de certo modo, em recurso à produção de capital e o problema ambiental emerge nas últimas décadas do século XX, pois o sistema econômico capitalista precisa de limitações ao crescimento econômico, segundo Enrique Leff.⁷⁷

Na mesma linha de raciocínio de Leff, Carlos Frederico Marés de Souza Filho entende que a crise ambiental releva as mazelas da modernidade contra a natureza, já que o ser humano criou o seu ambiente e expulsou a natureza dele. A crise ambiental manifesta a sua presença na vida de toda a sociedade através de enchentes, secas, furacões, trânsito urbano, pandemias gripais, extinção de espécies e paisagens, mudança no clima e lixo acumulado⁷⁸.

Esta crise é também denominada como socioambiental, em especial na América Latina, pois se entende que o ser humano está dissociado do meio ambiente⁷⁹. Esta definição socioambiental da crise se conecta com a posição do Papa Francisco

⁷⁴ BOTKIN, Daniel. Adjusting law to nature's discordant harmonies. **Duke Environmental Law & Policy Forum**, v. 7, p. 25-27, 1996.

⁷⁵ Lei de Agrotóxico, Código Florestal, Política Nacional do Meio Ambiente, por exemplo.

⁷⁶ "O paradigma do equilíbrio é uma das ideias mais antigas e dominantes na ecologia e foi fundamental no desenvolvimento do conceito de ecossistema. Porém, a partir dos anos 70, assistiu-se a emergência de conceitos-chaves trazidas por teorias do não-equilíbrio que foram baseadas sobre propriedades de sistemas não lineares especialmente aqueles dominados por alto nível de variabilidade temporal e espaciais. Tal desenvolvimento recusa a ideia de um ponto estável de equilíbrio e de um estado de clímax dos sistemas ecológicos" VIGLIO, José Eduardo. **O conceito de ecossistema, a ideia de equilíbrio e os movimentos ambientalista**s. Programa de pós-graduação Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade, UNICAMP, 2008. p. 14. Disponível em: https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/arch/AS002_2008/ensaios%20finais/ensaio%2011%20viglio.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

⁷⁷ LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lucia Mathilde Endlich Orth. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2015, p. 22.

⁷⁸ SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés. De como a natureza foi expulsa da modernidade. **Revista Crítica do Direito**, v. 66, n. 5, p. 88-106, ago./dez., 2015, p. 90.

⁷⁹ KALIL, Ana Paula Maciel Costa; FERREIRA, Helene Sivini. A Dimensão Socioambiental do Estado de Direito. **Revista Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 28, p. 329-359, jan./abr. 2017. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1010>>. Acesso em: 24 de mar. 2021.

publicado em 2015 que, na encíclica papal, afirma que as soluções da crise devem ser integradas, levando em consideração as alterações dos sistemas naturais e sociais a fim de cuidar da natureza. Isso se justifica pelo fato de que “[...] não há duas crises separadas: uma ambiental e outra social; mas uma única e complexa crise socioambiental”.⁸⁰

Essa visão socioambiental integra o ser humano e a natureza com a finalidade de fazerem parte de um todo, de modo integrado, ou seja, em uma relação de interdependência. É importante ter a representação dos menos favorecidos, grupos vulneráveis, para que seus direitos sejam resguardados perante a sociedade e a natureza respeitada, não utilizada como recurso à produção de capital.

Considerando as posições doutrinárias acima destacadas, conclui-se que não há vedação para o desenvolvimento de atividades econômicas e que há limites, regras ambientais para serem cumpridas para o referido desenvolvimento.

Embora sejam louváveis as manifestações doutrinárias acima referidas, acabam por deixar de oferecer uma solução para o problema. Dedicam-se mais a escrutinar os problemas, o que é positivo por permitir a verificação do que está errado e que precisa ser melhorado ou modificado. Todavia, falham quanto à solução que consiga tornar a norma constitucional mais eficaz e menos programática.

Assim, como solução, o trabalho propõe o emprego massivo da tecnologia no agronegócio e um processo de educação em larga escala que possam melhorar a compreensão das informações sobre agrotóxicos e o seu uso eficiente, através da IoT, que pode permitir o uso eficiente de agrotóxicos e integrar os interesses envolvidos, de forma a obter uma maior eficiência socioambiental, permitindo que a humanidade e a natureza encontrem o equilíbrio e possam extrair apenas o melhor de cada uma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa demonstra que Cass Sunstein sustenta que o princípio da precaução não pode imobilizar as atividades humanas. A gestão de riscos deve ser efetuada de modo ponderado, não tendendo a uma visão utópica de eliminação completa de todo e qualquer risco, o que conduz a uma visão imobilizante a qualquer atividade, ressaltando que a inação também gera riscos por si só, grande contradição do princípio da precaução apontada por Cass Sunstein.

Na matéria agrotóxico, a regulação existente no Brasil exige que o registro do produto passe pela fase técnico-científica para avaliação pelo MAPA, IBAMA e ANVISA de eventuais danos ao meio ambiente e à saúde humana. Nesta avaliação, um novo produto será aprovado caso sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente seja igual ou menor a daqueles produtos já registrados, logo, o processo legal brasileiro guarda sintonia com o sustentado pelo autor, pois não havendo possibilidade de risco zero, este é minimizado por meio deste formato de tramitação do registro, sem que, todavia, este procedimento seja inviabilizado quando o produto for tão ou menos danoso em comparação aos produtos já existentes.

Desse modo, considerando os critérios técnicos adotados para o registro do agrotóxico, verifica-se não ser este o cerne dos problemas relacionados a esta temática,

⁸⁰ FRANCISCO, Papa. **Carta Encíclica**. Laudato Si': sobre o cuidado da casa comum. São Paulo: Libreria Editrice Vaticana, Paulinas, 2015. p. 114.

mas sim o uso incorreto desse produto químico.

Portanto, conclui-se que o uso incorreto do agrotóxico está relacionado, por exemplo, à falta de cumprimento da prescrição do receituário agrônômico; ao receituário agrônômico emitido sem a devida verificação *in loco* do profissional; à aplicação exagerada sob justificativa de alcançar o resultado químico mais rapidamente; à falta de conhecimento técnico do usuário acerca das consequências nefastas do uso irracional do produto químico; e à carência de orientação técnica ou assistência técnica para aplicação do produto pelo agricultor.

Neste ponto, a IoT é uma ferramenta capaz de otimizar a produção agrícola em todos os processos, pois, ao mensurar a aplicação precisa de agrotóxico na lavoura produz como resultado um consumo mais racional e econômico do produto. Esta tecnologia pode afastar os danos inerentes ao uso incorreto do produto químico, contudo, ainda que haja elevada presença de tecnologia no campo, esta já parte da realidade brasileira, são necessários avanços de infraestrutura para prover maior conectividade das propriedades rurais do norte ao sul do país.

Ainda, a partir da análise dos dados da FAO sobre o uso de agrotóxico e a produção de Brasil, China, Índia e Estados Unidos do período de 2014 a 2018, demonstrou-se que o consumo de agrotóxicos no Brasil é proporcionalmente inferior em comparação com a China e os Estados Unidos. O uso de agrotóxicos no processo de produção de alimentos do Brasil se manteve praticamente constante no período analisado, sem variações crescentes, permanecendo abaixo de 0,4 kg de agrotóxico por tonelada de alimento produzido. Esta análise dos dados, em termos proporcionais, torna possível inferir que a afirmativa de que o Brasil é o país com maior consumo de agrotóxicos é inválida.

Finalmente, a integração socioambiental pressupõe a vida em harmonia entre homem e natureza, de tal sorte que interpretações excludentes de qualquer das dimensões não correspondem à melhor resposta. A fome mundial não pode ser dissociada do meio ambiente, pois a produção de alimentos consiste em uma preocupação mundial diante da estimativa de que a população chegue a 10 bilhões em 2050, e a segurança alimentar pode contar com contribuição do Brasil, considerando a característica tropical que viabiliza até quatro safras anuais, a utilização de 7,8% da extensão territorial para produção de todas as culturas plantadas e o desenvolvimento tecnológico que também visa utilizar agrotóxico de modo preciso.

Assim, a integração socioambiental precisa promover a cooperação entre todos os agentes envolvidos na equação ambiental para que as presentes e futuras gerações possam utilizar-se do meio ambiente de forma plena.

REFERÊNCIA DAS FONTES CITADAS

BOTKIN, Daniel. Adjusting law to nature's discordant harmonies. **Duke Environmental Law & Policy Forum**, v. 7, p. 25-27, 1996.

BRANCO, Samuel Murgel. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Editoria Blücher, 1989. p. 124.

BRASIL. Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934. **Diário Oficial**, Brasília, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D24114.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019. **Diário Oficial**, Brasília, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 14.109, de 16 de dezembro de 2020. **Diário Oficial**, Brasília, 2019. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Lei/L14108.htm. Acesso em: 28 fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial**, Brasília, 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. **Tribunal Regional Federal da 2ª Região**. AG 00021639620164020000/RJ – 0002163-96.2016.4.02.0000. Rel. Salete Maccalóz, 6ª Turma Especializada. Julg. 17.10.2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 11 abr. 2023.

CARBONARI, Caio Antonio; VELINI, Edivaldo Domingues. Brasil: informando corretamente sobre o uso e os riscos dos agrotóxicos. ANTUNIASI, Ulisses Rocha; BOLLER, Walter. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2º ed. rev., ampl. Passo Fundo: Aldeia Norte, Botucatu, 2019. p. 373.

CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão Jurídica Ambiental**. 2 ed, rev e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 214.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Plano do Estado – Brasil 2050**, 2018, p. 95. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/credito-seguro-e-comercializacao/2018/08a-ro/plano-de-estado-brasil-2030.pdf/view>. Acesso em: 24 mar. 2021.

DANTAS, Marcelo Buzaglo. **Direito ambiental de conflitos**: O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e os casos de colisão com outros direitos fundamentais. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017. p. 97.

EMBRAPA. **Agricultura Digital no Brasil, tendências, desafios e oportunidade, resultados de pesquisa online**. Campinas, SP, 2020, p. 11. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acesso em: 04 mar. 2021.

EMBRAPA. **Síntese Ocupação e Uso das Terras no Brasil.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/car/sintese#:~:text=Elas%20protegem%2010%2C4%25%20do,24%2C2%25%20do%20Brasil>. Acesso em: 02 mar. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The Future of food and agriculture.** Trends and Challenges, Rome, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Crops and Pesticides Use.** Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Accessed on: 02 mar. 2021.

FRANCISCO, Papa. **Carta Encíclica.** Laudato Si': sobre o cuidado da casa comum. São Paulo: Libreria Editrice Vaticana, Paulinas, 2015. p. 114.

GARRITY, John. **Harnessing the Internet of Things for Global Development** (March 26, 2015). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2588129> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2588129>.

HAM, Shuqing; ZHANG, Jianhua; ZHU, Mengshuai; WU, Jianzhai; SHEN, Chen; KONG, Fantao. Analysis of the frontier technology of agricultural IoT and its predication research. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering** 231 (2017) 012072 doi:10.1088/1757-899X/231/1/012072.

INAMASU, Ricardo Yassushi; NAIME, João de Mendonça; RESENDE, Álvaro Vilela de; BASSOI, Luis Henrique; BERNARDI, Alberto Carlos de Campos. **Agricultura de precisão: um novo olhar.** São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011.

IBGE. **Censo Agro 2017.** Resultados definitivos. Produtores. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.htm. Acesso em: 04 mar. 2021.

KALIL, Ana Paula Maciel Costa; FERREIRA, Heline Sivini. A Dimensão Socioambiental do Estado de Direito. **Revista Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 28, p. 329-359, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1010>>. Acesso em: 24 de mar. 2021.

KADAM, Archana and Rajashekarappa, Internet of Things in Agriculture (January 14, 2019). **International Journal of Advanced Studies of Scientific Research**, Volume 3, Issue 8, 2018, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3315333>.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Tradução de Lucia Mathilde Endlich Orth. 11 ed. Petrópolis: Vozes, 2015, p. 22.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Relatório Nacional de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos.** Brasília DF 2018, p. 56. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxicos.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 24. ed., rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2016. p. 88.

MILKIEWICZ, Larissa. **Tratamento Ambiental do Agrotóxico no Brasil Contemporâneo**. Curitiba: Juruá, 2020, p. 42.

MONTEIRO, Isabella Pearce de Carvalho. Laws of Fear: beyond the precautionary principle. **Revista CEDOUA**. 2.2008. URI: <http://hdl.handle.net/10316.2/9347>. http://dx.doi.org/10.14195/2182-2387_22_5, p. 156.

Paul, Prantosh and Saavedra Marroquin, Melkyn and Aithal, P. S. and Sinha, Ripu Ranjan and Aremu, Prof Sir Bashiru, Agro Informatics Vis-à-Vis Internet of Things (IoT) Integration & Potentialities. An Analysis (August 30, 2020). **Agro Economist - An International Journal**, 7(1), 13-20. ISSN: 2394-8159., Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3724421> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3724421>.

REYNA, Edi Flores; BRAGA, Marcelo José; MORAIS, Gabriel Alves de Sampaio. Impactos do uso de agrotóxicos sobre a eficiência técnica na agricultura brasileira, p. 185. VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil**: Cem anos do Censo Agropecuário. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés. De como a natureza foi expulsa da modernidade. **Revista Crítica do Direito**, v. 66, n. 5, p. 88-106, ago./dez., 2015, p. 90.

S, Velmurugan, An IOT Based Smart Irrigation System Using Soil Moisture and Weather Prediction (May 2, 2020). **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, Volume 8, Issue 07, 2020, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3597146>.

SEIXAS, Mario Alves; CONTINI, Elisio. **Internet das coisas (IoT)**: inovação para o agronegócio. Brasília, DF: Secretaria de Inteligência e Macroestratégia, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192513/1/Internet-das-coisas-1.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

SUNSTEIN, Cass. **Laws of Fear**: beyond the precautionary principle. New York: Cambridge Press, 2005.

SUNSTEIN, Cass. **Worst-Case Scenarios**. Cambridge: Harvard University Press, 2007

SUNSTEIN, Cass R., **Beyond the Precautionary Principle**. January 2003. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=307098> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.307098>

SUNSTEIN, Cass. Para além do princípio da precaução. **Revista de Direito Administrativo**. Rio de Janeiro, v 259, p. 11-71, jan/abr 2012, p. 44.

SUNSTEIN, Cass. The Catastrophic Harm Precautionary Principle, p. 154. **Issues in Legal Scholarship**. 2007, Article 3.

SILVA SOARES, Guido Fernando. **A proteção internacional do meio ambiente**. Barueri, SP: Manole, 2003, p. 92

TORRES, Andrei B.B.; ROCHA, Atslands R. da; SILVA, Ticiania L. Coelho da; SOUZA, José N. de; GONDIM, Rubens S. Multilevel data fusion for the internet of things in smart agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture** 171 (2020) 105309, at DOI. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105309>.

UNITED NATIONS. **World Charter for Nature**. 28 October 1982. Disponível em: https://www.dh-cii.eu/0_content/investigao/files_CRDTLA/convencoes_tratados_etc/carta_mundial_da_natureza_de_28_de_outubro_de_1982.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia; RONSOM, Sílvia. Inovação e Expansão Agropecuária Brasileira, p. 127. In: VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; GASQUES, José Garcia, (org). **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: IPEA, IBGE, 2020.

VIGLIO, José Eduardo. **O conceito de ecossistema, a idéia de equilíbrio e os movimentos ambientalistas**. Programa de pós-graduação Interdisciplinar em Ambiente e Sociedade, UNICAMP, 2008. p. 14. Disponível em: https://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/arch/AS002_2008/ensaios%20 finais/ensaio%20II%20viglio.pdf. Acesso em: 03 mar. 2021.

WEDY, Gabriel. **O princípio constitucional da precaução: como instrumento de tutela do meio ambiente e da saúde pública**. 2. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2017, p. 100.

ZAPATER, Tiago C. Vaitekunas. **Princípio da prevenção e princípio da precaução**. Enciclopédia jurídica da PUC-SP. Celso Fernandes Campilongo, Alvaro de Azevedo Gonzaga e André Luiz Freire (coords.). Tomo: Direitos Difusos e Coletivos. Nelson Nery Jr., Georges Abboud, André Luiz Freire (coord. de tomo). 1. ed. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://enciclopediajuridica.pucsp.br/verbete/356/edicao-1/principio-da-prevencao-e-principio-da-precaucao>. Acesso em: 02 mar. 2021.

Recebido em: 09/02/2022

Aprovado em: 30/01/2023