

FUTURO COM OU SEM AGROTÓXICOS

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS GLOBAIS
E AS NOVAS TECNOLOGIAS

HAIDE MARIA HUPFFER
WILSON ENGELMANN
ANDRÉ RAFAEL WEYERMÜLLER
ORGANIZADORES

Este livro é o resultado da pesquisa e das relações interinstitucionais produzidas no âmbito do seguinte projeto de investigação científica:

Agrotóxicos e Sociedade de Risco: Limites e Responsabilidade pelo Risco Ambiental
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS

Processo nº 17/2551-0001172-4
Edital 02/2017

Programa

Pesquisador Gaúcho – PqG.



HAIDE MARIA HUPFFER
WILSON ENGELMANN
ANDRÉ RAFAEL WEYERMÜLLER
(ORGANIZADORES)

FUTURO COM OU SEM AGROTÓXICOS

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS GLOBAIS
E AS NOVAS TECNOLOGIAS

CASA LEIRIA
SÃO LEOPOLDO/RS
2021

**FUTURO COM OU SEM AGROTÓXICOS:
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS GLOBAIS E AS NOVAS TECNOLOGIAS**

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1>

Organizadores: Haide Maria Hupffer,
Wilson Engelmann e
André Rafael Weyermüller.

Revisão: Eliana Rose Müller.

Os textos são de responsabilidade de seus autores.

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida,
desde que citada a fonte.

EDITORA CASA LEIRIA CONSELHO EDITORIAL

Ana Carolina Einsfeld Mattos (UFRGS)
Gisele Palma (IFRS)
Haide Maria Hupffer (Feevale)
Isabel Cristina Arendt (Unisinos)
José Ivo Follmann (Unisinos)
Luciana Paulo Gomes (Unisinos)
Luiz Felipe Barboza Lacerda (UNICAP)
Márcia Cristina Furtado Ecoten (Unisinos)
Rosangela Fritsch (Unisinos)
Tiago Luís Gil (UnB)

Ficha catalográfica

F996 Futuro com ou sem agrotóxicos: impactos socioeconômicos
globais e as novas tecnologias [recurso eletrônico] /
Organização Haide Maria Hupffer, Wilson Engelmann, André
Rafael Weyermüller. – São Leopoldo: Casa Leiria, 2021.

Disponível em: <<http://www.casaleiria.com.br/acervo/direito/futurocomousemagrotoxicos/index.html>>

ISBN 978-65-89503-02-6

1. Direito ambiental – Agrotóxicos. 2. Produtos
químicos agrícolas – Impactos socioeconômicos –
Direito ambiental. 3. Produtos químicos agrícolas –
Novas tecnologias – Direito ambiental. I. Hupffer, Haide
Maria (Org.). II. Engelmann, Wilson (Org.). III.
Weyermüller, André Rafael (Org.).

CDU 349.6

Catálogo na Publicação
Bibliotecária: Carla Inês Costa dos Santos - CRB 10/973

FUTURO COM OU SEM AGROTÓXICOS

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS GLOBAIS
E AS NOVAS TECNOLOGIAS

SUMÁRIO

- 11 Apresentação**
Leonel Severo Rocha
André Rafael Weyermüller
- 13 Biotecnología, Derechos Humanos y desarrollo
empresarial, una armonización necesaria: Estrategias
empresariales para fortalecer la relación entre
biotecnología agrícola, crecimiento corporativo y
protección a Derechos Humanos**
María Alejandra Arévalo Moscoso
- 31 O tratamento das águas catarinenses frente aos agrotóxicos
e a sustentabilidade: análise da configuração de um
(possível) ecocício hídrico**
Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza
Maykon Fagundes Machado
Nelson Alex Lorenz
- 49 Agrotóxicos e o controle de riscos às gerações atuais e
futuras pela aplicação prudente do Princípio da Precaução**
Leonardo Cordeiro de Gusmão
Émilien Vilas Boas Reis
- 67 Patentes de agroquímicos e sustentabilidade: o caso glifosato**
Salete Oro Boff
Marta Carolina Gimenez
Giovanna Martins Sampaio
- 81 Nanoagroquímicos e risco: uma (necessária) leitura a
partir da sustentabilidade como referência aos objetivos do
desenvolvimento da ONU**
Raquel Von Hohendorff
Wilson Engelmann
Daniele Weber da Silva Leal
- 97 Tecnologias de biorremediação e fitorremediação aplicadas
à remoção de pesticidas e microplásticos nos solos**
Bruno Miguel Garcia Barbosa
Vanusca Dalosto Jahno
Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando

- 117 Agrotóxicos e Covid-19: uma reflexão necessária sobre a política brasileira de flexibilização da legislação sobre agrotóxicos**
Haide Maria Hupffer
Elizete Brando Susin
Jeferson Jeldoci Pol
- 137 Os agrotóxicos na sociedade consumocentrista: a sustentabilidade necessária**
Gisele Boechel
Agostinho Oli Koppe Pereira
Cleide Calgaro
- 155 Agrotóxicos e o princípio da informação: avanços e retrocessos na relação de consumo**
Jéssica Lopes Ferreira Bertotti
Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza
- 175 Nanoagrotóxicos: (im)previsões no Direito Ambiental Brasileiro**
Sarah Hoerlle Moreira
Juliane Altmann Berwig
Ana Paula Atz
- 193 Índice Remissivo**

"[...] deixamos essas substâncias químicas serem empregadas com pouca ou nenhuma investigação prévia de seu efeito sobre o solo, água, animais selvagens e os próprios humanos. As gerações futuras provavelmente não perdoarão nossa falta de preocupação prudente com a integridade do mundo natural que sustenta a vida".

*Rachel Carson*¹

1 CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento da humanidade passou por várias fases importantes onde o conhecimento adquirido em cada vivência foi sendo reproduzido e acrescido de novas formas de se adaptar às adversidades e limitações humanas. Um número cada vez maior de elementos foi agregado ao conjunto da técnica, culminando com a atual realidade complexa do século XXI.

Esse processo de acumulação de conhecimentos resultou em benefícios, mas também resultou em diversas formas de riscos e danos que atingem a sociedade global de maneira desigual. Pandemia, mudanças climáticas, escassez de água e outros recursos essenciais, são apenas uma parte dos problemas que precisam ser enfrentados para garantir uma sobrevivência digna e comprometida com o futuro. Além da segurança ambiental, a produção contínua e crescente de alimentos também se destaca como um grande desafio.

Trata-se de uma necessidade/atividade que implica em profundas transformações do meio ambiente e que prescinde de tecnologias capazes de viabilizar previsibilidade e produtividade em níveis suficientes a suprir as necessidades de uma população de mais de sete bilhões de pessoas, mesmo que uma parte considerável dela não tenha o suficiente acesso aos alimentos produzidos.

A mecanização da agricultura, o uso de fertilizantes químicos, irrigação, transgênicos e agrotóxicos formam o conjunto de técnicas que mantém boa parte da produção agrícola mundial. Infelizmente esses elementos da inventividade humana também representam riscos ambientais amplos e danos concretos cada vez mais evidentes.

Assim, os agrotóxicos figuram como elementos químicos amplamente utilizados na agricultura, elevando cada vez mais as consequências negativas sobre as pessoas e o meio ambiente. Para abordar esse tema, propôs-se reunir importantes pesquisas acadêmicas de pesquisadores e pesquisadoras que se dedicam a avaliar os efeitos, os riscos, os danos e os caminhos a seguir em relação ao uso de agrotóxicos. Tem-se aqui uma rica pesquisa multidisciplinar que aborda a questão sob diversas perspectivas, o que possibilita ao leitor a necessária amplitude para compreender o tema.

O conteúdo da obra conjunta se interconecta pelas diversas perspectivas que o tema central dos agrotóxicos permite desenvolver. Revela-se assim uma dinâmica sistêmica de interligações que formam um todo que pode ser adequadamente compreendido a partir de si mesmo e não de forma isolada.

Essa interconexão de prismas de observação da realidade social conta com elementos essenciais como direitos humanos e biotecnologia. A poluição de recursos hídricos recebe especial atenção considerando o caráter essencial desses recursos. Os riscos e o princípio da precaução são elementos conceituais fundamentais para posturas de efetiva antecipação aos danos. Na sequência das pesquisas, a questão do glifosato e as patentes de agroquímicos recebe atenta análise. A sustentabilidade abordada no tema do glifosato é retomada também no tema dos nanoagroquímicos na perspectiva dos objetivos da ONU. Pesticidas e microplásticos representam importante ameaça à sustentabilidade e ao meio ambiente como um todo e, por isso, recebem atenta análise na obra. Covid-19 e agrotóxicos são abordados como elementos de uma problemática mais ampla relacionada à flexibilização da legislação. Agrotóxicos, consumo e sustentabilidade são pontos interligados e abordados com precisão na busca de uma observação mais apurada da sociedade atual. Na mesma linha, o princípio da informação é destacado nesse contexto de consumo. Por fim, os nanoagrotóxicos são abordados como mais um elemento de complexidade a ser enfrentado pelo Direito Ambiental.

Com todos esses temas abordados nos capítulos da obra, é possível ter um panorama amplo da questão dos agrotóxicos e, ao mesmo tempo, permite os necessários aprofundamentos que os temas exigem.

Simplificações e generalizações são cada vez mais comuns na atual quadra da história, sendo que tal realidade fica ainda mais evidente na temática ambiental, infelizmente. Os sistemas sociais da Economia e do Direito e sua improbabilidade comunicativa são os sistemas-chave que permitem observar a complexidade da sociedade na atualidade. A utilização de agrotóxicos tem evidente motivação econômica e óbvia implicação ambiental. Talvez por isso o tema exija tantas pesquisas de áreas diferentes para ser enfrentado com mais efetividade. A obra proporciona essa dimensão ao congregar reflexões sobre risco, princípios, tecnologias, direitos, complexidade e consumo, entre outros aspectos que compõem um conjunto maior, um sistema.

A qualidade e a profundidade das pesquisas aqui publicadas merecem destaque e divulgação, como mais um elemento de contribuição da Academia em benefício da ciência, da sociedade, do meio ambiente e do futuro.

Prof. Dr. Leonel Severo Rocha
Prof. Dr. André Rafael Weyermüller

BIOTECNOLOGÍA, DERECHOS HUMANOS Y DESARROLLO EMPRESARIAL, UNA ARMONIZACIÓN NECESARIA: ESTRATEGIAS EMPRESARIALES PARA FORTALECER LA RELACIÓN ENTRE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA, CRECIMIENTO CORPORATIVO Y PROTECCIÓN A DERECHOS HUMANOS

María Alejandra Arévalo Moscoso¹

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-1>

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las industrias que reporta mayores avances es la *biotecnología verde*². Tendencias modernas en esta área se orientan hacia el desarrollo de fuentes de alimento genéticamente modificadas, incluyendo la producción de plantas genéticamente modificadas (GMP), cultivos genéticamente modificados (CGM) y uso de organismos genéticamente modificados (OGM) en prácticas agrícolas y generación de alimentos (TUTELYAN, 2013, p. 26), así como hacia el fortalecimiento de nuevas áreas como la *agronanobiotecnología*, cuyos ejes de investigación incluyen, entre otros, medidas de protección contra factores bióticos (nanopesticidas y nanosensores), procesamiento y envasado de alimentos (nanopartículas metálicas y emulsiones), transporte (materiales de nanoembalaje), y gestión ambiental (nanoremediación) (FERNÁNDEZ *et al.*, 2018, p.5; VERMA; KHANAM, 2020, p. 290).

Si bien, el reto de la biotecnología verde es enfrentar los desafíos globales en la producción de cultivos, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y el cambio climático, en la actualidad se presenta un debate sobre el verdadero impacto que la industria de la biotecnología verde ha tenido sobre asuntos como el respeto y protección de derechos humanos, en particular en lo atinente al derecho a la sa-

1 LLM – International Business Law, Universiteit Van Tilburg. Abogada de la Pontificia Universidad Javeriana (Colombia). Coordinadora del área de Derecho Internacional y Directora de la Maestría en Derecho Empresarial de la Pontificia Universidad Javeriana Cali (Colombia). Adscrita al grupo de investigación Instituciones Jurídicas y Desarrollo (IJUD), categoría A en Colciencias. Correo electrónico: maria.arevalo@javerianacali.edu.co.

2 Aquella aplicada a la agricultura, para el mejoramiento de calidades nutricionales, procesos productivos y fortalecimiento de soluciones agrícolas amigables con el medio ambiente, como alternativa a métodos y sistemas tradicionales de siembra y cría de animales.

lud, al derecho a una alimentación adecuada y segura, y al desarrollo rural equitativo, como se verá a continuación.

Respecto al derecho a la salud, a la fecha se presentan resultados no concluyentes en torno a la seguridad del uso de fuentes y consumo de alimentos genéticamente modificados (GM), pese a que desde los años 90's la OCDE y la OMC han reconocido el principio de "equivalencia sustancial"³ Resultados de algunos estudios indican que los GM pueden causar algunos efectos tóxicos comunes, como hepáticos, pancreáticos, renales o reproductivos y puede alterar los parámetros hematológicos, bioquímicos e inmunológicos (DONA; ARVANITOYAN-NIS, 2009, p. 1), pueden causar resistencia antibiótica (LEIGHTON, 1999, p. 583), o efectos adversos desconocidos (BAWA; ANILAKUMAR, 2013, p. 1042); mientras otros estudios indican efectos positivos de la agrobiotecnología en la salud. Esta tensión sobre los efectos de productos GM sobre la salud humana, dificulta asegurar que el efecto de la biotecnología agrícola es positivo, en lo que respecta a la protección y aseguramiento de este derecho.

En materia de seguridad alimentaria, a la fecha, no se presenta información determinante sobre efectos nutricionales negativos resultado del consumo de productos GM (HILBECK *et al.*, 2015, p. 10). Estudios recientes sobre el estado del arte en impactos nutricionales de productos GM muestra que productos como soja, arroz, maíz y el trigo serían tan seguros como las especies parentales de estas plantas, sin embargo, se reconoce la necesidad de mayores estudios que analicen el impacto a largo plazo de estos productos (DOMINGO, 2016, p. 17), sobre temas como la integración del ADN del consumidor basado en una dieta de GM (NAWAZ *et al.*, 2019, p. 429).

En lo que concierne al impacto de la agrobiotecnología al desarrollo rural equitativo, hasta ahora, innovaciones biotecnológicas se han enfocado en cultivos con proceso agrícolas de gran escala en países desarrollados, dejando a un lado los países en vía de desarrollo, caracterizados por inestabilidades políticas, desigualdad y pobreza (OZOR; IGBOKWE, 2007, p. 2). Se habla de una privatización de la investigación biotecnológica, altamente dominada por pocas corporaciones, con actividades enfocadas hacia países con alto grado de desarrollo (MECHLEM; RANEY, 2007, p. 145). Además, las grandes corporaciones no están trabajando en los cultivos consumidos por población de escasos recursos, como la yuca, el mijo, la batata, el ñame y las legumbres (aparte de la soja), ni tampoco están transfiriendo su tecnología a los países en vía de desarrollo porque buscan recuperar los costos de sus inversiones en biotecnología (CHRISPEELS, 2000, p. 3). Todo ello puede alejarse del alcance de una agricultura sostenible, que mejore la gobernanza del comercio agrícola mundial, y aumente la productividad conservando la base de recursos naturales.

3 Este principio sugiere que los alimentos genéticamente modificados pueden ser considerados tan seguros como los alimentos tradicionales cuando los componentes toxicológicos y nutricionales clave de los alimentos modificados genéticamente son comparables a los alimentos convencionales (dentro de la variabilidad natural), y cuando la modificación genética en sí misma se considera segura (ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y LA COOPERACIÓN (OCDE), 1993, p. 14).

Así las cosas, el debate se mantiene como una relación pendular entre tensión o complementariedad entre derechos humanos y la industria de la biotecnología verde, producto de, entre otros factores, un desbalance entre la protección al interés público y maximización de intereses privados en materia de desarrollo biotecnológico, y de una falta de armonización entre las agendas políticas de los estados, el desarrollo empresarial y la protección a derechos humanos en lo atinente a sostenibilidad agrícola.

Hasta el momento, algunos aportes académicos se han centrado en analizar el papel de instrumentos internacionales (MACKENZIE, 2002, p. 6) y de organismos internacionales (TAYLOR, 2002, p. 977) para formular recomendaciones en pro de la armonización entre derechos humanos y la industria de la biotecnología. Por ello, el objetivo del presente texto es efectuar recomendaciones y formular estrategias empresariales que complementen la relación entre biotecnología agrícola, crecimiento corporativo y protección a derechos humanos, para alcanzar el disfrute real del derecho a una alimentación adecuada y segura, el derecho a la salud y el desarrollo rural equitativo, sin afectar la sostenibilidad y crecimiento empresarial. Para estos efectos de alcanzar el objetivo planteado, la primera sección presenta estrategias para la industria de la biotecnología verde para contribuir al alcance a una alimentación adecuada y segura, el derecho a la salud, y el desarrollo rural equitativo; la segunda sección expone los impactos empresariales de implementar o no dichas estrategias; y la tercera sección expone algunos comentarios finales.

1. ESTRATEGIAS PARA LA INDUSTRIA DE LA BIOTECNOLOGÍA VERDE PARA CONTRIBUIR AL ALCANCE DEL DERECHO A UNA ALIMENTACIÓN ADECUADA Y SEGURA, EL DERECHO A LA SALUD, Y EL DESARROLLO RURAL EQUITATIVO

Existe una correlación innegable entre el derecho a una alimentación adecuada y segura, y el derecho a la salud, en tanto que, el último es un derecho inclusivo, este incluye un amplio rango de factores, determinantes subyacentes como una alimentación segura y adecuada (OFICINA DEL ALTO COMISIONADO PARA LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS NACIONES UNIDAS, 2008, p. 3). Asimismo, se reconoce un vínculo entre el derecho a una alimentación adecuada y segura y el desarrollo rural equitativo, pues la no discriminación y la igualdad sustantiva son elementos fundamentales para el derecho a la alimentación, de tal manera que, se debe garantizar el acceso equitativo a los recursos y alimentos en las zonas rurales, así como también la población campesina y rural debe beneficiarse de cadenas organizadas de comercialización y distribución de sus productos a nivel local, regional o internacional (AGRONOMES VETERINAIRES SANS FRONTIERES, 2011, p. 3).

Si bien, en la actualidad se reconocen grandes avances tecnológicos y dinámicas de integración y globalización que pueden favorecer el derecho a una ali-

mentación adecuada y segura, y el desarrollo rural equitativo, también se presentan ciertos factores que amenazan o afectan directamente la producción agrícola y, por lo tanto, este derecho. Así, se habla de una crisis multidimensional energética, financiera y climática, e incluso una crisis de derechos humanos; de tal manera que, el contexto vigente plantea retos en materia de nutrición, acceso igualitario a fuentes de alimentación, construcción de sistemas alimentarios resilientes e inclusión de grupos marginalizados en la producción de alimentos (MURPHY; SCHIAVONI, 2017, p. 22).

La atención y minimización de estas amenazas requiere la participación organizada, así como acciones directas y más efectivas del conjunto de los gobiernos nacionales, la sociedad civil, el sector empresarial y de diversas instituciones y organismos internacionales. En cuanto al sector empresarial, y en especial, la industria de la biotecnología agrícola, esta puede contribuir al gran desafío de alimentar a la población con suficientes alimentos nutritivos sin comprometer aún más el medio ambiente (LAKHAN; MONDAL, 2017, p. 1). De igual forma, el cultivo de productos GM puede proporcionar a los agricultores una gama de beneficios agronómicos, favoreciendo el crecimiento rural (NIELSEN; THIERFELDER; ROBINSON, 2004, p. 429).

A continuación, se presentarán cinco recomendaciones, dirigidas a la industria de la biotecnología verde, para facilitar el alcance efectivo de una alimentación adecuada y segura, y permitir el desarrollo rural equitativo, de tal forma que se logre una complementariedad entre biotecnología agrícola, crecimiento corporativo y protección a derechos humanos.

1.1 EL SENTIDO DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I&D) BIOTECNOLÓGICA AGRÍCOLA DEBE ESTAR ENFOCADO HACIA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS

La agenda de la ONU 2030 reconoce que los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) no pueden progresar sin una fuerte participación de la ciencia, por eso, la biotecnología juega un papel importante para alcanzar estas metas, cuyo horizonte se alinea con el derecho a la alimentación adecuada y segura, pues el cumplimiento de este derecho humano de carácter multisectorial, encaja con el carácter integrado y relacional del conjunto de la agenda de los ODS (MEDINA; ORTEGA, 2017, p. 13).

En cuanto al ODS 2 “*hambre cero*”, la biotecnología agrícola es fundamental para alimentar a una población mundial en crecimiento, de tal forma que, sus actividades de I&D deben estar encaminadas a producir cultivos más saludables y productivos; reducir el desperdicio de alimentos al extender la vida útil de los productos; y mejorar la nutrición infantil al mejorar los cultivos básicos con mayores cantidades de vitaminas y minerales esenciales. Sobre el ODS 13 “*acción por el clima*”, las aplicaciones agrícolas biotecnológicas son fundamentales para combatir los efectos del cambio climático, entonces, las acciones de la industria

deben encaminarse al desarrollo de productos GM que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el uso de cultivos transgénicos, y a brindar soluciones de subsistencia agrícola para los agricultores que luchan contra los efectos del cambio climático (INTERNATIONAL COUNCIL OF BIOTECHNOLOGY ASSOCIATIONS (ICBA), 2019, p. 8-28), con esto es posible reducir los impactos negativos en los agro ecosistemas, la producción agrícola, y las cadenas alimentarias, garantizando una alimentación adecuada y segura para futuras generaciones.

Para ejemplificar, nuevas técnicas de fitomejoramiento *plant breeding technologies (NPBTs)*- pueden impactar positivamente en la reducción del uso de pesticidas, la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes y el control de las pérdidas de producción. Estas técnicas no sólo evidencian la viabilidad económica real de nuevas soluciones, sino una contribución concreta a una agricultura más sostenible (BERTONI *et al.*, 2018, p. 5), conforme lo plantean los ODS. Por otro lado, el control biológico, el manejo integrado de plagas y avances similares de biopesticidas son clave para la producción sostenible de alimentos (LOCATELLI, 2020, p. 55). Asimismo, la aplicación de la tecnología *biofloc* ofrece beneficios en la mejora de la producción acuícola que podrían contribuir al logro de los OSD, sin contar que, los sistemas biológicos pueden desarrollarse y realizarse en integración con la producción de alimentos, con el objetivo de producir más alimentos a partir de la misma área de tierra con menos insumos (BOSSIER; EKASARI, 2017, p. 1014), de ahí que, el enfoque de la agrobiotecnología debe direccionarse a esos caminos.

1.2 LAS ACTIVIDADES DE BIOTECNOLOGÍA VERDE DEBEN INTEGRAR LAS NECESIDADES DE LOS PAÍSES EN VÍA DE DESARROLLO, Y DEBEN ENFOCARSE HACIA UNA PARTICIPACIÓN JUSTA Y EQUITATIVA

La seguridad alimentaria no se puede desvincular de la defensa de la agricultura campesina que asegura una producción diversificada y crea empleo en medio rural. Hoy en día, pequeños productores, generalmente de países en vía de desarrollo, se encuentran por lo general en situación de competencia desigual con otros agricultores que tienen niveles de productividad más elevados⁴, provocando fuertes desigualdades productivas regionales, por lo cual, es necesario promover un acceso más equitativo para los agricultores, a los recursos necesarios para la producción, a los mercados de bienes y servicios (AGRONOMES VETERINAIRES SANS FRONTIERES, 2011, p. 9), así como a las innovaciones tecnológicas agrícolas que facilitan su trabajo.

⁴ Los agricultores de los países en desarrollo, especialmente los pequeños agricultores, cultivan y enfrentan problemas que son específicos de sus condiciones culturales y ambientales y, a menudo, tienen un poder adquisitivo limitado para acceder a tecnologías patentadas. Además, la mayoría de las nuevas biotecnologías se han originado fuera de los países en desarrollo, y existen insuficientes e inestables inversiones en materia de I&D en territorios agrícolas de pequeña extensión (SOLLEIRO *et al.*, 2017, p. 146).

Para alcanzar este logro, es crucial mejorar los enlaces entre países desarrollados y en vía de desarrollo para facilitar la transmisión de capacidades y el flujo de tecnología. De igual forma, la optimización de cultivos de los pequeños productores puede mejorarse utilizando enfoques de investigación participativa, que conducen a soluciones más relevantes, adaptadas al sitio y socialmente aceptables para problemas del mundo real (LAKHAN; MONDAL, 2017, p. 26). Aunado a ello, actividades de investigación deben estar orientadas a descubrir cómo escalar, ampliar y aplicar tecnologías e innovaciones en áreas agrícolas de bajo potencial, así como extender los cultivos objeto de investigación, basándose en la producción local, para diversificar las variedades de cultivos y medios de vida de la población campesina, y amplificar el enfoque de los beneficiarios de los proyectos de I&D.

La inclusión del sector rural en la biotecnología verde puede resultar más atractiva si se tiene en cuenta los beneficios empresariales de explorar y explotar nuevas oportunidades para la financiación agrícola y rural inclusiva. Se encuentra disponible una amplia gama de enfoques innovadores para las finanzas rurales y mecanismos de inversión (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2018, p. 59) que permiten aumentar el nivel de financiamiento y reducir los riesgos para los inversores. Estas modalidades de inversión requieren de enfoques holísticos que integren las capacidades de la industria y de los participantes del mercado local.

1.3 DEBE FORTALECERSE EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE LOS PRODUCTOS GM PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA

El uso seguro de nuevos productos de biotecnología requiere procesos de análisis de riesgos rigurosos, predecibles y transparentes cuya exhaustividad, profundidad y rendimiento reflejen el alcance, la escala, la complejidad y el ritmo de las futuras aplicaciones de biotecnología. Una desconexión entre el análisis de riesgos y los marcos regulatorios crea una situación en la que los nuevos productos pueden concebirse y diseñarse de manera desalineada con estándares normativos, lo que puede generar sorpresas y retrasos en el ciclo de desarrollo (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE ENGINEERING AND MEDICINE, 2017, p. 10). Por eso, es necesario que, antes de la comercialización de cualquier cultivo y producto GM, se realicen todas las evaluaciones de riesgo solicitadas, y se realice un monitoreo posterior para evaluar potenciales efectos adversos y consecuencias desastrosas en la cadena alimentaria, pues sólo a través de un uso seguro de esta tecnología, es posible disfrutar de todas sus ventajas en la agricultura (DADGAR-NEJAD; KOUSER; MOSLEMI, 2017, p. 193).

En vista que, en el proceso de desarrollo de cualquier tecnología agrícola o alimentaria, no existe consenso sobre los efectos de estas tecnologías en especial sobre la salud humana o los rendimientos del producto, y que, incluso cuando existe acceso a la información, los consumidores pueden no tener suficiente conocimiento y capacitación para interpretar y adquirir productos GM (ORGA-

NIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2001, p. 25) el avance de las metodologías de análisis de riesgos, dentro de un marco de gobernanza participativo y de fácil acceso, puede aumentar la confianza del público en la seguridad de los productos que ingresan al mercado. Con esto, se mejora sucesivamente el consumo de productos GM y, por ende, las finanzas corporativas de la industria.

En todo caso, el fortalecimiento de metodologías y procesos de análisis de riesgos, desde el nivel empresarial, debe ir acompañado de regulaciones y legislaciones coherentes con los avances que la biotecnología agrícola alcanza. Debe establecerse un equilibrio entre normas regulatorias para asegurar la seguridad e inocuidad alimentaria y los costos que ello genera para la industria de la biotecnología, pues requisitos regulatorios extensos y costosos conducen a altos costos financieros y generan desincentivos para desarrollar productos GM. Deben eliminarse las cargas excesivas en la I&D en pro de fomentar la innovación y aliviar las malas interpretaciones públicas alimentadas por la sobre regulación gubernamental (COHRSEN; MILLER, 2018, p. 13).

1.4 DEBE ROBUSTECERSE LA COOPERACIÓN DE EMPRESAS DE LA BIOTECNOLOGÍA VERDE CON ESTADOS, ORGANISMOS INTERNACIONALES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Existe una corresponsabilidad en el alcance de una alimentación adecuada y segura en el marco de un desarrollo rural equitativo. Estados, empresas, organismos internacionales y centros de investigación son llamados a adelantar actividades, desde su acciones y funciones, para permitir un desarrollo sostenible que asegure el disfrute equilibrado de derechos humanos, atendiendo a las particularidades de individuos, comunidades y regiones. Así, los lazos de relacionamiento y cooperación, y las alianzas público-privadas en temas de inversión, investigación y desarrollo, se vuelven herramientas fundamentales para alcanzar dichas metas.

Estudios de Graff y Hamdan-Livramento (2019, p. 33) muestra que, en muchas economías emergentes, las empresas multinacionales son la principal fuente de innovaciones patentadas en el campo de la biotecnología verde, en especial la biotecnología vegetal, y que la presencia de centros internacionales de investigación agrícola (IARC) financiados con fondos públicos y de servicios nacionales de investigación agrícola (SNIA) ha facilitado la difusión de la innovación en estos lugares, por ello, la necesidad de colaboración entre los sectores público y privado para llevar la innovación agrícola al mercado es cada vez más evidente.

Modelos de innovación de triple hélice, basados en la relación entre gobiernos, academia e industria, son importantes para comprender la red entre los diferentes actores que intervienen en el sistema de innovación agrícola (HALL et al., 2001, p. 20), y han generado resultados favorables en el aumento de actividades de investigación y desarrollo de productos biotecnológicos exitosos. En Brasil, por ejemplo, estudios de Sousa et al (2015, p. 180) demostraron que colaboracio-

nes en I&D mejoraron el flujo de conocimientos que influyen positivamente en el desempeño de las empresas industriales brasileñas, así como en la tasa de éxito en la innovación de productos.

Se resalta la particular importancia de la relación educativa-industrial, donde las universidades apoyadas por fondos del sector público para la investigación desarrollan y patentan nuevas innovaciones que luego son desarrolladas y comercializadas por el sector privado. Esta asociación público-privada de facto le ha dado a los Estados Unidos una ventaja relativa en el desarrollo del moderno sector de biotecnología, así como del sector de tecnología de la información (ZILBERMAN *et al.*, 2013, p. 99), de ahí la importancia de robustecer esta sinergia.

Debe fomentarse también la participación de nuevos países en I&D a través de la cooperación internacional, pues ello puede aumentar la excelencia científica, ampliar la cobertura internacional de datos, especialmente en el medio ambiente y la energía, y aportar nuevas habilidades, conocimientos y recursos. (ADVISORY GROUP ON INTERNATIONAL COOPERATION, 2016, p. 8). De ahí que la industria de la biotecnología verde debe generar oportunidades para que países, en especial aquellos en vía de desarrollo, a través de sus centros de investigación públicos, puedan sumarse a sus actividades y generar uniones con beneficios múltiples para los participantes.

Como se evidencia, la formación de alianzas a nivel científico, tecnológico y productivo entre industria, academia, organismos internacionales y entes estatales, son particularmente importantes ante la complejidad científica y productiva que caracteriza la investigación biotecnológica, por ello, efectivizar el derecho a una alimentación adecuada y segura, y permitir el desarrollo rural equitativo a través de la biotecnología agrícola requiere inexorablemente de dichas alianzas.

1.5 DEBE INCORPORARSE UNA PERSPECTIVA ROBUSTA DE *COMPLIANCE* EN DERECHOS HUMANOS EN EMPRESAS DE BIOTECNOLOGÍA VERDE

Considerando que el ejercicio de actividades de biotecnología verde está estrechamente relacionado con el alcance de los ODS y el derecho a una alimentación adecuada y segura, abordar este derecho y el desarrollo rural equitativo desde un enfoque amplio de derechos humanos permitirá que la materialización de estos derechos se logre de manera más completa y profunda. Por ello, desarrollar una política de *compliance* en derechos humanos al interior de las organizaciones se constituye como una herramienta de autoevaluación para incentivar, y al mismo tiempo verificar, el cumplimiento de estos objetivos.

Los programas de *compliance* no sólo determinan el grado de acatamiento de las distintas regulaciones y aseguran su observancia, sino que minimizan la materialización de riesgos empresariales, en especial, el riesgo reputacional. En particular, la implementación de programas de *compliance* en derechos humanos permite desarrollar relaciones comerciales más sostenibles con gobiernos, socios comerciales, sindicatos, subcontratistas, proveedores, consumidores y la comunidad, y entender y gestionar de mejor forma los riesgos sociales que rodean a la

empresa, por eso la conexión positiva entre *compliance* y los derechos humanos bajo estudio.

Lograr que un programa de *compliance* alcance los frutos esperados requiere de una estructura corporativa que considere el alcance completo de su esfera de acción y actividades para, a partir de ello, crear procedimientos que identifiquen riesgos y oportunidades relacionados con derechos humanos, y sistemas de control para su gestión (BUSINESS LEADERS INITIATIVE ON HUMAN RIGHTS; OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS; UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT, 2006, p. 23).

Dado el espectro de acción de las empresas de agrobiotecnología, es esencial integrar una perspectiva de derechos humanos en códigos de ética, bajo el entendido que, es necesaria una armonización entre los sujetos de derechos humanos y los actores involucrados en I&D para equilibrar los derechos del sujeto humano individual y los derechos colectivos de la sociedad. Por eso, es preciso identificar convergencias, divergencias y lagunas en los instrumentos internacionales de ética y derechos humanos e identificar los medios más efectivos para la introducción de los derechos humanos en estos códigos en diálogo con diferentes asociaciones científicas profesionales. Con estas medidas las empresas de biotecnología facilitarían un acercamiento entre la labor empresarial y el respeto de derechos humanos, y de forma indirecta contribuirían al alcance del derecho a una alimentación sana y segura (SCIENCE ETHICS AND HUMAN RIGHTS WORKING GROUP, 2012, p. 21).

2. IMPACTOS EMPRESARIALES DERIVADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN O AUSENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PLANTEADAS

Las recomendaciones y acciones previamente expuestas, dirigidas específicamente a la industria de la biotecnología verde, propenden por nutrir la complementariedad de sus actividades con el logro efectivo del derecho a una alimentación adecuada y segura y del desarrollo rural equitativo, partiendo de su estrecho relacionamiento. El planteamiento de estas propuestas no desconoce que, uno de los principales objetivos de la industria es la rentabilidad del negocio y retorno de la inversión, por eso en esta sección se presentarán los beneficios e impactos organizacionales que se derivan de la implementación o ausencia de implementación de lo sugerido.

2.1 IMPACTO FINANCIERO

La relación entre finanzas y derechos humanos se explica en tanto que, en respuesta a la crisis financiera, los reguladores financieros globales están enfocados en fortalecer la resiliencia del sistema financiero global. Al hacerlo, deben enfrentar la cuestión de la complejidad del contexto en el que opera para com-

prender y controlar mejor sus impactos, entendiendo que, el sistema financiero es un sistema interconectado con otros sistemas: económico, legal, político, cultural, ecológico y social. Por lo tanto, hoy se habla de finanzas sostenibles, un concepto colectivo que comprende la forma en que el sistema interactúa con las sociedades, las comunidades y sus impactos sobre ellas. Esto ha llevado a que el sistema ahora analice mucho más profundamente los procesos económicos y sociales alrededor del mundo, para que con su intervención se pueda tener efectos transformadores respecto de situaciones de injusticia social arraigada y violaciones de los derechos humanos (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME & INSTITUTE FOR HUMAN RIGHTS AND BUSINESS, 2016, p. 19).

La ausencia de políticas y mecanismos que integren la función empresarial con una política de protección de derechos humanos aparejada con el desarrollo corporativo puede potencialmente generar litigios de derechos humanos en los cuales se reclame su respeto. La exposición a este tipo de litigios puede afectar negativamente su calificación crediticia y acceso al capital. Esto se debe a que, enfrentar una demanda y el riesgo potencial de ser un deudor judicial por son reconocidas y vistas negativamente por las agencias de calificación crediticia. Así, una empresa involucrada en un litigio probablemente enfrentará un mayor costo de capital para financiar su inversión. Bağlayan *et al.* (2018, p. 42) muestran evidencia empírica sobre el impacto en el rating crediticio de empresas que han enfrentado litigios en derechos humanos, emitido por la agencia de calificación de riesgos Moody.

Los autores también exponen el costo financiero de las empresas de enfrentarse a litigios en derechos humanos y/o transar este tipo de controversias, concluyendo que (i) el costo de los litigios se está volviendo cada vez más significativo para las empresas, lo que hace que algunas lleguen a acuerdos con los demandantes como una forma de reducir esos costos; y, (ii) que resolver casos sin intervención judicial se ha vuelto igualmente costoso para las empresas. Esto se materializa, por ejemplo, en los costos corporativos derivados de la divulgación de información. Los procedimientos litigiosos implican la divulgación de varios tipos de información interna de la empresa. De esta revelación de información, se puede derivar la publicación de información estratégica u otro tipo de información de la compañía que impacte sus operaciones (BAGLAYAN *et al.*, 2018, p. 46).

Por otro lado, un número cada vez mayor de sectores, evalúan con mayor atención las operaciones y divulgaciones de empresas mediante “puntos de referencia” que comparan su desempeño en materia de derechos humanos, protección ambiental, social y cuestiones de gobernanza. En especial, evaluaciones comparativas sobre derechos humanos como Corporate Human Rights Benchmark (CHRB), KnowTheChain (KTC) y Ranking Digital Rights (RDR) consideran cuestiones específicas sobre esta materia, y revisan cómo las empresas responden a los riesgos identificados para su protección, ayudando a las corporaciones a identificar brechas en sus esfuerzos de cumplimiento. Estos reportes tienen como objetivo proporcionar datos transparentes sobre el desempeño corporativo y permiten una mejor toma de decisiones, en particular para la comunidad inversora.

Tendencias modernas de inversión muestran que, inversionistas en especial del sector agrícola, están cada vez más atentos a los resultados de estos informes corporativos, y la gestión corporativa de estos riesgos en las cadenas globales de valor, y que estos impulsan con mayor fuerza sus decisiones. Orientar esfuerzos a proteger derechos humanos demuestran un buen desempeño en este *benchmarking*, lo cual puede mejorar el acceso de una empresa a capital, en particular de los grupos de inversores que utilizan estos resultados de referencia en sus decisiones de inversión (CONNELLAN *et al.*, 2020, p. 6). Un reporte reciente de la consultora EY (MATHEW, 2017, p. 6) sobre las opiniones de inversores institucionales acerca de la relación entre el desempeño no financiero de compañías y la toma de decisiones de inversión indica que, la importancia de este desempeño y, en particular, las estrategias relacionadas con las prácticas ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) de las empresas se ha incrementado considerablemente, pues ello ayuda a satisfacer las necesidades de los inversores informándoles de los aspectos ambientales, sociales y económicos más destacados que podrían afectar la capacidad de su empresa para generar valor a largo plazo, y qué pasos está tomando para gestionarlos.

En igual sentido, instituciones crediticias que han adoptado los Principios de Ecuador⁵ (PE), también consideran cuestiones ambientales y de derechos humanos en sus decisiones de financiamiento, de ahí la importancia de consolidar una protección en estos asuntos. Estos principios, en su tercera generación, contienen referencias directas a la existencia de políticas de *compliance* y *due diligence* en materia de derechos humanos (WÖRSDÖRFER, 2015, p. 496). Con esto, el acceso a recursos crediticios en EPFI será mucho más alcanzable si las corporaciones integran en sus actividades políticas y acciones de protección a derechos humanos.

2.2 IMPACTO REPUTACIONAL

La reputación de una empresa es el resultado de un proceso de comparación entre los objetivos, valores y metas de la organización por un lado, y su comportamiento y acciones de acuerdo con las expectativas de los grupos de interés por el otro (AMBROISE; PRIM-ALLAZ, 2017, p. 67). Si bien existen varios niveles de reputación corporativa, se destaca la reputación a nivel institucional, relacionada con los compromisos de la empresa con la sociedad y el territorio, marcada, entre otros factores, por el respeto hacia derechos humanos (FOMBRUN; PONZI; NEWBERRY, 2015, p. 7).

Investigaciones empíricas demuestran que la reputación a nivel institucional es un activo estratégico de construcción de legitimidad. Los comportamientos, valores y principios corporativos son los pilares sobre los que se construye

5 Estos principios son un conjunto de estándares adoptados voluntariamente por algunas instituciones financieras para identificar, evaluar y gestionar los riesgos sociales y ambientales derivados de grandes proyectos en la fase de financiación.

una corporación, y si estos valores son poderosos e incorporan el bienestar de la comunidad, las percepciones de las partes interesadas sobre la empresa serán positivas y tendrán un mayor sentido de confiabilidad corporativa, en lugar de si la cultura corporativa careciera de atributos socialmente responsables (SRIDHAR, 2012, p. 74). En otras palabras, al actuar de forma responsable y comunicarlo públicamente, las empresas demuestran su ciudadanía corporativa y, por lo tanto, generan confianza y reputación.

Se ha identificado que una buena reputación aumenta el acceso al capital y reduce los costos relacionados con acceso a créditos; reduce la disonancia cognitiva, ya que la reputación actúa como sustituto de la información, para los inversores privados; conduce a una mayor ponderación de las acciones de la empresa; genera mayores tasas de contratación y retención de empleados entre las empresas con mayor reputación; una reputación intacta da a los agentes más libertad para actuar, por el contrario, cuanto más sitiada la reputación de una institución, organización o junta ejecutiva, mayor es la presión para controlarlos y regularlos. En suma, la buena reputación corporativa es un activo escaso, valioso, sostenible y difícil de imitar para un competidor (SCHWAIGER; RAITHEL; SCHLODERER, 2009, p. 41).

En la medida que corporaciones de biotecnología agrícola incorporen en sus estrategias y acciones políticas de protección a derechos humanos, su ciudadanía corporativa se afectará positivamente, incrementándose al mismo tiempo su reputación y confianza. Buenas prácticas de derechos humanos dan como resultado una mejor moral del personal, lo que lleva a una mayor motivación, productividad y la capacidad de atraer y retener a los mejores empleados; crea entornos operativos más estables; y promueve mejores relaciones comunitarias. Las empresas que adoptan políticas explícitas de derechos humanos están mejor preparadas para prevenir abusos contra los derechos humanos y para hacer frente de manera eficaz a las denuncias de delitos contra los derechos humanos que puedan surgir (CASTAN CENTRE FOR HUMAN RIGHTS LAW; INTERNATIONAL BUSINESS LEADERS FORUM; OFFICE OF THE UNITED NATIONS HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS, 2008, p. VIII).

2.3 IMPACTO COMERCIAL

Considerando que, en la industria de la biotecnología agrícola, debido a la falta de certeza sobre los efectos de los alimentos e insumos producidos a partir de productos GM sobre la salud e inocuidad alimentaria, la preferencia de muchos consumidores hacia el consumo de este tipo de productos no es lo suficientemente alta, es preciso buscar estrategias que acerquen a los compradores y permita transformar las preferencias y tendencias de consumo. Para alcanzar este fin, debe analizarse lo siguiente: (i) existe un vínculo positivo entre protección a derechos humanos e impacto reputacional, de forma que, a mayor respeto por derechos humanos se mejora la reputación y confianza en la corporación; (ii) en la medida que

exista una reputación favorable, esto permite la atracción de más consumidores y la formación de barreras de movilidad dentro de una industria, generando efectos positivos directos e indirectos sobre la rentabilidad de las empresas (BASDEO *et al.*, 2006, p. 1206).

Estudios de Castaldo *et al.* (2009, p. 13) demuestran que los consumidores están especialmente atentos a la reputación de una empresa en cuanto a sus intentos por satisfacer las necesidades de los consumidores y proteger sus derechos e intereses, y que, las empresas con orientación social pueden lograr una ventaja competitiva en aquellas áreas donde la confianza es crucial para determinar las opciones de los consumidores. En similar sentido, Bianchi, Bruno e Sarabia-Sánchez (2019, p. 216) indican que políticas y estrategias de responsabilidad social corporativa (RSC)⁶ tienen la capacidad de tener un impacto a corto plazo, al fomentar las intenciones de compra, y un efecto a largo plazo, al ayudar a desarrollar el capital de reputación de la empresa, que puede proporcionar una ventaja competitiva. Cuando las empresas adoptan este tipo de estrategias, los consumidores están dispuestos a ser leales a la marca, así, políticas de responsabilidad son fuente de ventaja competitiva, reflejada en el incremento del valor de marca y el posicionamiento diferencial a través de un mayor reconocimiento por parte del consumidor de las acciones sociales de la empresa y la repercusión en el comportamiento de compra (RIVERA; BIGNE; CURRAS-PEREZ, 2019, p. 409).

Por otro lado, analizando los efectos de la implementación de acciones positivas de RSC sobre los precios, los resultados de investigaciones identifican la integración de la responsabilidad social, en el campo de la percepción de equidad de precios, como un motivo que contribuye a que un diferencial de precios sea juzgado como justo. Y, aparentemente, una compra que contribuya a la sensación de bienestar del consumidor, al tiempo que contribuye a la RSC, resulta aún más atractiva si además incluye un beneficio asociado al interés propio de este consumidor (acción social de impacto directo). En este campo opera una forma de razonar sobre la disposición de pagar más para contribuir a acciones de responsabilidad empresarial, dada la búsqueda del consumidor del placer derivado de la acción de hacer el bien a los demás (ABRANTES FERREIRA; GONÇALVES AVILA; DIAS FARIA, 2010, p. 218).

CONSIDERACIONES FINALES

En un contexto caracterizado por la globalización, digitalización e internacionalización, el crecimiento empresarial no puede entenderse aislado del logro de objetivos comunes y globales, como el alcance de un desarrollo sostenible. Por eso, industrias emergentes, como la biotecnológica, están llamadas a alinear sus

6 La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) es un concepto de carácter pluridimensional que afecta a distintos ámbitos de la gestión de la empresa: derechos humanos, prácticas de trabajo y empleo, protección de la salud, cuestiones medioambientales, lucha contra el fraude y la corrupción, intereses de los consumidores. (OBSERVATORIO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA, 2014, p. 7).

operaciones con estas metas. En especial, áreas como la biotecnología agrícola pueden contribuir a la protección de derechos humanos, pues sus actividades impactan una triada estrechamente relacionada: el derecho a una alimentación adecuada y segura, el derecho a la salud y el desarrollo rural equitativo, especialmente si se considera que, la agricultura desempeña un papel crucial en la reducción de pobreza desigualdades sociales y malnutrición.

Así, el enfoque de I&D en biotecnología agrícola debe estar direccionado a buscar nuevas fórmulas y estrategias que logren producir insumos y alimentos con especial foco en el mejoramiento de cultivos de uso de sectores menos favorecidos y en zonas rurales con menor desarrollo e industrialización, integrando a poblaciones especialmente protegidas por los derechos humanos, como campesinos y mujeres.

De igual forma, en aras de robustecer la confianza de los consumidores en productos GM, y garantizar que este tipo de productos estén alineados con la necesidad de inocuidad y seguridad alimentaria, que impacta en el derecho a la salud, la industria debe propender porque el análisis de gestión y administración de riesgos este orientado hacia la consolidación de estrategias y políticas integrales que aseguren toda la cadena de consumo de los productos, de tal manera que se minimicen riesgos y efectos secundarios desconocidos, sobretodo si se considera que los productos GM pueden ser una funcional estrategia para reducir costos de producción, asegurar el suministro global de alimentos y mejorar capacidades nutricionales actuales.

Lo anterior no puede alcanzarse sin la intervención de dos elementos: (i) una cooperación interinstitucional que involucre esfuerzos conjuntos de la academia e industria, así como la participación de gobierno, organizaciones internacionales y actores privados en actividades de I&D sobre biotecnología agrícola; y, (ii) la estructuración de políticas empresariales internas afines con los ODS, como son los programas de cumplimiento en derechos humanos, que orienten la misión organizacional hacia un desarrollo equitativo comprometido con el cuidado de generaciones actuales y futuras y el medio ambiente.

La implementación de las estrategias y acciones propuestas motivará en la maximización de beneficios no sólo hacia los externos relacionados (comunidad, trabajadores, consumidores), sino que también generará impactos positivos directos para las corporaciones, e indirectos para los accionistas e inversionistas, en tanto que, la alineación de operaciones y políticas organizacionales con asuntos propios de responsabilidad social corporativa, entre ellos, la protección a derechos humanos, acarrea beneficios en términos financieros, comerciales y reputacionales, tales como acceso a créditos, atracción de inversionistas, lealtad de los consumidores y ampliación de cuotas de mercado.

Por lo comentado, es vital que las corporaciones se inserten en estas dinámicas actuales, armonicen sus operaciones con intereses comunes generales y reorienten la búsqueda de beneficios organizacionales desde una mirada más amplia y social. Es necesario aún mayor compromiso desde el sector empresarial en la protección de derechos humanos, máxime en un escenario donde el bienestar general y el crecimiento económico están íntimamente relacionados.

REFERENCIAS

- ABRANTES FERREIRA, D.; GONÇALVES AVILA, M.; DIAS FARIA, M. Corporate social responsibility and consumers' perception of price. **Social Responsibility Journal**, v. 6, n. 2, p. 208-221, 2010.
- ADVISORY GROUP ON INTERNATIONAL COOPERATION. **Horizon 2020. Report for the Work Programme 2018-20**, The Framework Programme for Research and Innovation - Impact Assessment Report, Bruselas: European Commission, 2018.
- AGRONOMES VETERINARIES SANS FRONTIERES. **La seguridad alimentaria**: para políticas de desarrollo equitativo y sostenible, Paris: AVSF, 2001.
- AMBROISE, L.; PRIM-ALLAZ, I. Reputation Risk: Anticipation and Management of Reputation Failure. **Risk Management**, p. 65-83, 2017.
- BAĞLAYAN, B. *et al.* **Good Business**: the economic case for protecting human rights, Business and Human Rights (BHR) Young Researchers Summit, Frank Bold, and the International Corporate Accountability Roundtable (ICAR), 2018.
- BASDEO, D. *et al.* The Effect of Firm Compensation Structures on the Mobility and Entrepreneurship of Extreme Performers. **Strategic Management Journal**, v. 27, p. 1205-1219, 2006.
- BAWA, A. S.; ANILAKUMAR, K. R. Genetically modified foods: Safety, risks and public concerns – A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 6, p. 1035-1046, 2013.
- BERTONI, D. *et al.* Recent contributions of agricultural economics research in the field of sustainable development. **Agriculture**, v. 8, n. 12, 2018, p. 1-20.
- BIANCHI, E.; BRUNO, J. M.; SARABIA-SANCHEZ, F. J. The impact of perceived CSR on corporate reputation and purchase intention. **European Journal of Management and Business Economics**, v. 28, n. 3, p. 206-221, 2019.
- BOSSIER, P.; EKASARI, J. Biofloc technology application in aquaculture to support sustainable development goals. **Microbial Biotechnology**, v. 10, n. 5, p. 1012-1016, 2017.
- BUSINESS LEADERS INITIATIVE ON HUMAN RIGHTS; OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS; UNITED NATIONS GLOBAL COMPACT. **A Guide for Integrating Human Rights into Business Management**, p. 1-44, 2006.
- CASTALDO, S. *et al.* The missing link between corporate social responsibility and consumer trust: The case of fair trade products. **Journal of Business Ethics**, v. 84, n. 1, p. 1-15, 2009.

- CASTAN CENTRE FOR HUMAN RIGHTS LAW; INTERNATIONAL BUSINESS LEADERS FORUM; OFFICE OF THE UNITED NATIONS HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS. **Human Rights Translated: a business reference guide**, 2018.
- CHRISPEELS, M. J. Biotechnology and the poor. **Plant Physiology**, v. 124, n. 1, p. 3-6, 2000.
- COHRSEN, J. J.; MILLER, H. I. We Need Smarter Regulation of Food and Agricultural Biotechnology, **Regulatory Transparency Project**, p. 1-13, 2018.
- CONNELLAN, C. et al. **Human rights benchmarks: Corporate performance rankings on the rise**. WhiteCase, 2020.
- D. GRAFF, G.; HAMDAN-LIVRAMENTO, I. The Global Roots of Innovation in Plant Biotechnology. **Economic Research Working Paper**, n. 59, 2019.
- DADGARNEJAD, M.; KOUSSER, S.; MOSLEMI, M. Genetically modified foods: Promises, challenges and safety assessments. **Applied Food Biotechnology**, v. 4, n. 4, p. 193-202, 2017.
- DE SOUSA, A. G.; BRAGA, M. J.; MEYER, L. F. F. Impact of Cooperation on the R&D Activities of Brazilian Firms. **Procedia Economics and Finance**, v. 24, p. 172-181, 2015.
- DOMINGO, J. Safety assessment of GM plants: An updated review of the scientific literature. **Food and Chemical Toxicology**, v. 95, p. 12-18, 2016.
- DONA, A.; ARVANITOYANNIS, I. S. Health risks of genetically modified foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, n. 2, p. 164-175, 2009.
- FERNÁNDEZ, F. et al. Agricultural Nanobiotechnology. **Agricultural Nanobiotechnology**, 2018, p. 3-16.
- FOMBRUN, C. J.; PONZI, L. J.; NEWBURY, W. Stakeholder tracking and analysis: The RepTrak® System for measuring corporate reputation. **Corporate Reputation Review**, v. 18, n. 1, p. 3-24, 2015.
- HALL, A. et al. Why Research Partnerships Really Matter: Innovation Theory, Institutional Arrangements and Implications for Developing New Technology for the Poor. **World Development**, p. 783-797, 2001.
- HILBECK, A. et al. No scientific consensus on GMO safety. **Environmental Sciences Europe**, v. 27, n. 1, 2015.
- INTERNATIONAL COUNCIL OF BIOTECHNOLOGY ASSOCIATIONS (ICBA). **Biotechnology: effective solutions for sustainable development**, p. 1-2, 2015. Disponível em: <https://en.unesco.org/news/biotechnology-effective-solutions-sustainable-development>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- LAKHAN, R.; MONDAL, S. **Biotechnology for Sustainable Agriculture**. London: Woodhead Publishing, 2017.

- LEIGHTON, J. Science, medicine and the future. Genetically modified foods. **Biotechnology in Agriculture and Food Processing: Opportunities and Challenges**, Boca Ratón, CRC Press, p. 581-584, 1999.
- LOCATELLI, G. Biological Control as a Tool for Sustainable Development: For Increase the Distribution and Income Generation. **Bioeconomy for Sustainable Development**. Springer, p. 53-60, 2020.
- MACKENZIE, R. The International Regulation of Modern Biotechnology. **Year-book of International Environmental Law**, v. 13, n. 1, p. 97-163, 2002.
- MATHEW, N. Is your nonfinancial performance revealing the true value of your business to investors? **EY**, p. 1-29, 2017. Disponível em: https://www.ey.com/en_gl/assurance/is-your-nonfinancial-performance-revealing-the-true-value-of-your-business. Acesso em: 10 ago. 2020.
- MECHLEM, K.; RANEY, T. Agricultural Biotechnology and the Right to Food. **Biotechnologies and International Human Rights**. Oregon: Hart Publishing Inc., 2007. p.131-160.
- MEDINA, J.; ORTEGA, M. **El derecho humano a la alimentación adecuada en la agenda de los objetivos de desarrollo sostenible**, XIX Reunión de Economía Mundial, 2017.
- MURPHY, S.; SCHIAVONI, C. Diez años tras la crisis alimentaria mundial: afrontar el reto del derecho a la alimentación, **Red Mundial por el Derecho a la Administración y a la Nutrición**, p. 18-31, 2017.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE ENGINEERING AND MEDICINE. **Preparing for future products of biotechnology**, Washington DC: The National Academies Press, 2017.
- NAWAZ, M. A. *et al.* Addressing concerns over the fate of DNA derived from genetically modified food in the human body: A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 124, p. 423-430, 2019.
- NIELSEN, C. P.; THIERFELDER, K.; ROBINSON, S. Genetically modified foods, trade, and developing countries. **Agriculture and the New Trade Agenda: Creating a Global Trading Environment for Development**, p. 429-457, 2004.
- OBSERVATORIO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA. Introducción a la Responsabilidad Social Corporativa, **Observatorio de RSC**, 2014.
- OFICINA DEL ALTO COMISIONADO PARA LOS DERECHOS HUMANOS DE LAS NACIONES UNIDAS. **The Right to Health**. Fact Sheet No 3, 2008.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. **Genetically modified organisms, consumers, food safety and the environment**, 2001.

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. **Transforming food and agriculture to achieve the SDGs**, 2018.
- ORGANIZACIÓN PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y LA COOPERACIÓN (OCDE). **Safety evaluation of foods derived by modern biotechnology: Concepts and Principles**, 1993.
- OZOR, N.; IGBOKWE, E. Roles of agricultural biotechnology in ensuring adequate food security in developing societies. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 14, p. 1597-1602, 2007.
- RIVERA, J. J.; BIGNE, E.; CURRAS-PEREZ, R. Efeitos da responsabilidade social corporativa na lealdade do consumidor com a marca. **Revista Brasileira de Gestao de Negocios**, v. 21, n. 3, p. 395-415, 2019.
- SCHWAIGER, M.; RAITHEL, S.; SCHLODERER, M. Recognition or rejection. How a company's reputation influences stakeholder behaviour. In: **Reputation Capital. Building and Maintaining Trust in the 21st Century**. Berlin: Springer, 2009.
- SCIENCE ETHICS AND HUMAN RIGHTS WORKING GROUP. **Intersections of Science, Ethics and Human Rights: The Question of Human Subjects Protection**. Washington: Organización de Estados Americanos, 2012.
- SOLLEIRO, J. L. *et al.* Innovation in the Agri-Food Sector in Latin America and the Caribbean. **The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World**, p. 143-149, 2017.
- SRIDHAR, K. The relationship between the adoption of triple bottom line and enhanced corporate reputation and legitimacy. **Corporate Reputation Review**, v. 15, n. 2, p. 69-87, 2012.
- TAYLOR, A. L. Global governance, international health law and WHO: Looking towards the future. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 80, n. 12, p. 975-980, 2002.
- TUTELYAN, V. **Genetically Modified Food Sources**. Cambridge: Academic Press, 2013.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; INSTITUTE FOR HUMAN RIGHTS AND BUSINESS. **Human Rights and sustainable finance. Exploring the relationship. Inquiry Working Paper**. p.1-86 2016. Disponível em: <https://www.theguardian.com/world/2017/jun/04/honduras-dam-activist-berta-caceres>. Acesso em: 13 ago. 2020.
- VERMA, A.; KHANAM, Z. Phytonanotechnology and agriculture. **Phytonanotechnology**, p. 289-301, 2020.
- WÖRSDÖRFER, M. 10 Years' Equator Principles: A Critical Appraisal. **Springer**, n. 54, p. 475-503, 2015.
- ZILBERMAN, D. *et al.* Technology and the future bioeconomy. **Agricultural Economics**, v. 44, n. SUPPL1, 2013, p. 95-102.

O TRATAMENTO DAS ÁGUAS CATARINENSES FRENTE AOS AGROTÓXICOS E A SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO DE UM (POSSÍVEL) ECOCÍCIO HÍDRICO

Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza¹

Maykon Fagundes Machado²

Nelson Alex Lorenz³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-2>

INTRODUÇÃO

Após a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88), o trato dos bens coletivos e transindividuais ganha uma relevância no ordenamento jurídico brasileiro, de forma que o Meio Ambiente por si só ganha um espaço destacado em nossa Lei Maior, a partir do artigo 225 da CRFB/88.

Nesse contexto abrangente, leia-se o Meio Ambiente, enfatizar-se-á aqui acerca do tratamento das águas, com enfoque regional no estado de Santa Catarina, com base em estudos e relatórios que demonstram índice preocupante de contaminação das águas com agrotóxicos, gerando-se obviamente um impacto em toda a Ecologia⁴.

1 Doutora e Mestra em “Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad” pela Universidade de Alicante - Espanha. Mestra em Ciência Jurídica pela UNIVALI – Brasil. Graduada em Direito pela UNIVALI - Brasil. Professora Permanente no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Jurídica, nos cursos de Doutorado e Mestrado e na Graduação no Curso de Direito da UNIVALI. Líder do Grupo de Pesquisa “Direito Ambiental, Transnacionalidade e Sustentabilidade” cadastrado no CNPq/EDATS/UNIVALI. Membro vitalício à Cadeira n. 11 da Academia Catarinense de Letras Jurídicas (ACALEJ). Membro Efetivo do Instituto dos Advogados Brasileiros (IAB). Advogada e Consultora Jurídica. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8118-1071>. E-mail: mclaudia@univali.br.

2 Mestrando em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Bolsista FAPES-C-UNIVALI. Pós-Graduando em Jurisdição Federal pela Escola da Magistratura Federal do Estado de Santa Catarina – ESMAFESC. Graduado em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, com o título Mérito Estudantil. Advogado. E-mail: adv.maykonfagundes@gmail.com.

3 Mestrando em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale de Itajaí – UNIVALI e em Direito da União Europeia pela Universidade do Minho – UMINHO (Braga, Portugal). E-mail: lorenz@edu.univali.br.

4 Ecologia é palavra proveniente do grego *oikos* (“lar”) – é o estudo do Lar Terra. Mais precisamente, é o estudo das relações que interligam todos os membros do Lar Terra. O termo foi introduzido em 1866 pelo biólogo alemão Ernst Haeckel, que o definiu como “a ciência das relações entre o organismo e o mundo externo circunvizinho”. Em 1909, a palavra *Umwelt* (“meio ambiente”)

Considerando-se as legislações brasileiras vigentes, o trato das águas deve ser analisado pelas instituições competentes de forma a garantir minimamente tanto a dignidade da pessoa humana, bem como dos próprios rios e do ambiente, como sendo esses detentores de direitos igualmente.

Nessa perspectiva, Morin (2015, p. 100) nos recorda que:

O mundo existe e, ao mesmo tempo, nós existimos no mundo. Não somos seres extravivos, não somos extra-animais ou extraprimatas, mas seres verdadeiramente supervivos, superanimais e superprimatas. A organização biológica, animal, mamífera encontra-se na natureza exterior, mas também em nossa natureza interior.

Considerar que tudo está interligado⁵ torna-se fundamental sob essa ótica, justamente por isto que, na presença de contaminação das águas, por vezes instaurada pelo próprio homem, esse mesmo acaba por ser lesionado futuramente. Ora, ocorre um ciclo de responsabilidades, e não há relação de independência entre o ser humano e o não humano/ambiente, mas sim de dependência – nos moldes da sustentabilidade⁶.

Partindo-se das premissas levantadas, analisando-se a fundamentalidade do cuidado com o bem comum⁷, destacam-se as águas catarinenses nesse contexto: verificar-se-á uma possível configuração de ecocídio hídrico, caso não sejam tomadas as devidas providências ambientais/sanitárias a médio-longo prazo.

Como problema, destaca-se a seguinte indagação: atualmente as águas catarinenses observam o princípio da sustentabilidade de forma a inibir quaisquer riscos e violações à saúde da coletividade?

Como *hipótese provisória*, responde-se que não, haja vista a constatação de ativos tóxicos nos leitos d'água, que levam a crer a inobservância dos pressupostos ecológicos hídricos por parte das autoridades constituídas, almejando-se, pois o despertar de uma Governança que atenda os interesses legítimos da sociedade.

Em suma, reitera-se que o presente estudo possui por *objeto* a análise do tratamento das águas catarinenses, considerada a problemática dos agrotóxicos

foi utilizada pela primeira vez pelo biólogo, o pioneiro da ecologia do Báltico Jakob von Uexküll [...] A concepção de ecossistema – definida hoje como “uma lógica” – moldou todo o pensamento ecológico subsequente e, como seu próprio nome, promoveu uma abordagem sistêmica da ecologia, conforme Capra (2006, p. 43).

5 “[...] Tudo está interligado. Por isso, exige-se uma preocupação pelo meio ambiente, unida ao amor sincero pelos seres humanos e a um compromisso constante com os problemas da sociedade” (FRANCISCO, 2015, p. 59).

6 [...] Neste sentido “sustentabilidade” é, em termos ecológicos, tudo o que a Terra faz para que um ecossistema não decaia e se arruine. Esta diligência implica que a Terra e os biomas tenham condições não apenas para conservar-se assim como são, mas também que possam prosperar, fortalecer-se e evoluir, conforme Boff (2015, p. 31).

7 [...] Pensar sobre os bens comuns exige, antes de tudo, uma postura central tipicamente global capaz de situar no centro do problema o problema do acesso igualitário das possibilidades que o planeta nos oferece. Uma perspectiva desse sentido suscita perguntas difíceis de contestar para quem opera numa fé inabalável sobre a constante depredação dos recursos naturais [...], conforme Mattei (2013, p. 16-17).

identificados nos rios e leitos, frente ao modelo de sustentabilidade vigente no Brasil.

Partindo da técnica do referente⁸, figura como *objetivo geral* analisar o tratamento das águas catarinenses encontra-se atualmente em consonância com o princípio da sustentabilidade, haja vista a constatação de agrotóxicos nos rios e leitos, conforme se exporá no decorrer deste relato de pesquisa.

Como *objetivo específico*, pretende-se identificar a configuração de um possível ecocídio hídrico, considerando-se que o não cuidado das águas catarinenses pode repercutir na qualidade de vida futura dos cidadãos, violando-se direitos fundamentais e, sobretudo, infringindo o basilar pressuposto da sustentabilidade.

Para se desenvolver a base lógica deste artigo, na fase de investigação, foi utilizado o Método Indutivo⁹.

As técnicas de pesquisa acionadas para se cumprir com a finalidade proposta pelo método eleito são as de Pesquisa Documental e Bibliográfica¹⁰, a Categoria¹¹ e o Conceito Operacional¹².

As adoções dessas últimas ferramentas são necessárias para se estabelecer, com clareza necessária, o Acordo Semântico¹³ entre os escritores e o leitor(es) a fim de se estabelecer, minimamente, quais são os pressupostos teóricos que conduzem o desenvolvimento, inclusive ideológico¹⁴, deste estudo.

Justifica-se a presente pesquisa pela atualidade e pertinência, haja vista que os dados recentes a serem expostos no presente relato de pesquisa possuem significativa constatação a fim de deixar as autoridades e instituições em alerta no que tange ao trato das águas catarinenses, principalmente nos moldes da sustentabilidade e da prevenção de um ecocídio hídrico.

Busca-se, ainda como propósito, causar uma reflexão e contribuir para o esclarecimento do(a) leitor(a) acerca deste relato de pesquisa, a fim de que este se

8 A perspectiva conceitual da Técnica do Referente, entendida como a “[...] explicitação prévia do motivo, objetivo e produto desejado, delimitando o alcance temático e de abordagem para uma atividade intelectual, especialmente para uma pesquisa”, foi extraída da obra *Metodologia da Pesquisa Jurídica* (PASOLD, 2015, p. 217).

9 “[...] base lógica da dinâmica da Pesquisa Científica que consiste em pesquisar e identificar as partes de um fenômeno e coleccioná-las de modo a ter uma percepção ou conclusão geral” (PASOLD, 2015, p. 213).

10 “[...] Técnica de investigação em livros, repertórios jurisprudenciais e coletâneas legais”. (PASOLD, 2015, p. 207).

11 “[...] palavra ou expressão estratégia à elaboração e/ou à expressão de uma ideia” (PASOLD, 2015, p. 205).

12 “[...] definição estabelecida ou proposta para uma palavra ou expressão, com o propósito de que tal definição seja aceita para os efeitos das ideias expostas” (PASOLD, 2015, p. 205).

13 “[...] ato pelo qual os envolvidos num processo comunicativo partilham os significados para as palavras e expressões que estão escrevendo ou falando” (PASOLD, 2015, p. 204).

14 “[...] vamos a entender por ideología a un cuerpo de ideas que expresan el funcionamiento deseable de la sociedad, por parte de un grupo humano o colectivo social. Implican una representación y evaluación político-social existente para un momento histórico determinado, plantean un tipo de sociedad ideal o deseable a que se aspira, y prescriben las acciones políticas que permitan, ya sea acercar lo existente con lo ideal [...]” (SAAVEDRA, 2009, p. 28).

conscientize com a causa comum, seja ela o trato das águas, bem como a preservação integral do Meio Ambiente, ciente de que quaisquer atitudes de preservação de nossa Casa Comum possuem significativa relevância. Aliás, se cada um fizesse sua parte, milhões fariam e obviamente todos ganhariam – tanto a presente como a futura geração.

1. OS AGROTÓXICOS NO BRASIL, DOS IMPACTOS E DO USO: DA VIOLAÇÃO DE DIREITOS FUNDAMENTAIS, NO PRESENTE E NO FUTURO

A lesividade dos ditos defensivos agrícolas, ora denominados aqui como se deve, agrotóxicos, ao longo dos anos tem sido objeto de debate e discussão; entretanto, estudos evidenciam de fato o potencial risco que esses ativos causam, ultrapassando-se o mero controle de pragas, e utilidade e cultivo e uso na água, a qual se alega serem destinados (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018, p. 522).

O início da expansão da distribuição e uso desses ativos tóxicos remonta mais de 50 anos atrás, com o despertar de uma Revolução Verde que teria por fim único ser útil à produtividade e à agricultura. Entretanto, os efeitos colaterais são deveras preocupantes, conforme:

A utilização em massa de agrotóxicos na agricultura se inicia na década de 1950, nos Estados Unidos, com a chamada ‘Revolução Verde’, que teria o intuito de modernizar a agricultura e aumentar sua produtividade. No Brasil, esse movimento chega na década de 1960 e, com a implantação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), ganha impulso na década de 1970. O programa vinculava a utilização dessas substâncias à concessão de créditos agrícolas, sendo o Estado um dos principais incentivadores dessa prática (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018, p. 523).

Terra (2008, p. 102) destaca que, por meados de:

[...]“1980/1990 intensificou-se a caducidade das patentes que protegiam os primeiros agrotóxicos produzidos no país. Isto permitiu que um número maior de empresas especializadas na produção de agrotóxicos com patentes expiradas ocupasse as margens do mercado.

Bombardi (2017, p. 33) eleva nossa preocupação quando esclarece que o Brasil, em um período posterior ao supracitado, leia-se de 2000 a 2014, experimentou um elevado crescimento de aproximadamente 300% no consumo de agrotóxicos.

Haja vista a política do agro no Brasil, que se direciona para a produção, estima-se que ocupemos o ranking nos primeiros lugares de consumidores de agrotóxicos, com cerca de 19%, perdendo-se apenas para os Estados Unidos da América (HESS, 2018, p. 129).

No que se refere ao aspecto legal, a matéria dos agrotóxicos está prevista na Lei de n. 7.802/1989 (BRASIL, 1989) e segue regulamentada pelo Decreto Federal de n. 4.074/2002 (BRASIL, 2002).

Com a referida legislação regulamenta-se o uso, no cultivo agrícola e, principalmente em tese, sendo útil contra pragas e insetos que destroem plantações. Contudo, veja-se que, nesse dito combate, acabam por ocorrer as contaminações dos alimentos, podendo causar posteriormente sérios riscos à saúde.

Apesar das graves consequências apontadas e debatidas durante os anos, infelizmente ainda assim inúmeros Projetos de Lei acabam por tramitar com o intuito de facilitar ainda mais a disseminação de agrotóxicos no país, a exemplo do PL 6.299/2002.

De acordo com Lenza (2017, p. 1109), entretanto:

Os direitos fundamentais são aplicados de maneira reflexa, tanto de uma dimensão proibitiva e voltada para o legislador, que não poderá editar lei que viole direitos fundamentais, como, ainda, positiva, voltada para que o legislador implemente os direitos fundamentais, ponderando quais devem aplicar-se às relações privadas.

A edição de leis que visam degradar o Meio Ambiente, dentre outros direitos fundamentais como a saúde, atualmente representam por si só um regresso constrangedor e preocupante, ao ponto de se cogitar a aplicabilidade do comentado princípio da vedação ao retrocesso.

Segundo preconiza Mendes (2017, p. 696), a finalidade do texto normativo deveria ser a proteção do cidadão, principalmente no que se refere à saúde, e não o inverso, favorecendo-se terceiros com interesses escusos:

O dispositivo constitucional deixa claro que, para além do direito fundamental à saúde, o dever fundamental de prestação de saúde por parte do Estado (União, Estados, Distrito Federal). O dever de desenvolver políticas públicas que visem a redução de doenças, a promoção, a proteção e a recuperação da saúde está expresso no art. 196. Essa é uma atribuição comum dos entes da federação, consoante a art. 23.II, da constituição.

Sob essa ótica, caso se cogite a hipótese de implementação de Lei que viole os ditames constitucionais básicos da saúde, entende-se que tal emergente diploma careceria de plena inconstitucionalidade.

Ademais, há de considerar os riscos que surgem com esse comentado avanço para com a agricultura, principalmente na perspectiva de Beck (2011, p. 26) quando disserta que:

[...] os riscos e ameaças atuais diferenciam-se, portanto, de seus equivalentes medievais, com frequência semelhantes por for a, fundamentalmente por conta da globalidade de seu alcance (ser humano, fauna, flora) e de suas causas modernas. São riscos da modernização. São um produto de série do maquinário industrial do progresso, sendo sistematicamente agravados com seu desenvolvimento ulterior.

Ora, com a referida Revolução Verde que (em tese) seria um sucesso, trouxeram a tona uma série de riscos à sociedade¹⁵, confirmando-se a teoria de Beck¹⁶ que sempre ressalta, conforme acima, que na iminência de potenciais avanços da indústria, não se medem as consequências, se faz tudo pelo lucro desenfreado, pela produção em larga escala, e acaba-se por esquecer, lamentavelmente, até mesmo da própria subsistência da espécie – de forma sadia e harmônica com o ambiente.

Dentre os riscos ao ser humano, vejam-se estes de forma crônica e aguda, viabilizados tragicamente por intoxicações – sinais de que há fundamento quando se afirma pela lesividade dos agrotóxicos, conforme relatório disponibilizado pelo INCA (2015):

[...] As intoxicações agudas provenientes dos agrotóxicos são caracterizadas por efeitos como irritação da pele e olhos, coceira, cólicas, vômitos, diarreias, espasmos, dificuldades respiratórias, convulsões e podem até mesmo levar a morte. Já os efeitos associados à exposição crônica aos ingredientes ativos são: infertilidade, impotência, aborto, malformações, neurotoxicidade, desregulação hormonal, efeitos sobre o sistema imunológico e câncer.

Aponta-se a gravidade dos danos, conforme acima, não de forma aleatória, mas sim para situar o leitor do potencial impacto da proliferação de agrotóxicos – inclusive presentes nas águas, conforme se exporá a seguir, sejam eles permitidos ou não no Brasil, ademais porque se sabe que nossos índices permissivos – ainda que em sua quantidade mínima, não seriam aceitos de forma alguma na União Europeia e nos demais Estados desenvolvidos pelo mundo, eis a razão da análise crítica.

A fim de que se solucionem tais impasses que surgem ao degradar tanto a vida, como o Meio Ambiente, aponta-se utopicamente que a solução seria a implementação de um modelo de Governança Sustentável coerente, em que se teria como agenda a dignidade da pessoa humana e os direitos fundamentais, sejam eles sim do Homem e, inclusive, do não humano, na forma do ecocentrismo – leia-se a compreensão da interligação do ser humano/natureza, no centro.

Conforme Santos (1997), entende-se Governança como sendo o:

[...] modo pelo qual os governos articulam e coordenam suas ações, em cooperação com os diversos atores sociais e políticos e sua forma de organização

15 “A sociedade, enquanto fenômeno humano, decorre da associação de homens, da vida em comum, fundada na mesma origem, nos mesmos usos, costumes, valores, cultura e história. Constitui-se sociedade no e pelo fluxo das necessidades e potencialidades da vida humana; o que implica tanto a experiência da solidariedade, do cuidado, quanto da oposição, da conflitividade. Organização e caos são polos complementares de um mesmo movimento – dialético – que dá dinamismo à vida da sociedade” (DIAS apud BARRETO, 2010, p. 487).

16 “[...] De um lado, muitas ameaças e destruições já são reais e irreais. De um lado, muitas ameaças e destruições já são reais: rios poluídos ou mortos, destruição florestal, novas doenças etc. De outro lado, a verdadeira força social do argumento do risco reside nas ameaças projetadas no futuro. São, nesse caso, riscos que, quando quer que surjam, representam destruições de tal proporção que qualquer ação em resposta a elas se torna impossível [...]” (BECK, 2010, p. 40).

institucional. Uma boa governança é requisito essencial para o desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico, a equidade social e direitos humanos sob o prisma da igualdade.

Em suma, a cooperação das instituições torna-se fulcral nessa empreitada contra os desmandos antivida instaurados em nosso país, conforme salienta Trennpohl (2017, p. 32) quando lembra que: “a cooperação das instituições, e não somente do estado, tornou-se necessária, inclusive sob pena de configurar uma 'unilateral estatização do ambiente'”.

Parte-se, pois, após essa abordagem introdutória, sem pretensão de esgotamento da temática, para a análise da constatação desses ativos tóxicos, presentes (além de alimentos e vegetações), igualmente em corpos d'água, de forma a infringir com o Princípio basilar da Sustentabilidade¹⁷, conforme se exporá a seguir.

2. DA ANÁLISE DAS ÁGUAS CATARINENSES: A PRESENÇA DOS AGROTÓXICOS NOS RIOS E A NECESSÁRIA OBSERVÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE

Infelizmente, o cenário das águas brasileiras encontra-se em situação não adequada em diversas localidades. Aranha e Rocha (2019) salientam nesse sentido, haja vista que 25% da água disponibilizada por sistemas municipais de abastecimento encontram-se atualmente com diversos resíduos de ativos de agrotóxicos – potencial risco à saúde da coletividade.

Coloca-se aqui como abrangência a delimitação regional no estado de Santa Catarina, e aponta-se que recentemente o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC), por intermédio de Programa Institucional referente ao tratamento e qualidade da água catarinense, constatou diversas irregularidades, como a presença de ativos tóxicos nas águas catarinenses.

Diversos pesquisadores se debruçaram sobre os relatórios que apontam dados valiosos, a fim de alertar as autoridades e instituições acerca do potencial dano à saúde que pode ser enfrentado.

Souza e Lorenz (2020, p. 302) foram pesquisadores que igualmente retrataram a presente situação evidenciada no estado de Santa Catarina – em alguns municípios, senão vejamos:

[...] Outro aspecto relevante dos resultados é multiplicidade de agrotóxicos encontrados numa mesma amostra. No município de Rio do Sul, um dos locais das coletas, foram identificados sete resíduos ao mesmo tempo: atrazina,

17 "O discurso da sustentabilidade busca reconciliar os contrários da dialética do desenvolvimento: o meio ambiente e o crescimento econômico. Este mecanismo ideológico não significa apenas uma volta de parafuso a mais da racionalidade econômica, mas opera uma volta e um torcimento da razão; seu intuito não é internalizar as condições ecológicas da produção, mas proclamar o crescimento econômico como um processo sustentável, firmado nos mecanismos do livre mercado como meio eficaz de assegurar o equilíbrio ecológico e a igualdade social" (LEFF, 2001, p. 26-27).

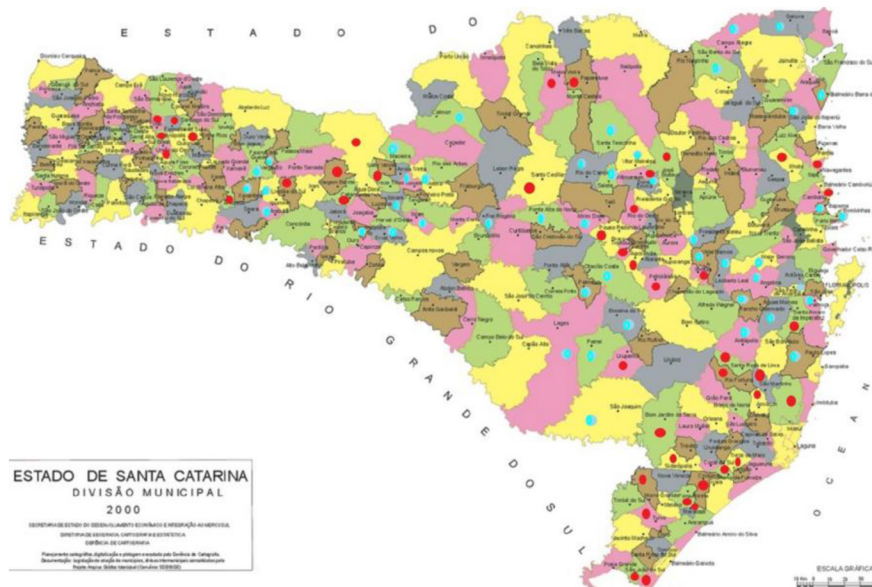
diurom, imidacloprido, metalaxil-m, metalacloro, tebuconazol e triflumurom. Somados os quantitativos de cada ingrediente ativo, a amostra continha 1,153 $\mu\text{g/L}$ (microgramas por litro) de agrotóxicos. [...]

Na água tratada de Balneário Camboriú e Camboriú descobriu-se concentração de 0,644 $\mu\text{g/L}$ (microgramas por litro) do herbicida 2,4-D, considerado extremamente tóxico (Figura 1), que limite máximo de resíduo 300 vezes superior ao da União Europeia.

Considerados os dados levantados, conforme acima, ainda o MPSC se valeu de parecerista que interpretara os resultados da análise. Trata-se da Doutora em Química, Sonia Corina Hess (2020, p. 01-02) que, no Parecer Técnico n. 01/2020, destacou que:

[...] Foi aferida a presença de agrotóxicos nas águas de sistemas de abastecimento localizados em 43 municípios, provenientes de 41 sistemas de abastecimento e 4 mananciais. Na **Tabela 4.2** são listados os 88 municípios que tiveram águas de abastecimento amostradas e submetidas a análises químicas visando aferição da presença de princípios ativos de agrotóxicos em 2019, reunidos segundo as respectivas microrregiões, e o número de agrotóxicos aferidos em cada análise.

Ademais, veja-se a tabela trazida por HESS, (2020, p. 08):



Conforme **figura 4.1** *ipsis litteris*: mapa de Santa Catarina em que são indicados, em vermelho, os municípios que apresentaram pelo menos um princípio ativo de agrotóxicos na água de abastecimento e, em azul, aqueles em que não foi aferida a presença de tais substâncias.

Veja-se acima que os indicadores demonstram um atualizado potencial risco à saúde dos catarinenses. Entretanto, desde 2019 Hess (2019) igualmente já constataria, dentre outras, substâncias tóxicas inclusive banidas da União Europeia e largamente utilizadas no Brasil, conforme:

- atrazina (7 municípios): Coronel Freitas, Rio do Sul, Porto União, Mafra, Itaiópolis, Rio Negrinho e Schroeder;
- metolaclo (7 municípios): Ituporanga, Rio do Sul, Mafra, Rio Negrinho, Schroeder, Jaguaruna e Ilhota;
- simazina (3 municípios): Coronel Freitas, Mafra e Orleans.
- permetrina (2 municípios): Balneário Gaivota e Itapema;
- bromopropilato (1 município): Itapema;
- propargite (1 município): Itapema; e
- propiconazol (1 município): Massaranduba

Considerados tais dados, imperioso salientar novamente que o Brasil possui legislação que versa sobre águas: trata-se da Lei Federal n. 9.433/1977, com objetivos fixados em seu artigo segundo:

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

Note-se que a observância de tal diploma torna-se fundamental; aliás, esse se espelha na CRFB/88, especificamente em seu artigo 21º, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), sendo tal legislação referência no que se refere à temática. Desse modo, a relevância em cumprir tanto com os ditames constitucionais e infralegais torna-se fulcral nesse cenário.

Ainda que em nossa regulamentação seja permitida determinadas quantidades de ativos tóxicos, veja-se que, em uma comparação com outros países, somos deficitários no que se refere ao assunto. Senão veja-se o comparativo de alguns ativos encontrados nos rios catarinenses com a União Europeia:

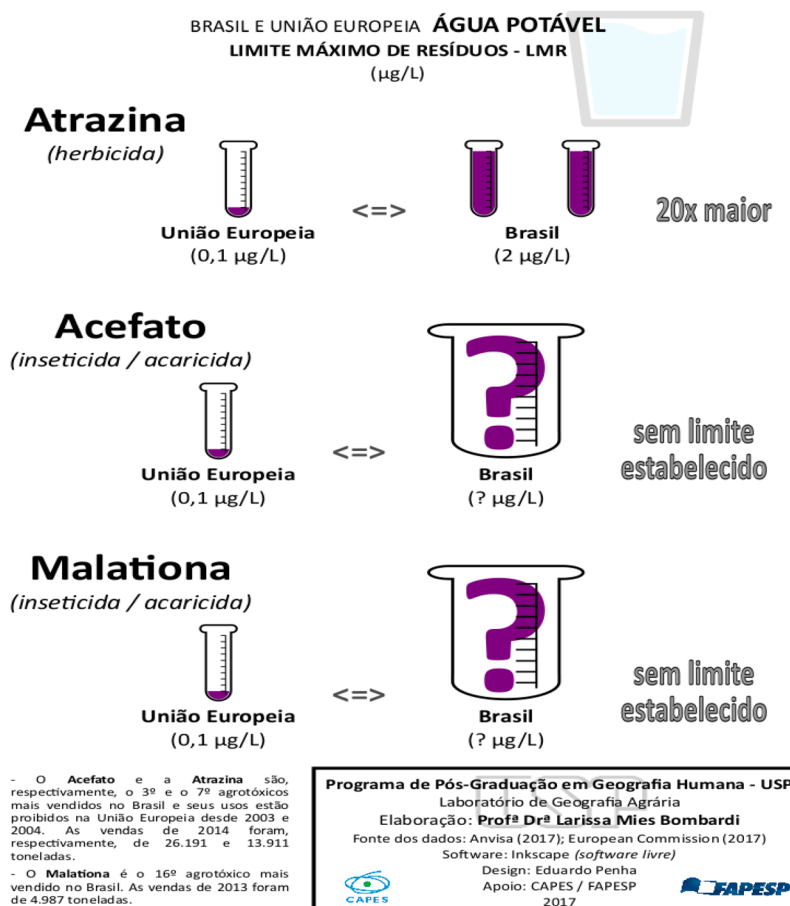


Figura 02: Comparativo Brasil e UE a respeito do limite máximo de resíduos (LMR) para atrazina, acefato e malationa na Água Potável, expresso em micrograma por Litro.

Fonte: comparativo elaborado pela Profª Dra. Larissa Mies Bombardi e apresentada na palestra proferida no Seminário sobre Agrotóxicos nos Alimentos, na Água e na Saúde⁴⁶, promovido pelo Ministério Público de Santa Catarina (MPSC), em Florianópolis, nos dias 25 e 26 de março de 2019. Extraído de: Lorenz e Locateli, Análises de agrotóxicos na água tratada: reflexões à luz da precaução ambiental, da sustentabilidade e da transnacionalidade, *In*: Anais do 14º Seminário Internacional de Governança e Sustentabilidade Universidade de Alicante – Espanha Maio 2019, p. 477.

Em suma, revela-se e denuncia-se aqui a disparidade do descaso em âmbito nacional e regional acerca do tratamento das águas, haja vista legislação vigente que possui claro teor protetivo em prol da coletividade presente e futura.

Conclui-se, neste item, portanto que, em um aspecto comparativo em âmbito internacional, carecemos de reajustes em nossas políticas nacionais, regionais, bem como na efetividade em proteção de nossos bens comuns nos moldes da sustentabilidade.

A partir dessas constatações, verificar-se-á, a seguir, a possibilidade de configuração de um ecocídio hídrico, caso as devidas precauções e prevenções não sobrevenham no formato de uma Governança Sustentável responsável, interessada no resguardo dos Direitos Fundamentais, leia-se principalmente o Direito à Vida de qualidade, tanto no presente como no futuro.

3. DO CRIME CONTRA A HUMANIDADE: A EXTENSÃO DO DANO AMBIENTAL SEM FRONTEIRAS E A CONFIGURAÇÃO DE UM ECOCÍDIO HÍDRICO

Conforme evidenciado nesse relato de pesquisa, a evolução dos Direitos Fundamentais no Brasil, com a promulgação da CRFB/88, afetou inclusive a temática ambiental, trazendo-se novas conceituações e avanços referentes à proteção do Meio Ambiente.

A degradação dos rios e mares por agrotóxicos, conforme constatado mediante estudo sistemático realizado perante todo o estado de Santa Catarina poderia evidenciar um possível ecocídio hídrico, a ser exposto a seguir nas fundamentações.

A denominação ecocídio já vem sendo discutida por anos, inclusive o grupo ERADICATING ECOCIDE apresentara uma conceituação para a categoria, sobretudo de forma a tentar encaixá-la no rol dos crimes contra a humanidade:

El delito de Ecocidio es:

“Cualquier acto u omisión cometido imprudentemente en tiempos de paz o de conflicto por cualquier persona de alto rango en el curso de la actividad del Estado, de una empresa, o de cualquier otra entidad que cause o contribuya a una grave perdida o daño ecológico, climático o cultural o a la destrucción del ecosistema o ecosistemas de un territorio o territorios determinados, de manera que el disfrute pacífico por parte de los habitantes se haya visto o vaya a verse gravemente menoscabado (ERATICATING ECOCIDE, 2020).

Nessa perspectiva, Gordilho e Ravazzano (2017, p. 698), lembram que somente havendo um dano ambiental que atinja de forma grave e sistêmica a população sem quaisquer precauções se poderia pensar no enquadramento no artigo 7º do Estatuto de Roma. Coincidentemente, o caso que esses autores colocam é idêntico ao que se discute:

Assim, para que a prática do ecocídio seja considerada um crime contra a humanidade, a acusação deve provar de que conduta praticada foi um ataque generalizado ou sistemático que provocou um dano ambiental o qual, por sua vez, resultou em um grave comprometimento da saúde física ou mental de uma população civil – **como por exemplo, o lançamento deliberado de um produto tóxico em um rio que abasteça a população local** – caso contrário, estar-se-á

admitindo a analogia *in malam partem*, proibida nos Estados Democráticos de Direito (grifo do autor).

Freeland (2005, p. 135) segue no mesmo sentido, considerando-se que a referida definição encontrada no Estatuto de Roma poderia incluir o ecocídio, inclusive hídrico – conforme se propõe, a ser apreciado pelo Tribunal Penal Internacional (TPI):

Quer parecer, porém, que a definição constante do Estatuto de Roma facultaria inserir os crimes ambientais em seu âmbito. As opções mais prováveis nesse sentido seriam os atos enquadrados nos Artigos 7º (1)(h) e 7º (1)(k) do Estatuto de Roma. O Artigo 7º (1)(h) refere-se à “[...] perseguição de um grupo ou comunidade que possa ser identificado, por motivos políticos, raciais, nacionais, étnicos, culturais, religiosos ou de gênero, [...] ou em função de outros critérios universalmente reconhecidos como inaceitáveis no direito internacional [...]”. No Artigo 7º (2)(g) a caracterização dos grupos é mais ampla do que para o Crime de Genocídio. O termo “perseguição” vem definido como “privação intencional e grave de direitos fundamentais em violação do direito internacional [...]”.

Comprovando-se, pois os elementos do crime, seja este a manifesta degradação do ambiente de forma sistêmica/generalizada, contra a população civil, se propõe aqui enquadrar o evidenciado crime, caso não haja providências das autoridades responsáveis, considerando-se, sobretudo, o abalo na saúde dos afetados a médio-longo prazo, inclusive na hipótese de responsabilidade internacional.

Ademais, imperioso dizer que o Meio Ambiente não se trata de bem exclusivamente local, regional ou nacional, mas sua importância repercute em todo o mundo, logo, havendo o referido dano e tendo esse repercussão apta a abalar todo o ecossistema em nível internacional, cabível a configuração do ecocídio, seja ele em terra, água, ou ar.

Trennepohl (2017, p. 30-31), acerca da transnacionalidade do dano ambiental, destaca que:

Hoje os efeitos de qualquer impacto ambiental transcendem as linhas geográficas imaginárias dos Estados. Principalmente os problemas relacionados à poluição atmosférica, que ganharam contornos mais acentuados após a Segunda Guerra, a exemplo da chuva ácida e dos *fogs* e *smogs*, acentuadamente na Inglaterra e na Alemanha, e do efeito estufa (*greenhouse effect*), de proporções globais.

No Brasil (2019), a tentativa de tipificação de ecocídio se viabilizou pelo Projeto de Lei n. 2.787/19, em trâmite no Senado, essa que altera a Lei de Crimes Ambientais e insere a hipótese do ecocídio caso haja degradação/destruição da flora, da fauna – de modo em que se considere a agressão transnacional do Meio

Ambiente, haja vista a transnacionalidade¹⁸ evidenciada atualmente, considerando-se os mercados comuns e a relevância da temática.

Conforme evidenciado no segundo item, embora em grande parte das amostras analisadas se demonstre concentração de resíduo mínima, em comparação com a União Europeia, ainda assim seja um gritante escândalo tais proporções. Moreira *et al* (2012, p. 1564), ressalta que:

[...] não se pode excluir a possibilidade de que algumas destas substâncias, principalmente aquelas com capacidade de serem bioacumuladas ou as com propriedades mutagênicas e teratogênicas, possam estar causando impacto sobre a qualidade do ambiente, da biota local e, em último caso, a saúde humana. Ademais, cabe ressaltar que existem outras legislações em vigor muito mais restritivas que a brasileira, como é o caso da União Europeia.

Dores e De-Lamonica-Freire (2001, p. 27) concordam com o autor supra, quando salientam igualmente que:

[...] mesmo em concentrações baixas, os pesticidas representam riscos para algumas espécies de organismos aquáticos que podem concentrar estes produtos até 1000 vezes. Não existe nível seguro previsível para pesticidas em água quando pode ocorrer biomagnificação.

Em suma, o dano ambiental evidenciado na presente pesquisa possui potencial para devastar espécies de organismos aquáticos, inviabilizar o mercado econômico, causar danos aos seres humanos, dentre outros fatores que podem repercutir tanto nessa geração, bem como nas próximas.

Posto isto, caso não se adote urgentemente medidas de precaução (caso não se saiba potenciais novos danos) e prevenção (ciente dos danos), a configuração de ecocídio hídrico, ainda que identificada em aspecto regional, torna-se adequada, inclusive visando-se intervenção internacional, haja vista que não se possui a ciência do alcance, estimando-se que abranja dimensões antiecológicas transnacionais preocupantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, desde os moldes introdutórios narrados na primeira parte do texto, acerca da gravidade presumida e constatada dos agrotóxicos, inclusive no que se refere à presença de ativos tóxicos nas águas catarinenses.

18 A transnacionalização pode ser compreendida como um fenômeno reflexivo da globalização, que se evidencia pela desterritorialização dos relacionamentos político-sociais, fomentado por sistema econômico capitalista ultravalorizado, que articula ordenamento jurídico mundial à margem da soberania dos Estados. A transnacionalidade insere-se no contexto da globalização e liga-se fortemente com a concepção do transpasse estatal. Enquanto a globalização remete à ideia de conjunto, de globo, enfim, o mundo sintetizado como único; transnacionalização está atada à referência de Estado permeável, mas tem na figura estatal a referência do ente em declínio” (STELZER, 2010, p. 21).

Sabe-se, conforme exposto de forma enfática na presente pesquisa, que adentramos em uma era onde se presume o respeito mínimo aos Direitos Fundamentais previstos na CRFB/88. Sobretudo destacou-se aqui o Direito à Vida e ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado, tanto para essa, como para as futuras gerações.

Imperioso destacar que o modelo de Sustentabilidade a qual se propõe afasta toda e qualquer hipótese de degradação e desprestígio da Dignidade da Pessoa Humana, sobretudo no que se refere a sua dimensão ecológica.

Sendo assim, retoma-se o problema, seja este: atualmente as águas catarinenses observam o princípio da sustentabilidade de forma a inibir quaisquer riscos e violações à saúde da coletividade?

Considerado todo este relato de pesquisa, a hipótese provisória apontada inicialmente restou-se confirmada, considerando-se que não, de fato encontrou-se a omissão dos órgãos de fiscalização e controle do estado de Santa Catarina, inclusive de instituições que, embora constatassem o potencial dano lesivo, carecem de ajuizamento de medidas cabíveis a impor responsabilidades perante as gestões de cada localidade, considerando-se inclusive a negligência dessas frentes ao princípio da sustentabilidade.

Destacou-se, ainda no presente relato de pesquisa, na forma de seus objetivos constituídos, tanto a gravidade dos ativos tóxicos nas águas catarinenses – demonstrados pelos relatórios técnicos e demais estudos aqui evidenciados, bem como a possibilidade de enquadramento do dano ambiental em debate como sendo uma espécie de ecocídio, na modalidade hídrica, haja vista o potencial dano imensurável às águas catarinenses, com possível repercussão transnacional.

Em suma, entende-se nessa abordagem pela integral proteção do relevante Bem Comum, leia-se as águas, bem como se considerando sempre a nossa interligação com a Natureza. Ademais, caso ela seja lesionada, nós todos também seremos na perspectiva de um corpo. Ora, além disto, a terra é o nosso lar.

REFERÊNCIAS

- ARANHA, Ana; ROCHA, Luana. Coquetel perigoso. Levantamento aponta que 1 a cada 4 cidades brasileiras tem água contaminada por 27 tipos de agrotóxicos. **UOL Notícias**, 15 abr. 2019. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/reportagens-especiais/coquetel-com-agrotoxicos-esta-presente-na-agua-de-1-a-cada-4-municipios/index.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: o que é – o que não é. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- BOMBARDI, Larissa Mies. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH-USP, 2017. Revisado

em julho de 2019. Disponível em: <https://www.larissabombardi.blog.br/atlas2017>.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 2.787, de 9 de maio de 2019**. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), para tipificar o crime de ecocídio e a conduta delitiva do responsável por desastre relativo a rompimento de barragem, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2201529>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. **Decreto Federal 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. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. **Lei Federal 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: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 ago. 2020.

CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução de Newton Roberval Eicheemberg. São Paulo: Cultrix, 2006.

DIAS, Maria da Graça dos Santos. Sociedade. In: BARRETO, Vicente de Paulo. **Dicionário de filosofia política**. São Leopoldo, (RS): Editora da UNISINOS, 2010.

DORES, Eliana Freire Gaspar de Carvalho; DE-LAMONICA-FREIRE, Emelinda Maria. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso - análise preliminar. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 27-36, fev. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000100007>.

ERATICATING ECOCIDE. Disponível em: <https://eradicatingecocide.com>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FRANCISCO, Papa. **Laudato Si'**: sobre o cuidado da casa comum. São Paulo: Paulus; Loyola, 2015.

FREELAND, Steven. Direitos humanos, meio ambiente e conflitos: enfrentando os crimes ambientais. **Sur, Rev. int. direitos human.**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 118-145, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-64452005000100006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-64452005000100006>.

GORDILHO, Heron José de Santana; RAVAZZANO, Fernanda. Ecocídio e o Tribunal Penal Internacional. **Justiça do Direito**, v. 31, n. 3, p. 688-704, set./dez. 2017. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rjd/article/view/7841/4648>. Acesso em: 20 ago. 2020.

HESS, Sonia Corina. **Parecer Técnico n. 01/2019** – Análise técnica de laudos de análises químicas contemplando a presença de agrotóxicos na água de abastecimento público de municípios de Santa Catarina. Disponível em: https://www.slideshare.net/Ministerio_Publico_Santa_Catarina/parecer-sobre-agrotxicos-na-gua-de-sc?ref=https://www.mpsc.mp.br/noticias/levantamento-do-mpscaponta-que-22-municipios-do-estado-recebem-agua-com-agrotoxicos. Acesso em: 24 ago. 2020.

HESS, Sonia Corina. **Parecer Técnico n. 01/2020** – Avaliação técnica de laudos de análises químicas contemplando a presença de agrotóxicos nas águas de abastecimento público de municípios de Santa Catarina, 2020.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. 06 abr. 2015. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//posicionamento-do-inca-so-bre-os-agrotoxicos-06-abr-15.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LENZA, P. **Direito constitucional esquematizado**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme de Souza Cavalcanti. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, abr./jun. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/sdeb/2018.v42n117/518-534/pt>.

LORENZ, Nelson Alex; LOCATELI, Análises de agrotóxicos na água tratada: reflexões à luz da precaução ambiental, da sustentabilidade e da transnacionalidade, *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GOVERNANÇA E SUSTENTABILIDADE UNIVERSIDADE DE ALICANTE, 14., maio 2019, Alicante, Espanha. **Anais...** Alicante, Espanha: UA, 2019.

- MATTEI, Ugo. **Bienes comunes**: un manifiesto. Traducción de Gerardo Pisarello. Madrid: Trotta, 2013.
- MENDES G. F. Direitos Sociais. In: Mendes G. F; BRANCO, P. G. G. **Curso de Direito Constitucional**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.
- MOREIRA, Josino Costa *et al.* Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, jun. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600019&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 ago. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600019>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- MORIN, Edgar. **A via para o futuro da humanidade**. Tradução de Edgard de Assis Carvalho, Mariza Perassi Bosco. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.
- PASOLD, Cesar Luiz. **Metodologia da Pesquisa Jurídica**: teoria e prática. 13. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2015.
- SAAVEDRA, Fernando Jaime Estenssoro. **Medio ambiente e ideología**: la discusión pública en Chile, 1992-2002. Santiago: Ariadna; Universidad de Santiago de Chile – USACH, 2009.
- SANTOS, Maria Helena de Castro. Governabilidade, Governança e Democracia: Criação de capacidade governativa e relações Executivo-Legislativo no Brasil pós-constituinte. **Dados**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 3, 1997.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de. LORENZ, Nelson Alex In: VEIGA, Fábio da Silva; FINCATO, Denise Pires. **Estudos de Direito, Desenvolvimento e Novas Tecnologias**. Porto: Universidade Lusófona do Porto, 2020. p. 295-312.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de. 20 Anos de Sustentabilidade: reflexões sobre avanços e desafios. **Revista da Unifebe** (Online). 2012; 11 (dez):239-252.
- STELZER, Joana. O fenômeno da transnacionalização na dimensão jurídica. In: CRUZ, Paulo Márcio; STELZER, Joana (orgs.). **Direito e Transnacionalidade**. Curitiba: Juruá, 2010.
- TERRA, Fabio Henrique Bittes. **A indústria de agrotóxicos no Brasil**. 2008. 341f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico)–Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Departamento de Economia, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- TRENNEPOHL, Terence. **Direito Ambiental Empresarial**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

AGROTÓXICOS E O CONTROLE DE RISCOS ÀS GERAÇÕES ATUAIS E FUTURAS PELA APLICAÇÃO PRUDENTE DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Leonardo Cordeiro de Gusmão¹

Émilien Vilas Boas Reis²

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-3>

INTRODUÇÃO

É indiscutível a relevância histórica e ainda atual da agricultura para o crescimento socioeconômico do Brasil, correspondendo a uma porção relevante do Produto Interno Bruto (PIB) do país. O setor tem mantido um bom ritmo em termos de produtividade ano após ano, com grande capacidade de exportação de alimentos, além do abastecimento eficaz do mercado interno com produtos essenciais à garantia da segurança alimentar.

Também é sabido que o modelo agrícola predominante no país é aquele decorrente da Revolução Verde – assim como no restante do mundo –, embasado em monoculturas cultivadas em largas escalas mediante o intenso uso de agrotóxicos para o combate às denominadas “pragas”³, que atrapalham o rendimento da produção.

Percebe-se, portanto, que a economia e o abastecimento alimentar dos brasileiros vêm, há tempos, sendo amparada nessa relação histórica entre agricultura e a utilização de agrotóxicos. No entanto, hoje em dia não restam dúvidas científicas sobre a periculosidade inerente dos resíduos químicos de tais produtos, representando riscos ao desenvolvimento sustentável e à dignidade das atuais e futuras gerações, tendo em vista os potenciais danos que podem acarretar ao meio

1 Mestre em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável na Escola Superior Dom Helder Câmara. Pós-Graduado em Direito Tributário pela Fundação Getúlio Vargas. Graduado em Direito pela Faculdade de Direito do Vale do Rio Doce.

2 Pós-doutor em Filosofia pela Faculdade de Letras da Universidade de Porto (Portugal). Doutor e Mestre em Filosofia pela PUC/RS. Professor de Filosofia e Filosofia do Direito na Graduação da Escola Superior Dom Helder Câmara. Professor nos cursos de Mestrado e Doutorado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável na Escola Superior Dom Helder Câmara.

3 Na língua portuguesa, costuma-se denominar como praga um agente nocivo que desencadeia algum tipo de calamidade ou epidemia. As aspas foram utilizadas “praga” porque, na realidade, os agrotóxicos combatem tipos de vida que ocasionalmente prejudicam as lavouras, especialmente em razão da adoção de um modelo de produção que desequilibra determinado ecossistema.

ambiente e à saúde e vida humana. Parâmetros de segurança foram estabelecidos para o controle desses riscos, porém, sem aptidão para fazê-lo de forma efetiva em razão da incapacidade técnico-científica em mensurar adequadamente as consequências do efeito bioacumulativo, bem como as consequências da interação sinérgica entre os resíduos dos variados tipos de agrotóxicos cujo uso é permitido.

A evidência dos graves riscos decorrentes do modelo agrícola fundamentado na utilização de tais produtos químicos, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo, fez com que a implantação de uma agricultura sustentável fosse inserida como um dos objetivos essenciais ao desenvolvimento sustentável, conforme se depreende da Agenda 2030, elaborada no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU).

A periculosidade dos agrotóxicos também está nítida no ordenamento jurídico brasileiro, inclusive em termos constitucionais, tendo em vista o expresso reconhecimento dos riscos associados e da consequente necessidade em realizar o controle do registro, do uso e da comercialização de tais produtos.

Considerando a perspectiva exposta, com o presente trabalho pretende-se expor qual medida deve orientar o Poder Público no intuito de controlar adequadamente os riscos associados aos resíduos químicos dos agrotóxicos utilizados pelo setor agrícola brasileiro, identificados dentro de um cenário de incerteza científica, prezando pelo desenvolvimento sustentável e pela dignidade das atuais e futuras gerações. O estudo é conduzido por pesquisa qualitativa, descritiva e explicativa, mediante aplicação do método dedutivo com abordagem jurídico-teórica, a partir de fontes documentais, bibliográficas e legislativas.

1. A UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL E A RELEVÂNCIA ECONÔMICA DO SETOR AGRÍCOLA NO PAÍS

Com o fim da II Guerra Mundial e a percepção de uma grande quantidade de famintos, colocou-se em prática um novo modelo de produção agrícola que já estava sendo desenvolvido, envolvendo o cultivo de monoculturas em largas escalas, mediante auxílio de máquinas, fertilizantes e agrotóxicos sintéticos – posteriormente, a este modelo foi acrescido o uso de sementes transgênicas resistentes a determinado tipo de agrotóxico. Pretendia-se, assim, alavancar consideravelmente a produção de alimentos e, de tal forma, sanar as situações de fome e proporcionar segurança alimentar.

A partir do financiamento e da gestão da *Rockefeller Foundation*, em 1950, deu-se início ao que posteriormente ficou conhecido pela alcunha “Revolução Verde”, com a implantação do referido modelo agrícola em plantações de trigo no México (PATEL, 2013, p. 08). Em consequência ao sucesso produtivo e econômico, notavelmente no continente asiático, esse modelo de produção foi replicado em todo o mundo, inclusive no Brasil.

No que diz respeito aos agrotóxicos, cumpre salientar que no Brasil são históricos os incentivos à sua produção, comercialização e utilização para o cultivo de alimentos, a despeito do grupo político que tenha assumido o poder. Nesse senti-

do, pode-se citar o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), criado em 1965, que condicionou a concessão de créditos agrícolas à compra de insumos químicos pelos agricultores (LONDRES, 2011, p. 18). Menciona-se também a instituição do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas em 1975, que propiciou recursos financeiros para a consecução do parque brasileiro de produção de agrotóxicos (LONDRES, 2011, p. 18).

Quanto aos incentivos fiscais, foram concedidos diversos entre as décadas de 1940 e 1960, resultando, na maioria das vezes, em isenção total da tributação relativa à importação de tais produtos químicos (BULL; HATHAWAY, 1986, p. 154). Durante a década de 1960 os agrotóxicos “eram isentos do imposto de consumo, ICM e IPI, as importações de agrotóxicos não produzidos no País eram isentas de qualquer taxação e eram reduzidos **todos** os impostos sobre agrotóxicos de fabricação nacional” (BULL; HATHAWAY, 1986, p. 155, grifo no original).

Os incentivos fiscais à produção e comercialização de agrotóxicos no país ainda são verificáveis na atualidade. Como exemplo, tem-se o Convênio n. 100/97 do Conselho Nacional de Política Fazendária (Confaz), que autoriza aos estados a redução de até 60% da base de cálculo do Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços (ICMS) incidente sobre os agrotóxicos nas operações interestaduais (BRASIL, 1997). Conveniente citar também o Decreto 5.630/2005, que conferiu alíquota zero para alguns agrotóxicos no que se refere ao Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor (PIS/PASEP) e à Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) (BRASIL, 2005). Por sua vez, o Decreto 7.660/2011 – posteriormente revogado pelo Decreto 8.950/2016 – estabeleceu alíquota zero para o imposto sobre produtos industrializados (IPI) (BRASIL, 2011).

No Censo Agropecuário 2017, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), evidenciou-se que, entre 2006 e 2017, houve o crescimento substancial de monoculturas cultivadas em largas escalas, dependentes da intensa aplicação de agrotóxicos. Durante esse período foram constatados 3.287 novos estabelecimentos agrícolas com mais de 1.000ha, e, paralelamente, verificou-se uma redução considerável quanto àqueles que medem entre 100ha e 1.000ha – redução em 4.152 estabelecimentos agrícolas, o que acarretou na redução de aproximadamente 1,5 milhões de pessoas no campo (IBGE, 2018).

Em relação à comercialização de agrotóxicos no país, de acordo com informações disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em 2000 foram comercializadas 162.461,96 toneladas em todo o país, número que, em 2018, chegou a 549.280,44 toneladas (IBAMA, 2018). No que tange especificamente à agricultura, constatou-se o aumento em 20,4% do número de produtores que utilizaram agrotóxicos em 2017, se comparado a 2006 (IBGE, 2018).

Diante de tal cenário, conforme informações prestadas pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO), em números absolutos o Brasil passou a ocupar, desde 2008, o posto de maior consumidor de agrotóxicos em todo o mundo (CARNEIRO *et al.*, 2015, p. 37). Por outro lado, quanto ao nível de utilização de agrotóxicos por hectares plantados, atualmente o país é o 7º maior

consumidor de agrotóxicos, atrás de Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França, Itália e Reino Unido (2019, GRIGORI apud FIOCRUZ, 2019).

Essa histórica e ainda atual política de incentivos à produção e comercialização de agrotóxicos é justificada pela relevância socioeconômica do agronegócio⁴ brasileiro – em especial a agricultura e pecuária –, que representa parcela relevante do PIB do país. Em 2019, por exemplo, para o agronegócio registrou-se crescimento de 3,81% se comparado a 2018, correspondendo a 21,4% do PIB brasileiro total (CNA, 2020a).

Vale enfatizar que, dentre as atividades componentes do agronegócio, a indústria de agrotóxicos foi a que obteve maior crescimento em seu faturamento (23,74%), muito em razão da constante ampliação da área produzida em grandes culturas – o que resultou no aumento da produção em 18,30% –, do aumento dos preços reais (4,60%) e do recorde no registro de novos produtos – 474 no total, sendo 448 genéricos⁵ (CNA, 2020a). Por outro lado, apesar do aumento da produção agrícola, no referido período houve recuo da participação do segmento primário agrícola no PIB, o que se justifica “pelo aumento no custo de produção e pelos menores preços de produtos importantes, como algodão, café, mandioca e soja” (CNA, 2020a).

Já no primeiro trimestre do ano de 2020, verificou-se um recuo de 0,3% do PIB, quando comparado a 2019 (CNA, 2020b). Contudo, para o setor agropecuário constatou-se crescimento de 1,9%, com destaque para a produção de soja, café, arroz e laranja, apesar da pandemia provocada pelo Coronavírus e da consequente crise socioeconômica (CNA, 2020b).

2. OS RISCOS ASSOCIADOS AOS RESÍDUOS QUÍMICOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS PELO SETOR AGRÍCOLA

O sucesso produtivo e econômico propiciado pelo modelo agrícola sedimentado pela Revolução Verde resultou na presença massiva de resíduos de agrotóxicos tanto no meio biótico quanto abiótico, conforme observações realizadas por Rachel Carson (1907) em estudos realizados na década de 1960 (CARSON, 2020, p. 29). Na oportunidade, ao destacar a nocividade de tais produtos, a renomada bióloga ainda ressaltou sua origem bélica, como frutos da Segunda Guerra Mundial, sendo inicialmente desenvolvidos para serem utilizados na guerra química (CARSON, 2020, p. 30).

Desde então, diversos estudos foram realizados com objetivo de verificar o comportamento dos resíduos agrotóxicos após sua aplicação, bem como os riscos que representam ao meio ambiente, à saúde e à vida humana. De acordo com

4 A cadeia de atividades que compõem o agronegócio é variada, envolvendo agricultura, pecuária, indústria de agrotóxicos, frigoríficos etc.

5 A produção de genéricos decorre da expiração de uma patente e a consequente possibilidade em se reproduzir um agrotóxico a base de uma substância anteriormente explorada apenas pelo titular da patente.

Soares (2015), os “Agrotóxicos podem volatilizar no ar, escoar superficialmente ou lixiviar atingindo as águas subterrâneas. Além disso, podem ser assimilados pelas plantas ou organismos do solo ou permanecerem no ambiente”. Quanto à contaminação dos recursos hídricos por seus resíduos, sua capacidade bioacumulativa e toxicidade proporcionada aos organismos do ambiente aquático e aos seres humanos, Soares fez os seguintes apontamentos:

A contaminação da água por agrotóxicos pode ocorrer diretamente pela deriva das pulverizações aéreas, por meio da erosão dos solos contaminados, pelo escoamento superficial (*runoff*), pela lixiviação e ainda pelo descarte e lavagem de tanques e embalagens de produtos. Águas superficiais contaminadas podem ter efeitos ecotoxicológicos para a fauna e flora aquáticas e para a saúde humana, se utilizadas para abastecimento público. Isso porque esses produtos são geralmente tóxicos para organismos e muitos são dificilmente degradados no ambiente. Ademais, apresentam efeitos bioacumulativos. Quando os agrotóxicos atingem o ambiente aquático, eles são expostos a diferentes processos físicos, químicos e microbiológicos (2015, p. 36).

Pode-se afirmar que existe uma certeza científica quanto à periculosidade inerente a tais produtos químicos que, de acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), resultam em risco de intoxicação crônica e aguda em seres humanos (OPAS; OMS, 1996, p. 23). A primeira se caracteriza por seu surgimento tardio em consequência ao contato prolongado com resíduos de agrotóxicos, enquanto a outra se manifesta rapidamente após uma exposição excessiva por um curto período de tempo (OPAS; OMS, 1996, p. 23).

Segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA), há uma preocupação especial com o risco de intoxicação crônica, que pode se manifestar em uma gama enorme de pessoas, desde aquelas que trabalham com a aplicação de agrotóxicos aos consumidores que ingerem os alimentos cultivados com tais produtos químicos (INCA, 2015). Dentre os possíveis efeitos decorrentes, cita como exemplo a possibilidade de infertilidade, impotência, abortos, malformações, neurotoxicidade, desregulação hormonal, efeitos sobre o sistema imunológico e câncer (INCA, 2015). O potencial carcinogênico resulta em grande preocupação, pois, segundo o INCA, “Não há níveis seguros de exposição a agentes cancerígenos. Sempre se deve ter bastante precaução” (INCA, 2005).

Tal compreensão é compartilhada pela Organização das Nações Unidas (ONU), ao destacar ser enorme sua preocupação com os riscos de intoxicação crônica, ressaltando ainda o caráter persistente dos resíduos de agrotóxicos, pois, apesar de eventuais proibições ou restrições quanto à aplicação em determinadas localidades, continuam representando risco de contaminação por muitas décadas, com capacidade de se acumularem em fontes de alimentos (ONU, 2017, p. 5).

Esse consenso científico acerca da periculosidade imanente aos agrotóxicos, e sua potencialidade para causar graves danos ao meio ambiente, à saúde e à vida humana foi encampado pelo ordenamento jurídico brasileiro, tanto no campo constitucional quanto legal. É o que se observa no § 4º do artigo 220 da

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88), ao impor restrições às propagandas envolvendo tais produtos (BRASIL, 2018). No campo infraconstitucional merece destaque a Lei 7.802/1989 e seu respectivo regulamento (Decreto 4.074/2002), que trazem enunciados normativos que visam regular o uso, o registro e a comercialização de tais produtos, e, com isso, evitar níveis insustentáveis de poluição por agrotóxicos e a consequente intoxicação de seres humanos (BRASIL, 1989; 2002).

Visando controlar o nível de resíduos químicos presentes nos alimentos, foram estabelecidos limites quantitativos para aplicação de agrotóxico em uma cultura específica, denominado Limite Máximo de Resíduos (LMR). Trata-se de medida expressa em miligramas do ingrediente ativo⁶ por quilo do alimento (mg/kg) (ANVISA, 2018).

Também foram criados parâmetros de segurança com pretensão de evitar a concretização dos riscos de intoxicação humana devido à exposição aos resíduos de agrotóxicos. Por meio da Dose de Referência Aguda (DRfA), medida em miligrama de resíduo por quilograma de peso corpóreo (mg/kg p.c.), preocupa-se em evitar quadros de intoxicação aguda (ANVISA, 2018).

Quanto ao controle dos riscos de intoxicação crônica, foi criado um índice de Ingestão Diária Aceitável (IDA), que corresponde à “quantidade máxima de agrotóxico que podemos ingerir por dia, durante toda a nossa vida, sem que soframos danos à saúde por esta ingestão” (ANVISA, 2018). É calculado isoladamente para cada ingrediente ativo, sendo expresso em miligramas de resíduos por quilo de peso corpóreo da pessoa que o ingere (mg/kg) (ANVISA, 2018).

Entretanto, em razão do estado da técnica, não é possível obter certeza científica quanto à eficácia proporcionada pelos parâmetros de segurança destinados à contenção dos riscos associados à contaminação por agrotóxicos. Não se consegue mensurar adequadamente os riscos de intoxicação crônica decorrentes do efeito bioacumulativo de tais substâncias químicas no meio ambiente e no organismo humano. Tampouco se constata capacidade em prever as consequências potencialmente danosas da interação sinérgica entre os resíduos dos diversos tipos de agrotóxicos utilizados para o cultivo de alimentos, aos quais trabalhadores e consumidores são expostos diariamente – *efeito cocktail* (GUSMÃO, 2018, p. 78).

Portanto, vislumbra-se um cenário de certeza científica quanto ao perigo que os resíduos de agrotóxicos representam ao meio ambiente, à saúde e à vida humana, restando uma incerteza apenas quanto à efetividade dos parâmetros de segurança estipulados com o propósito de evitar quadros de intoxicação aguda e crônica em seres humanos.

Percebe-se, com nitidez, aquilo que Ülrich Beck (1944) denominou como Sociedade de Risco, na qual “o acúmulo de poder do ‘progresso’ tecnológico-econômico é cada vez mais ofuscado pela produção de riscos” (BECK, 2011, p. 15;

6 No caso dos agrotóxicos sintéticos, o ingrediente ativo corresponde ao agente químico que confere eficácia ao produto no combate à determinada “praga”. Muitas vezes, ao utilizar o termo “agrotóxico” e destacar sua periculosidade, na realidade se está fazendo menção ao seu ingrediente ativo, sem prejuízo da potencialidade nociva de outros componentes do produto.

16). Sob tal perspectiva, pode-se afirmar que a intensa utilização de agrotóxicos na produção de alimentos contribui para uma sociedade que se caracteriza pela “simbiose entre o desenvolvimento de novas tecnologias com a produção de riscos que quando se manifestam causam graves danos à saúde e à vida humana” (RIBEIRO; GUSMÃO; CUSTÓDIO, 2018, p. 21).

Os parâmetros de segurança fixados para variadas atividades no contexto da sociedade de risco, tais como aqueles estabelecidos para evitar casos de intoxicação aguda e crônica por exposição a resíduos de agrotóxicos, “assemelham-se a um jogo de apostas, numa espécie de loteria às avessas que ameaça a dignidade das presentes e futuras gerações” (GUSMÃO, 2018, p. 21). Assiste razão a Beck, ao ponderar que ao intentar calcular e controlar o risco dentro de um cenário de incerteza decorrente de limitações verificadas no estado da técnica, a racionalidade científica “baseia-se, por um lado, num *castelo de cartas de conjecturas especulativas* e move-se unicamente no quadro de *asserções de probabilidade*” (BECK, 2011, p. 35, grifo no original).

Além de decorrer de limitações da ciência, a incerteza quanto ao risco também pode se originar da simples ausência de estudos científicos sobre determinada questão ou por sua falta de profundidade quando realizados, a exemplo do que ocorre naqueles em que se percebe uma manifesta insuficiência de amostras coletadas. Esta última situação pode ser extraída dos fundamentos e conclusões contidos no Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2016, com pretensão de averiguar os riscos de intoxicação pela dieta.

No aludido estudo, em que se pretendia averiguar o nível de segurança alimentar do consumidor brasileiro, foram analisadas apenas 12.051 amostras de 25 tipos de frutas, verduras e legumes, de modo que diversos tipos de alimentos que também possuem resíduos de agrotóxicos não foram avaliados – outras frutas, verduras e legumes, além de carnes, ovos, leite, etc. (ANVISA, 2016, p. 5). Além de limitação de amostras, não se analisou a presença de resíduos do glifosato e do 2,4-D, que são dois ingredientes ativos que compõem herbicidas intensamente utilizados pelo setor agrícola brasileiro, em especial na soja, sob o argumento de que se faria necessário adotar uma metodologia específica, o que acarretaria em sobrecarga da rotina laboratorial (ANVISA, 2016, p. 21).

Evidencia-se, portanto, uma situação de incerteza provocada por risco latente, resultante do modelo de produção agrícola oriundo da Revolução Verde, em ameaça não apenas ao meio ambiente, à saúde e à vida das atuais e futuras gerações, mas também à própria capacidade produtiva das terras hoje cultivadas. Com razão, Gliessman pontua que “Todas as práticas da agricultura convencional tendem a comprometer a produtividade futura em favor da alta produtividade no presente” (GLIESSMAN, 2009, p. 40).

São diversos os meios pelos quais os resíduos de agrotóxicos utilizados pela agricultura podem contaminar o meio ambiente e expor seres humanos a riscos de intoxicação aguda e, principalmente, crônica. Desde a aplicação do produto em si, passando pelo descarte de embalagens vazias que ainda permanecem impregnadas de resíduos, até o consumo de água e de alimentos.

Notadamente, há uma maior exposição para os trabalhadores que fazem a aplicação de tais produtos químicos nas lavouras. Embora em grau de exposição menor quando comparado ao trabalhador agrícola, ainda sim é possível afirmar que toda a população está sujeita a esses riscos por meio da dessedentação pessoal e da dieta, devido à capacidade bioacumulativa dos resíduos de agrotóxicos, fixando-se de forma persistente nos solos, nas águas, nos variados tipos de alimentos consumidos e no próprio organismo humano.

3. O CONTROLE DOS RISCOS INCERTOS PELA APLICAÇÃO PRUDENTE DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

O reconhecimento, pelo ordenamento jurídico brasileiro, da relação indissociável entre preservação ambiental e proteção à saúde e à vida humana, remonta à Lei 6.938/1981, ainda em vigor (BRASIL, 1981). Depois, por meio do artigo 225 da CRFB/1988, qualificou-se como fundamental, e, portanto, essencial à dignidade humana, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

A partir da conjugação do inciso VI do artigo 23 com o § 1º do artigo 225 da CRFB/1988, conclui-se ser competência material comum à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, a obrigação de controlar os níveis de poluição em quaisquer de suas formas, incluindo aquela proporcionada pelo uso de agrotóxico no setor agrícola (BRASIL, 1988).

Igualmente relevante à gestão pública dos riscos que os agrotóxicos representam ao meio ambiente e aos seres humanos, tem-se a competência concorrente para legislar para o controle das formas de poluição, constante no inciso VI do artigo 24 da CRFB/1988. Ao passo que à União compete elaborar normas gerais, aos Estados e ao Distrito Federal cabe legislar em caráter suplementar, podendo tal competência ser exercida de forma plena em caso de inexistência de legislação federal (BRASIL, 1988). No que se refere aos Municípios, faz-se relevante observar os incisos I e II do artigo 30 da CRFB/1988, que lhes assegura competência legislativa suplementar em relação à União e aos Estados, cabendo-lhes tratar de matérias cujo interesse seja predominantemente local (BRASIL, 1988).

Além do mais, em razão do Princípio da Inafastabilidade da Jurisdição, disposto no inciso XXXV do artigo 5º da CRFB/88 (BRASIL, 1988), em caso de proteção insuficiente do meio ambiente e da saúde humana contra os riscos proporcionados pela exposição a resíduos de agrotóxicos, sempre será possível provocar o Poder Judiciário visando fazer cessar a situação ameaçadora e/ou reparar, recuperar e compensar os danos efetivamente causados.

Cumpra frisar que o exercício de atividades econômicas, dentre as quais se insere a agricultura e demais ramos componentes do agronegócio, sempre deve ocorrer em consonância com a função social da propriedade e em atenção à premente necessidade de se proteger o meio ambiente e os consumidores, conforme regra expressa no *caput* e incisos III, V e VI do artigo 170 da CRFB/88 (BRASIL, 1988).

Vale ressaltar, nesse sentido, que somente se estará promovendo o desenvolvimento nacional, conforme objetivo fundamental previsto pelo inciso II do artigo 3º da CRFB/88, quando se estiver atento à noção de sustentabilidade. Significa dizer que a atividade econômica deve se justificar pelo fomento ao desenvolvimento sustentável, compatibilizando interesses econômicos, sociais e ambientais, sempre em atenção à efetivação da dignidade da pessoa humana prevista pelo inciso III do artigo 1º da CRFB/88 (BRASIL, 1988).

Segundo Machado, a noção de desenvolvimento sustentável resulta de uma “locução verbal em que se ligam dois conceitos. O conceito de sustentabilidade passa a qualificar ou caracterizar o desenvolvimento” (MACHADO, 2016, p. 63). Por sustentabilidade, Freitas compreende o princípio constitucional que impõe tanto ao Estado quanto à sociedade a responsabilidade “pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar [...] o direito ao bem-estar” (FREITAS, 2016, p. 43).

Não obstante, muitas vezes surge um conflito circunstancial entre interesses socioeconômicos e socioambientais, exigindo do Poder Público uma decisão dentro de um cenário de escolhas difíceis. O crescimento econômico de um país e a garantia à livre iniciativa são fatores essenciais à capacitação dos indivíduos para seu pleno desenvolvimento, podendo-se dizer o mesmo em relação à preservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

Em casos tais, nos quais se apresentam conflitos de interesses de igual relevância, o Supremo Tribunal Federal tem conferido uma ligeira predominância à medida que melhor protege a saúde e a vida humana, apesar de eventuais prejuízos socioeconômicos. Nesse sentido, na ementa da Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPF) 101, cujo julgamento foi conduzido mediante relatoria da Ministra Cármen Lúcia, afirmou-se que o desenvolvimento sustentável corresponde ao “crescimento econômico com garantia paralela e superiormente respeitada da saúde da população, cujos direitos devem ser observados em face das necessidades atuais e daquelas previsíveis e a serem prevenidas para garantia e respeito às gerações futuras” (BRASIL, 2009).

Essa preferência circunstancial conferida à proteção à saúde e à vida humana foi sensivelmente notada no contexto da pandemia provocada pela Covid-19, haja vista as medidas de isolamento social que foram estabelecidas pelo Poder Público no Brasil e no resto do mundo – em níveis distintos, em atenção à realidade vivida em cada país –, assumindo-se os graves prejuízos socioeconômicos decorrentes, com pretensão de evitar a rápida propagação da doença e a consequente superlotação de hospitais, o que resultaria em colapso do sistema de saúde e um maior número de óbitos.

Diante do conflito entre interesses fundamentais relacionados ao exercício de uma determinada atividade econômica relevante ao desenvolvimento do país, mas associada a potenciais riscos de danos ambientais, como é o caso da agricultura que faz o uso intenso de agrotóxicos, caberá ao Poder Público definir suas escolhas em consonância com uma perspectiva ética que considere a necessidade de

evitar o “efeito paralisante do medo desarrazoado no qual a tudo se teme, e também a confiança imprudente – temeridade –, que é aquela que ignora um temor reconhecido e que precisa ser racionalmente evitado” (GUSMÃO, 2018, p. 42).

Torna-se pertinente, nesse sentido, uma releitura da ética em Aristóteles para sua aplicação no controle dos riscos a ser realizado pelo Poder Público, em especial quando estes estiverem envolvidos num cenário de incerteza, como é o caso da exposição aos resíduos de agrotóxicos, encampando-se a virtude da coragem:

Ora, os bravos são tão indômitos quanto pode sê-lo um homem. Por isso, embora temam também as coisas que não estão acima das forças humanas, enfrentam-nas como devem e como prescreve a regra, a bem da honra; pois essa é a finalidade da virtude. Mas é possível temê-las mais ou menos, e também temer coisas que não são terríveis como se o fossem. Dos erros que se podem cometer, um consiste em temer o que não se deve, outro em temer como não se deve, outro quando não se deve, e assim por diante; e da mesma forma quanto às coisas que inspiram confiança. Por conseguinte, o homem que enfrenta e que teme as coisas que deve e pelo devido motivo, da maneira e na ocasião devidas, e que mostra confiança nas condições correspondentes, é bravo; porque o homem bravo sente e age conforme os méritos do caso e do modo que a regra prescreve (ARISTÓTELES, 1984, p. 91).

Essa gestão ética dos riscos que os resíduos de agrotóxicos representam ao meio ambiente, à saúde e à vida humana, devido ao elevado grau de incerteza quanto aos parâmetros de segurança fixados, deve ocorrer a partir da aplicação prudente do Princípio da Precaução, o qual ganhou notoriedade a partir da Conferência Rio-92, ao dispor que “a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental” (ONU, 1992).

No ordenamento jurídico brasileiro, o Princípio da Precaução está implicitamente previsto pelos artigos 196 e 225 do texto constitucional, em proteção ao meio ambiente e à saúde e à vida humana, conforme reconhecido pelo Supremo Tribunal Federal ao julgar a Ação Direta de Inconstitucionalidade 3.510, em especial no voto do então Ministro Ayres Britto (BRASIL, 2008, p. 32).

O Princípio da Precaução está assentado na ciência, uma vez que sua aplicação dependerá, sempre, de uma situação de incerteza científica relevante – dúvida científica razoável – quanto a determinado risco que precisa ser racionalmente controlado, sendo insuficiente o mero dissenso resultante de algumas opiniões divergentes. Merecem destaque, nesse sentido, algumas ponderações de Saunders:

Longe de ser anticientífico, o princípio da precaução baseia-se na ciência em todas as fases. Ele não entra em jogo a menos que exista, pelo menos, evidência científica *prima facie* de um perigo, requer evidências científicas para determinar se as restrições são ou não justificadas e, se forem, dados científicos adicionais podem posteriormente levar à sua remoção. Evidência científica também é necessária para avaliar os benefícios que podemos perder: precisamos de alimentos transgênicos para alimentar o planeta, as luzes irão se apagar em toda a Europa se decidirmos não optar por energia nuclear, não há realmente ne-

nhuma alternativa ao amianto para os revestimentos de freios?⁷ (SAUNDERS, 2010, p. 52, tradução nossa).

Apesar da necessidade de estudos científicos conclusivos e relevantes para tornar possível a aplicação do Princípio da Precaução, eventual omissão perniciosa, por parte do Poder Público, quanto ao dever de avaliar adequadamente os riscos relacionados à determinada atividade não pode ser suficiente para afastar a incidência do referido princípio – como exemplo, a omissão da ANVISA no PARA 2016, ao não avaliar a presença de resíduos dos ingredientes ativos glifosato e 2,4-D nas amostras de alimentos coletadas, bem como os riscos decorrentes. Não pode impedir a inserção de medidas de precaução para evitar danos aos consumidores em razão da dieta, se houverem indícios científicos relevantes indicando a periculosidade de tais substâncias.

Importante enfatizar que, para que a dúvida científica razoável acerca do risco possibilite a adoção de medidas fundamentadas no Princípio da Precaução, não se exige uma conclusão, em juízo de probabilidade, no sentido de que a ameaça seja iminente, uma vez que o ordenamento jurídico brasileiro também está atento aos riscos que as escolhas de hoje ensejam para o futuro, isto é, para a necessidade de se garantir segurança às futuras gerações, em consonância com o ideal do desenvolvimento sustentável.

Para que a aplicação do Princípio da Precaução se dê de forma prudente, há de se atentar para as circunstâncias fáticas apresentadas, adotando-se medida que se revele mais apropriada à preservação do meio ambiente e à proteção da saúde e da vida humana, sem desconsiderar a relevância que a atividade econômica produtora do risco representa para o progresso da sociedade. Mais uma vez, evidencia-se a necessidade de uma escolha racional equilibrada, em consonância com a virtude da coragem, evitando excessos de lado a lado.

Nesse contexto, merece destaque o objetivo n. 02 da Agenda 2030, desenvolvida no âmbito da ONU, visando fomentar o desenvolvimento sustentável em prol das atuais e futuras gerações. Discorre-se sobre a necessidade de “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” (ONU, 2015).

Conveniente destacar que a conquista da segurança alimentar se faz mediante efetivação do direito à alimentação adequada, previsto pelo artigo 6º da CRFB/88 (BRASIL, 1988), que por sua vez não se limita a aspectos quantitativos – produção de alimentos para sanar a fome –, envolvendo também fatores qualitativos que consistem na garantia de acesso a alimentos com nutrientes suficientes ao adequado desenvolvimento humano, contendo quantidades mínimas de con-

7 “Far from being anti-science, the precautionary principle relies on science at every stage. It does not come into play unless there is at least *prima facie* scientific evidence of a hazard, it requires scientific evidence to determine whether or not restrictions are justified, and, if they are, further scientific evidence might lead to their being lifted. Scientific evidence is also required to assess the benefits we may lose: do we need GM food to feed the planet, will the lights go out all over Europe if we decide not to go for nuclear power, is there really no alternative to asbestos for brake linings?”

taminantes, havendo necessidade, portanto, de evitar ao máximo a exposição a resíduos de agrotóxicos por meio da dieta (GUSMÃO, 2018, p. 77).

Assim, revela-se indispensável que se promova a superação gradual do modelo agrícola convencional embasado no uso intenso de agrotóxicos, oriundo da Revolução Verde que, apesar de sua relevante contribuição ao desenvolvimento humano, verificado desde a década de 1950, tornou-se perigoso para o meio ambiente e para a saúde e a vida das atuais e futuras gerações. Para tanto, faz-se imprescindível a criação e efetiva aplicação de políticas públicas com tal propósito.

Considerando a certeza científica quanto à periculosidade inerente aos agrotóxicos, bem como a dúvida científica razoável quanto à eficácia dos parâmetros de segurança fixados para evitar quadros de intoxicação aguda e crônica, pode-se afirmar que a promoção de uma agricultura sustentável, capaz de garantir às pessoas efetiva segurança alimentar – aspectos quantitativos e qualitativos –, passa, necessariamente, por uma política de redução progressiva do nível de utilização de agrotóxicos pelo setor agrícola – à semelhança do que se pretende fazer com a substituição gradual de combustíveis fósseis por fontes de energia limpas, incluindo renováveis.

Poder-se-ia questionar se é faticamente possível a produção de alimentos sem a utilização de agrotóxicos, especialmente ao considerar o crescimento demográfico no Brasil, assim como no resto do mundo. De acordo com a ONU, o sistema agroecológico não apenas é eficiente no quesito produtividade, como também se revela como um modelo agrícola sustentável, não dependente do uso de agrotóxicos:

Práticas mais seguras existem e podem ser desenvolvidas para minimizar os impactos do uso excessivo, em alguns casos desnecessários, de agrotóxicos que violam diversos direitos humanos. Um aumento nas práticas agrícolas orgânicas em muitos lugares ilustra que a agricultura com menos ou sem agrotóxicos é viável. Estudos indicaram que a agroecologia é capaz de fornecer rendimentos suficientes para alimentar toda a população mundial e garantir que eles sejam adequadamente nutridos.

A afirmação promovida pela indústria agroquímica de que os pesticidas são necessários para alcançar a segurança alimentar não é apenas imprecisa, mas perigosamente enganosa. Em princípio, há comida adequada para alimentar o mundo; os sistemas de produção e distribuição não equitativos apresentam grandes bloqueios que impedem o acesso de pessoas necessitadas. Ironicamente, muitos dos que têm insegurança alimentar são, na verdade, agricultores de subsistência envolvidos no trabalho agrícola, particularmente em países de baixa renda⁸ (ONU, 2017, p. 19, tradução nossa).

8 Safer practices exist and can be developed further to minimize the impacts of such excessive, in some cases unnecessary, use of pesticides that violate a number of human rights. A rise in organic agricultural practices in many places illustrates that farming with less or without any pesticides is feasible. Studies have indicated that agroecology is capable of delivering sufficient yields to feed the entire world population and ensure that they are adequately nourished. The assertion promoted by the agrochemical industry that pesticides are necessary to achieve food security is not only inaccurate, but dangerously misleading. In principle, there is adequate food to feed the world; inequitable production and distribution systems present major blockages that prevent those in need from accessing it. Ironically, many of those who are food insecure are in fact subsistence farmers engaged in agricultural work, particularly in lower-income countries.”

A percepção da insustentabilidade do modelo agrícola tradicional, bem como da necessidade e possibilidade em promover a progressiva redução do uso de agrotóxicos está ficando cada vez mais nítida aos produtores rurais. Como exemplo, pode-se citar o caso do agricultor paranaense que foi premiado, no ano de 2020, por conseguir aumentar a produtividade de soja por hectare plantado (colheu 118 sacas por hectare) sem a aplicação de inseticidas, amparado pelos conceitos do plantio direto e das técnicas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (FAEP, 2020). Na notícia que narrou o caso em destaque não houve menção à redução quanto ao uso de herbicidas na plantação premiada, porém, diante da não utilização de inseticidas já se observa grande êxito quanto à imprescindível redução do uso de agrotóxicos.

Enquanto se promove essa redução progressiva do uso de agrotóxicos, por meio de políticas públicas mais restritivas à produção, ao registro e ao uso de tais produtos químicos, em contraposição ao histórico e atual cenário de incentivos políticos, financeiros e fiscais, muitas outras medidas precaucionais podem e devem ser adotadas para a gestão dos riscos que oferecem ao meio ambiente, à saúde e à vida humana.

Nesse azo, pode-se citar, dentre outras, as seguintes medidas precaucionais que podem ser implementadas, algumas delas em qualquer situação e outras a depender do contexto fático existente em cada região do país: *i*) logística reversa das embalagens vazias, possibilitando sua reciclagem e evitando que os resíduos remanescentes em seu interior alcancem solos e águas *ii*) educação ambiental e aperfeiçoamento técnico do produtor agrícola, *iii*) proibição à pulverização aérea, *iv*) criação de zonas livres de agrotóxicos e incentivos à agroecologia, *v*) prestação de informações ostensivas ao consumidor, em especial no varejo, o que é essencial à garantia do exercício da autonomia privada e à legitimação democrática do risco incerto contido no produto ofertado (HUPFFER; POL, 2017, p. 61; GUSMÃO, 2018, p. 84), *vi*) vedação ao registro de agrotóxicos proibidos em seu país de origem, *vii*) proibição ao registro e uso de agrotóxicos para os quais exista dúvida científica razoável sobre sua relação com os riscos inaceitáveis descritos pelo §6º do artigo 3º da Lei 7.802/1989, a exemplo do potencial carcinogênico (BRASIL, 1989).

Ademais, quando em razão de dúvida científica razoável associada aos riscos produzidos por resíduos de agrotóxicos, for verificada a existência de ameaça aos direitos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, à saúde e à vida, far-se-á relevante a provocação do Poder Judiciário, a quem competirá avaliar a possibilidade de exigir a concretização de medidas precaucionais proporcionais e razoáveis (prudentes), considerando a necessidade de se efetivar a dignidade da pessoa humana e em promover o desenvolvimento sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor agrícola brasileiro, ainda predominantemente fundamentado no intenso uso de agrotóxicos, tem grande contribuição para o crescimento econômi-

co do país e contribui para garantir a produção de alimentos suficientes à demanda sempre crescente, evitando a propagação de temerosos cenários de fome. Por tal razão, são históricos e ainda atuais os incentivos políticos, financeiros e fiscais à produção, ao registro e à comercialização de tais produtos químicos no Brasil.

Simultaneamente, devido ao risco inerente que resíduos dos agrotóxicos representam ao meio ambiente, à saúde e à vida humana, aliado à incerteza quanto à efetividade dos parâmetros de segurança fixados para evitar quadros de intoxicação aguda e crônica, considerando a inabilidade científica em mensurar os riscos decorrentes da capacidade bioacumulativa de tais substâncias e as consequências da interação sinérgica entre os resíduos dos variados tipos de agrotóxicos encontrados no meio abiótico e biótico, faz-se imprescindível a imediata adoção de medidas precaucionais destinadas ao controle desses riscos incertos, a partir da aplicação prudente do Princípio da Precaução.

Em especial, faz-se necessário elaborar e executar política pública destinada à redução progressiva do uso de agrotóxicos na produção agrícola, com inserção de técnicas alternativas que sejam eficientes ao combate às “pragas” e à garantia da produtividade, fomentando-se o desenvolvimento sustentável, prezando pela segurança alimentar e dignidade constitucionalmente assegurada às atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**: Relatório das Análises de Amostras Monitoradas no Período de 2013 a 2015. Brasília, novembro de 2016. Disponível em: https://portrasdoalimento.info/wp-content/uploads/2020/09/Relatorio-PARA-2013-2015_VERSION-FINAL.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Perguntas e Respostas sobre Agrotóxicos em Alimentos**, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/perguntasfrequentes/agrotoxicos>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**. Tradução Leonel Vallandro e Gerd Bornheim da versão inglesa de W. D. Ross. Editor Victor Civita. São Paulo: Abril, 1984.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco**: Rumo a uma outra modernidade. 2. ed. Tradução de Sebastião Nascimento; inclui uma entrevista inédita com o autor – São Paulo: Editora 34, 2011.
- BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1981/L6938.htm.

vel em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1.988. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 ago. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Convênio ICMS nº 100 de 04 de novembro de 1997. Reduz a base de cálculo do ICMS nas saídas dos insumos agropecuários que especifica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 nov. 1997. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/CV100_97. Acesso em: 28 ago. 2020

BRASIL. Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, 08 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Decreto nº 5.630 de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a redução a zero das alíquotas da Contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS incidentes na importação e na comercialização no mercado interno de adubos, fertilizantes, defensivos agropecuários e outros produtos, de que trata o art. 1º da Lei 10.925 de 23 de julho de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5630.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3510-DF**. Órgão Julgador: Tribunal Pleno. Relator: Ministro Ayres de Brito. Data do Julgamento: 29 de maio de 2008. Disponível em: <http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=611723>. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Decreto nº 7.660 de 23 de dezembro de 2011. Aprova a Tabela de Incidência do Imposto sobre produtos industrializados – TIPI. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 dez. 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7660.htm. Acesso em: 28 ago. 2020.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental nº 101-DF**. Órgão Julgador: Tribunal Pleno. Relator: Mi-

- nistra Carmen Lúcia. Data do Julgamento: 24 de junho de 2009. Disponível em: <http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&doCID=629955>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- BULL, David; HATHAWAY, David. **Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo**. Petrópolis: Vozes; OXFAM; FASE, 1986.
- CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.
- CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA NO BRASIL (CNA). **PIB do Agronegócio cresce 3,81% em 2019**. Brasília: CNA, 2020a. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-cresce-3-81-em-2019>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA NO BRASIL (CNA). **Agropecuária é destaque no PIB e cresce mesmo com Coronavírus**. Brasília: CNA, 2020b. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/boletins/agropecuaria-e-destaque-no-pib-e-cresce-mesmo-com-coronavirus>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. 3. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016.
- GLIESSMAN, Stephen R. **Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- GUSMÃO, Leonardo Cordeiro de. **Gestão Pública dos Riscos que os Resíduos de Agrotóxicos Representam à Segurança Alimentar do Consumidor: Uma Análise à Luz do Princípio da Precaução**. 2018. 163 f. Dissertação (Mestrado em Direito)—Escola Superior Dom Hélder Câmara, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/38753885/Gestao_Publica_dos_Riscos_que_os_Residuos_de_Agrotoxicos_Representam_a_Seguranca_Alimentar_do_Consumidor_Uma_Analise_a_Luz_do_Principio_da_Precaucao. Acesso em: 28 ago. 2020.
- GRIGORI, Pedro. Afinal, o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo? **Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz (CEE)**, Rio de Janeiro, 03 jul. 2019. Disponível em: <https://cee.fiocruz.br/?q=node/1002>. Acesso em: 30 ago. 2020.
- HUPFFER, Heide Maria; POL, Jeferson Jeldoci. O Direito de Escolha do Consumidor e a Necessária Informação sobre Alimentos com Agrotóxicos. **Nomos – Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito – UFC**, Fortale-

za, v. 37, n. 2, p. 29-65, jul./dez. 2017. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/nomos/article/view/5509>. Acesso em: 28 ago. 2020.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ (FAEP). **Agricultor paranaense ganha prêmio de produtividade de soja sem aplicar inseticida**. Curitiba: FAEP, 2020. Disponível em: <https://sistemafaep.org.br/agricultor-paranaense-ganha-premio-de-produtividade-de-soja-sem-aplicar-inseticidas/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**: resultados preliminares mostram queda de 2,0% no número de estabelecimentos e alta de 5% na área total. **Agência IBGE Notícias**, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-denoticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-nonumero-de-estabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>. Acesso em: 30 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**, 2018. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 30 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). **Seminário do INCA aborda relação entre câncer e trabalho**. INCA, 2005. Disponível em: http://www.inca.gov.br/releases/press_release_view_arq.asp?ID=932. Acesso em: 28 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). **Posicionamento público acerca do uso de agrotóxicos**. INCA, 2015. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/notas-tecnicas/posicionamento-do-inca-acerca-dos-agrotoxicos>. Acesso em: 28 ago. 2020.

LONDRES, Flávia. **Agrotóxicos no Brasil**: um guia para ação em defesa da vida. – Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. Disponível em: <https://br.boell.org/pt-br/2011/10/31/agrotoxicos-no-brasil-um-guia-para-acao-em-defesa-da-vida-0>. Acesso em: 30 ago. 2020.

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

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda 2030 - Objetivo 2**: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. ONU, 2015. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/ods2/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Report of the Special Rapporteur on the right to food**. ONU, 2017. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/1701059.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992**. ONU, 1992. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v6n15/v6n15a13.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (OPAS); ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**: Representação do Brasil. OPAS; OMS, 1996. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/livro2.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- PATEL, Raj. The Long Green Revolution. **The Journal of Peasant Studies**, Edinburgh-UK, v. 40, n. 1, p. 1-63, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/03066150.2012.719224>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; GUSMÃO, Leonardo Cordeiro de; CUSTÓDIO, Maraluce Maria. Segurança Alimentar e Agrotóxicos: A situação do glifosato perante o princípio da precaução. **Revista Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, Belo Horizonte, v. 15, n. 31, p. 95-125, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/38753834/SEGURANCA_ALIMENTAR_E_AGROTÓXICOS_A_situação_do_glifosato_perante_o_princípio_da_precaução. Acesso em: 28 ago. 2020.
- SAUNDERS, Peter. The Precautionary Principle. In: **Procedures of an OECD workshop**. – Policy Responses to Societal Concerns in Food and Agriculture. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2010. Disponível em: <https://portal.research.lu.se/portal/files/5991882/1770253>. Acesso em: 30 ago. 2020.
- SOARES, Alexandra Fátima Saraiva. **Impacto do uso de agrotóxicos na qualidade da água**: Estudo de caso em região produtora de café. Belo Horizonte: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

PATENTES DE AGROQUÍMICOS E SUSTENTABILIDADE: O CASO GLIFOSATO

Salete Oro Boff¹

Marta Carolina Gimenez²

Giovanna Martins Sampaio³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-4>

INTRODUÇÃO

O objetivo do presente artigo é apresentar a problemática das patentes de agroquímicos, considerando o direito de propriedade intelectual, especificamente a propriedade industrial. Toma-se como referencial exemplificativo o caso do Glifosato, da empresa Monsanto, para analisar possíveis consequências e prejuízos do exercício do direito patentário, intentando-se argumentar que este foi exercido de forma “abusiva” no caso concreto, extrapolando a “função social da propriedade intelectual”. Para tanto, verifica-se os impactos negativos do seu uso no meio ambiente (ecossistemas) e em áreas sanitárias (saúde pública e biossegurança alimentar) de modo geral.

No primeiro tópico do desenvolvimento destacam-se os principais requisitos para concessão de patentes. Na sequência, aborda-se o tema das patentes no setor dos agroquímicos. E, na continuidade, expõem-se algumas decorrências e inter-relações entre o âmbito do direito patentário agroquímico, a saúde pública

1 Doutora em Direito-UNISINOS. Estágio Pós-doutoral-UFSC. Bolsista Produtividade Pq-CNPq. Coordenadora e Professora do PPGD – Mestra em Direito da IMED. Professora da UFFS. Linha de Pesquisa “Efetividade do direito, da democracia e da sustentabilidade”. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq “Direitos, Novas tecnologias e Desenvolvimento”. Grupo de estudo GEDIPI. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7159-1878>. E-mail: salete.oro.boff@gmail.com.

2 Doutora em Direito pelo Instituto de Investigaciones Jurídicas da Universidad Nacional Autónoma de México (IIJ UNAM). Pós-doutora em Direito pela Faculdade Meridional (IMED), Brasil. Professora Pesquisadora Visitante Integrante do Quadro permanente do PPGD-UFBA. Líder do Grupo de Pesquisa Propriedade Intelectual e Novas Tecnologias (PINTEC) – UFBA e membro do Grupo de Estudos em Desenvolvimento, Inovação e Propriedade Intelectual (GEDIPI) – IMED. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5661-8860>. E-mail: magipe@hotmail.com.

3 Mestranda em Propriedade Intelectual do FORTEC/PROFNIT-2019-UFBA. Graduada em Direito pela UFBA e pela Universidade de Coimbra – Portugal em regime de Dupla Titulação. Advogada. LLM em *International Business Law*, Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica (2019/2020). Integrante do Grupo de Pesquisa PINTEC – Propriedade Intelectual e Novas Tecnologias, coordenado pela Professora Visitante Dra. Marta Carolina Gimenez-UNAM – México. E-mail: gii_sampaio@hotmail.com.

e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente, exemplificando com o julgamento Dewayne Johnson *versus* Monsanto Company, California, 2018.

Por fim, a metodologia utilizada foi o método dedutivo e o estudo de caso, e a técnica de pesquisa bibliográfica, com a pesquisa em artigos, dissertações e teses na área jurídica, bem como obras de outras áreas, principalmente da agronomia, da química e da biotecnologia.

1. ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A CONCESSÃO DE PATENTES

A propriedade intelectual pode ser entendida como o conjunto de direito e deveres que protegem os criadores e compreende os direitos de autor – obras de arte, propriedade literária; a propriedade industrial – patentes, desenho industrial, marcas, indicações geográficas, concorrência desleal; e as formas *sui generis* – cultivos, topografia de circuitos integrados, *software* e conhecimentos tradicionais.

As patentes, especificamente, são um privilégio temporário que o Estado concede a uma pessoa física ou jurídica pela criação industrial (BOFF; BOFF, 2018, p. 35). Ao mesmo tempo que o inventor recebe a proteção jurídica, apresenta uma fonte de informação revelada à sociedade.

Para que determinado sujeito possa ter seu invento abarcado pela proteção do Direito Industrial, por patente, com exclusividade no exercício deste direito, a sua criação deverá cumprir alguns requisitos: a novidade, a atividade inventiva e a aplicação industrial.

O requisito da novidade impõe a necessidade de que o produto ou processo produza “elementos positivos em relação ao estado anterior (experiência tradicional de um grupo) e a apreciação do que a novidade possa representar”, resultando num valor positivo. O conhecimento produzido não é de conhecimento público, diferente daquilo que já é conhecido, ou seja, não está contemplado no estado da técnica (BOFF; BOFF, 2018, p. 36). O conhecimento tem que ser diferente daquilo que já é conhecido.

Sobre o caractere da atividade inventiva, entende-se que a invenção deve resultar da atividade intelectual do autor. A criação não pode ser óbvia para uma pessoa que tenha “conhecimento ordinário sobre o campo técnico da informação para a qual se requer a patente” (BOFF; BOFF, 2018, p. 38). “A invenção é dotada de atividade inventiva sempre que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica” (GÊNOVA, 2007).

O critério referente à aplicação industrial (e produtiva) exige que o invento possa “ser reproduzido, empregado, modificado numa atividade industrial qualquer” (BOFF; BOFF, 2018, p. 37). A Lei n. 9.279/1996 traz entendimento elucidativo, em seu art. 15: “a invenção e o modelo de utilidade são considerados suscetíveis de aplicação industrial quando possam ser utilizados ou produzidos em qualquer tipo de indústria”.

Portanto, configura-se essencial perceber que o bem ou serviço que se pretende ver patenteado deve ainda ter um grau mínimo de “concretude”, que só pode ser atingido com uma descrição minimamente detalhada e suficientemente

minuciosa do que se pretende patentear, pelo que se pode considerar a chamada suficiência descritiva como um quarto critério objetivo para a concessão de determinada patente pelo órgão nacional respectivo.

Importante a opinião de Moreira (2010, p. 296) quando relaciona a necessidade de suficiência descritiva e a extinção do segredo industrial de “fabricação” de certo produto, o que “presume a extinção do segredo, tornando o conhecimento da tecnologia acessível a todos. Como requisito para conceder a patente, o Estado exige a descrição exata da tecnologia de forma a que um técnico com formação média na área seja capaz de reproduzir a invenção”.

Por ora, é necessário fazer menção às situações excluídas da possibilidade de concessão de patentes, que são os impedimentos expressos à patenteabilidade, relacionados no artigo 18 do diploma legal, considerando que não são patenteáveis:

- a) o que for contrário à moral, aos bons costumes e à segurança, à ordem e à saúde públicas;
- b) as substâncias, matérias, misturas, elementos ou produtos de qualquer espécie, bem como a modificação de suas propriedades físico-químicas e os respectivos processos de obtenção ou modificação, quanto resultantes de transformação de núcleo atômico;
- c) o todo ou parte dos seres vivos, exceto os micro-organismos transgênicos que atendam aos três requisitos de patenteabilidade que são: novidade, atividade inventiva e aplicação industrial (FERNANDES, 2007).

Apenas se menciona, por não ser de assunto do presente trabalho, que, devido à complexidade que permeia o tema dos micro-organismos transgênicos, estes recebem tratamento normativo diferenciado entre os países, consoante os riscos quanto à biodiversidade dessas nações e possíveis exclusões e exceções aos direitos patentários (AFONSO, 2013). Nesta seara, alguns países permitem o patenteamento de micro-organismos, e primordialmente já outros os enquadrariam na seara dos Cultivares e no âmbito da UPOV (União para a proteção das Obtenções Vegetais), por exemplo (AVILA, 2014).

Retomando a temática da patenteabilidade das invenções, cumpridos os requisitos cumulativos da novidade, atividade inventiva e “aplicabilidade industrial”, e não estando enquadrada dentre as situações de exclusão, a patente poderá ser concedida e o seu detentor terá o direito exclusivo de exploração, aproveitamento dos resultados decorrentes deste invento, durante determinado tempo pré-fixado, pelo que o direito de exclusividade conferido pela patente é temporário. Com isso, é preciso depreender e entender que o sujeito titular da patente tem o dever – obrigação legal – de exploração econômica daquela patente exclusiva que lhe foi conferida, sob pena da perda do seu direito patentário respectivo.

Destarte, a concessão de determinada patente permite o uso exclusivo por parte de seu detentor; entretanto, isso não significa que exista um monopólio de exploração, ideia esta que decorre primordialmente do texto constitucional de 1988 quando prevê expressamente a função social do direito de propriedade, em

seu relevante art. 5º (que trata das garantias, liberdades e direitos fundamentais dos cidadãos).

2. AS PATENTES AGROQUÍMICAS – A MONSANTO E O CASO DO HERBICIDA GLIFOSATO

Quanto ao recorte do presente artigo científico, quando se fala em patentes agroquímicas, necessário se faz trazer o caso da empresa Monsanto, empresa multinacional de biotecnologia e agricultura, pertencente à farmacêutica e química alemã Bayer. Nesta senda, importa trazer: “E, em decorrência da união das expressões biologia e tecnologia extraem-se uma definição de biotecnologia, que é a utilização de processos biológicos à produção industrial de alimentos, bebidas, materiais e substâncias.” (GÊNOVA, 2007)

Sobre a empresa Monsanto, sabe-se que ela desenvolve “produtos químicos, tornando-se atualmente na maior empresa de biotecnologia, que detém o maior número de patentes e o maior número de produtos no mercado compostos pelas suas 'invenções' (LIND, 2014, p. 17). De acordo com a autora, a Monsanto “encontra-se envolvida na produção de determinados produtos polêmicos pela sua nocividade e toxicidade ao ser humano, sendo hoje em dia fortemente contestada pela sua postura dominante, agressiva e invasora no mercado em detrimento dos pequenos e médios agricultores.” (LIND, 2014, p. 17). Pode-se citar o herbicida Roundup, composto químico formulado com base na substância glifosato, e responsável pela extinção de ervas daninhas em culturas e plantações de amplo espectro.

Para o presente trabalho, é importante acentuar a relevância das patentes agroquímicas em dois diferentes aspectos: para a proteção e incentivo das menores empresas e agricultores no quadro econômico e a diversificação dos investidores e produtores agrícolas; e primordialmente porque se trata de novidade e da concessão de direitos patentários exclusivos, em um ramo essencial para a segurança alimentar da população em escala mundial.

Dessa forma, ao diversificar-se a escala produtiva em nível de produção e de produtores, gera-se inovação e atualmente é bastante cedo o entendimento acerca da necessidade de transferência de tecnologia inovadora para a garantia dos direitos alimentares humanos de forma equilibrada e saudável, tratando-se de matéria urgente de saúde pública (CASTRO, 2018). E decidir acerca de concessões patentárias é ato político e fundamental, devendo ser discutido e divulgado.

Além de a empresa possuir a patente sobre o composto herbicida Roundup, detém também os direitos de patente sobre as únicas espécies de soja capazes de resistirem à aplicação da substância glifosato, por meio da invenção das sementes de soja geneticamente modificadas⁴, o que proporciona à empresa a denominada “ven-

4 Apenas pontua-se, sobre os denominados transgênicos, visto que não configuram o foco deste estudo, que: “O cultivo e permissão de organismos geneticamente modificados no mercado colidem com determinados direitos fundamentais, com reconhecimento internacional, nomeadamente o direito dos consumidores, direito à saúde, direito ao ambiente assim como a política agrícola constitucionalmente proclamada.” (LIND, 2014, p. 35).

da combinada” do herbicida químico junto com sementes “ultrarresistentes”, gerando o forte domínio da transnacional Monsanto no ramo dos produtos agrícolas.

Acrescenta Lind (2014, p. 39), referindo-se aos impactos da respectiva substância glifosato, principalmente nos solos, que: “Donde, a fertilidade dos mesmos e a riqueza dos nutrientes é então afetada devido ao uso corrente e constante ao longo dos anos, dos químicos compostos pelo herbicida, o que acarreta para o agricultor mais custos e menos colheitas.”

Portanto, constata-se um ciclo que é gerado pelo uso do referido herbicida, patenteado pela multinacional Monsanto, com consequências destrutivas para o meio ambiente, o que impacta na saúde da generalidade dos seres vivos. “O uso intenso pode causar danos às plantas que não são alvo da aplicação, aumentando o número de espécies que podem ser afetadas.” Ainda o uso continuado gera

maior resistência de ervas daninhas através dos mecanismos da seleção natural, que beneficia biótipos resistentes, preexistentes na população, levando ao aumento da quantidade destes indivíduos. Em consequência, a população de plantas resistentes pode aumentar a ponto de comprometer o nível de controle das ervas (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2001).

Além disso, necessário trazer as anotações seguintes sobre os prejuízos nas condições de saúde dos seres humanos que possuem contato com a referida substância:

Entre os efeitos agudo e crônico em seres humanos são citados: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas (epigastria, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não-carcinogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, aumento da quantidade de leucócitos, acidose metabólica e hipercalcemia (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2001).

Ademais, com o alto nível de toxicidade do herbicida, os compostos químicos do mesmo, ao serem pulverizados sobre as lavouras agrícolas, permanecem entranhados/retidos nos alimentos que serão consumidos depois pelo homem, ocasionando os diferentes tipos de doenças já exemplificados. Portanto, ao ser confirmada a toxicidade do herbicida glifosato, com os prejuízos à vitalidade e saúde do meio ambiente, do ecossistema e dos seres vivos, é preciso tecer alguns comentários críticos acerca da atuação da empresa Monsanto no mercado em que atua, o que será debatido seguidamente.

3. ATUAÇÃO DA EMPRESA MONSANTO E A PROTEÇÃO PATENTÁRIA

Na linha do que já foi demonstrado no presente trabalho, passa-se a analisar o mercado, a força econômica no setor agroquímico e o aspecto financeiro do direito patentário, de “matriz intelectual”, pelo que alguns autores trazem o deno-

minado fenômeno da financeirização da agricultura, que “significa intensificar a submissão dos agricultores às regras do jogo do funcionamento de mercados relacionado com as compras e vendas nas bolsas, reduzindo a autonomia com relação aos padrões tecnológicos” (PEDROSO, 2014, p. 71).

Seguindo a linha mercadológica, no setor da agricultura, o país se estrutura em empresas multinacionais ligadas/voltadas ao agronegócio (no Brasil, as principais utilizadoras dos herbicidas agroquímicos, patenteados ou não, dentre outros compostos biotecnológicos), em detrimento das microempresas e dos pequenos agricultores:

Dessa forma, ante tais transformações, alguns agentes privados passam a assumir papel dominante em lugar de outros e podem igualmente determinar imperativamente o processo de inovação, de acordo com os seus interesses econômicos específicos. Essa configuração, de uma forma geral, tem dado ao agricultor um papel inferior nas decisões acerca da tecnologia necessária e, usualmente, um papel de destaque para aquele agente econômico que assume o maior valor financeiro na cadeia econômica de um dado produto (PEDROSO, 2014, p. 67).

Buainain, Bonacelli e Mendes (2015, p. 68) também enfatizam que as empresas bem sucedidas no agronegócio têm verticalizado suas atividades, “empresas da área de sementes não vendem somente sementes ao produtor rural, mas um pacote tecnológico que, além das sementes, inclui outros insumos e processos essenciais como defensivos, fertilizantes, crédito, assistência técnica e comercialização”.

Portanto, o direito patentário é essencial para, além do incentivo em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, proteger os diferentes tipos de investidores agrícolas existentes no país. Nesse sentido, ao tentar recompensar os investimentos dispendidos por determinada entidade ou empresa em pesquisas tecnocientíficas, a concessão de patentes, além de promover o ressarcimento desses custos em estudos, propicia que os distintos níveis de “investimento”, de grande ou pequeno e médio porte, também sejam atraídos para o setor da agricultura, trazendo benefícios e diversificação, e desenvolvimento (científico, tecnológico, agroquímico, dentre outros).

As pequenas empresas titulares de patentes podem explorá-las ou podem celebrar contratos de cessão de direitos de uso/utilização por meio de licenciamento ou cessão total dos direitos a outras empresas que detenham maior potencial econômico-financeiro para desenvolver a criação e transformá-la, uma inovação. A concentração financeira gera a dificuldade competitiva e produtiva de mercado dos pequenos agricultores e dos produtores agrícolas de médio porte, reduzindo a sua participação nos projetos de inovação tecnológica e do sistema patentário (dificuldades econômico-mercado-lógicas). Continuamente, “esta presença marcante atravessa um período bastante turbulento, com grande ameaça de desnacionalização, via fusões, aquisições e falências, com grande tendência à concentração em poucas empresas” (BUAINAIN; BONACELLI; MENDES, 2015, p. 80).

No mesmo sentido, os autores acrescentam que “o risco de dependência é grande: para produzir as principais *commodities* agrícolas, a maior parte dos insumos contidos nos pacotes tecnológicos ora empregados depende de importação”

(BUAINAIN; BONACELLI; MENDES, 2015, p. 59). E ainda fazem referência particular à condição do Brasil: “uma das razões principais da perda de mercado é a baixa competitividade (...) e da baixa inovação tecnológica, numa conjuntura em que a competição mundial se acirra e se manifesta, no interior do mercado brasileiro, com crescente emprego das tecnologias convergentes” (BUAINAIN; BONACELLI; MENDES, 2015, p. 80).

As pequenas empresas, segundo Junne (1992),

[...] não são capazes de produzir em grande escala com os processos industriais que inventam, nem de comercializar eficazmente o produto final, elas dependem de dividir ou vender sua tecnologia para outros. Tais empresas só conseguem obter um preço compensador se a tecnologia é protegida.

Dáí ter-se reforçada a importância da proteção patentária para estas empresas.

Além disso, impõe-se que haja maior controle, por parte dos órgãos governamentais, no que se refere ao exercício dos direitos exclusivos patentários na área dos agroquímicos, por parte dos grandes grupos econômicos, posto que é fundamental a relação existente entre o “desempenho correto e regular” desses direitos de patentes agroquímicas e as condições de saúde e alimentação dos indivíduos.

Soma-se a este fato a falta de esclarecimento e informação acerca das vantagens e relevância das patentes agroquímicas, no plano nacional, para os pequenos e médios produtores agrícolas. Ademais, na estruturação do mercado brasileiro (do tipo do “agronegócio”) é cediço que não existem incentivos substanciais e/ou suficientes, por parte do governo e da política agrícola do Brasil, ao desenvolvimento tecnológico e patentário.

Conforme Junne (1992),

Um motivo importante para isso é que a inovação de produtos pode ser alcançada com maior facilidade pela introdução de produtos oriundos do estrangeiro em um determinado mercado do que pela invenção de novos produtos.

Como já abordado, o sistema de patentes agroquímicas está estruturado em torno das grandes corporações transnacionais e oligopólios, trazendo relevantes consequências para o meio ambiente e para a saúde da população, temática central que ora será melhor desenvolvida. Considera-se meio ambiente “como um conjunto de sistemas ecológicos, físicos, químicos e biológicos e de fatores econômicos sociais e culturais” (LIND, 2014, p. 42). Quando o ambiente puder estar “ameaçado”, deve-se buscar amparo no Direito Ambiental, nos princípios que embasam a sua tutela, particularmente o princípio da precaução.

O recurso ao mesmo permite impedir a distribuição ou mesmo retirar do mercado produtos suscetíveis de serem perigosos, privilegiando neste âmbito o meio ambiente em caso de incerteza científica sobre determinado dano ambiental (in dubio pro ambiente) (LIND, 2014, p. 43).

Com esta postura é possível de “forma legítima a suspensão da produção de organismos geneticamente modificados, em virtude da atribuição de consequências nefastas para o ambiente que se tem assistido” (LIND, 2014, p. 43).

Elucidativo trazer correlações entre as condições ambientais e de saúde e vitalidade dos seres, pois a “possibilidade de vir a desenvolver determinadas patologias em virtude do contato com o pesticida e da ingestão dos produtos geneticamente modificados põe em risco iminente a saúde dos cidadãos.” (LIND, 2014, p. 36). Percebe-se que estão presentes duas ações:

uma de natureza negativa, que consiste no direito a exigir do estado (ou de terceiros) que se abstenham de qualquer ato que prejudique a saúde; outra, de natureza positiva, que significa o direito às medidas e prestações estaduais visando à prevenção de doenças e o tratamento delas (LIND, 2014, p. 36).

Apesar de pesquisas controversas quanto aos efeitos da substância nos sistemas hormonal, reprodutivo e endócrino, vários estudos apontam para a sua toxicidade acentuada, gerando malefícios ao ecossistema em geral, principalmente nos solos, e resultando na incidência de doenças nas diferentes espécies de seres vivos, pelo que a solução apresentada pela autora também pode ser aplicada: a participação ativa do Poder Estatal no controle preventivo e repressivo dessas condutas.

E, para tanto, é essencial, junto à postura de prudência estatal, o papel das forças sociais no âmbito das manifestações em prol da preservação e conservação ambientais, pois “a industrialização da agricultura é fenômeno inevitável, cujas características são commoditização da produção e o ganho de escala.” (PEDROSO, 2017, p. 73).

Nesse sentido, importante a anotação: “A demanda por alimentos tem sido cada vez mais conformada por requerimentos ambientais, não se reduzindo aos produtos orgânicos. Tal demanda influencia também na inovação tecnológica que passa a sofrer crivos ambientais”. (PEDROSO, 2017, p. 70)

A partir do final do século passado, com o uso crescente de produtos transgênicos, tanto para a saúde como para a agricultura ou destinada à indústria, surgiu um novo desafio relacionado à inquietude social, o que fez emergir novas preocupações com questões ambientais, alimentares, éticas, culturais, sociais e econômicas. Foi necessário delinear rotas de avaliação desses produtos, pois não existiam antes na natureza. *O conceito de “biossegurança” foi a resposta científica e normativa a esta inquietude.* Dessa forma, a biossegurança é um conjunto de políticas, normas e procedimentos adotados, e constituem a aplicação de princípios científicos que objetivam avaliar rigorosamente possíveis novos perigos derivados da adoção da biotecnologia, assim como propor métodos de prevenção, manejo, mitigação ou eliminação de ameaças ao meio ambiente e às saúdes humana e animal. (PEDROSO, 2017, p. 156)

Portanto, pode-se perceber, pelo exemplo fático e empírico do glifosato (Monsanto), que o tema das patentes agroquímicas possui interconectividade com as questões públicas ambientais, de saúde e qualidade de vida da população,

devendo ser objeto de preocupação e cuidado por parte das instâncias de poder, tanto estatais, quanto sociais. “Nas últimas décadas tem sido observado o crescimento da importância da influência de grupos de pressão social que são formados em escala mundial e que podem representar mudanças não antecipadas” (RODRIGUES, 2012).

Desse modo, têm-se as novas formas de conectividade como um vetor exponencial e progressivo para as transformações sociais e mudanças nas políticas públicas, especialmente no tema global relativo ao meio ambiente, demonstrando uma tomada de consciência política por parte dos cidadãos e consumidores num exercício ativo de cidadania.

Portanto, o tema das patentes agroquímicas possui e demonstra especial relevância para a comunidade, em âmbito mundial, pois está relacionado às questões de produção agrícola, fazendo surgir reflexões e preocupações acerca da nomeada biossegurança alimentar global. Há que se considerar a “sustentação da produção de alimentos (...) que promova a sua sustentabilidade, ou seja, o atendimento das demandas de ordem econômica, ambiental e social da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras suprirem as suas necessidades” (RODRIGUES, 2012).

Resta assente a correlação entre a segurança alimentar, de caráter mundial que ultrapassa as fronteiras nacionais e o interesse público subsistente na concessão de patentes agroquímicas, pelo que conforma assunto relativo à saúde global. O Brasil desempenha papel central para a chamada biossegurança (ainda devido ao seu consagrado potencial agrícola) pelo que é elementar que os poderes governamentais não só regulamentem e fiscalizem os investimentos diversificados neste setor, prevenindo e evitando abusos na concessão de patentes.

Importante garantir a função social da propriedade intelectual (verdadeira limitação insculpida na Constituição Federal de 1988), no exercício dos direitos patentários concedidos, por meio da difusão das vantagens e benefícios dos direitos sobre as patentes, sob o recorte da agroquímica e da biotecnologia. O art. 5º, inciso XXIX, assegura aos autores de inventos industriais privilégio temporário para sua utilização, bem como proteção às criações industriais, considerando o interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País, que vem ao encontro dos objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil (art. 3º, da CF) de construir uma sociedade livre, justa e solidária e garantir o desenvolvimento nacional, juntamente com a proposta de desenvolvimento tecnológico voltado predominantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional (art. 218, § 2º), para o mercado interno e será incentivado de forma a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos de lei federal (art. 219).

Como se percebe, a proteção jurídica pela propriedade industrial se fundamenta no interesse social e no desenvolvimento tecnológico e econômico do país. Desse modo, verifica-se que a propriedade industrial transcende o interesse individual/particular, porque distingue valores gerais relativos ao ser humano, em sociedade.

4. RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E SANITÁRIA: O EXEMPLO DO JULGAMENTO CALIFORNIANO DEWAYNE JOHNSON VERSUS MONSANTO COMPANY

Num caso de repercussão internacional, a empresa Monsanto foi responsabilizada civilmente por júri ocorrido na Suprema Corte do Estado da Califórnia, em ação que condenou a referida multinacional ao pagamento dos chamados “danos punitivos” e dos prejuízos passados e futuros, a Dewayne Johnson, jardineiro que utilizou por dois anos o herbicida no trabalho em escolas, e que foi diagnosticado com câncer em estágio terminal.

No referido júri, dentre outros aspectos, ficou estabelecida a relação entre a doença do demandante/acionante e o uso da substância glifosato, patenteado sob o nome *Roundup* – ou seja, entendeu-se pela toxicologia acentuada do Glifosato.⁵ Destarte, ano julgado aduzido, pode-se perceber que houve exercício abusivo da empresa quando não advertiu sobre os riscos (toxicológicos) referentes ao uso da substância, pelo que a decisão conferiu ao demandante determinado montante a título de *punitive damages* visto que a multinacional sabia dos riscos e prejuízos do Glifosato e ainda sim omitiu essas informações aos compradores e consumidores do respectivo produto.

Com isso, pode-se constatar um verdadeiro abuso do exercício dos direitos exclusivos patentários e, desempenhando uma análise sob o ponto de vista do direito brasileiro, considera-se que este exercício abusivo se refere à função social da propriedade: verdadeira limitação constitucional aos direitos de patentes no campo nacional.

Dessa forma, reiteram-se aqui as facetas duais das patentes enquanto estímulo ao desenvolvimento econômico (SABINO, 2007), pelo que não se pode pensar neste desenvolvimento em escala institucional e político-jurídica sem os devidos anseios e avanços sociais, no sentido de se cumprir pontualmente o sentido e atribuições sociais dos direitos das patentes, e demonstrando as constantes e existentes divergências entre os interesses e posições privados versus os públicos (BOFF; GONÇALVES, 2016), cabendo finalmente ao operador do direito a tarefa de sopesar e ponderar, igualmente e proporcionalmente, esses interesses conflitantes.

5 Relevante trazer certo excerto/recorte do veredicto dado pelo Júri: “4. ¿Roundup Pro® o Ranger Pro® suponía posibles riesgos que se conocían o podían saberse a la luz del conocimiento científico generalmente aceptado en la comunidad científica al momento de su producción, distribución o venta? Sí 5. ¿Los riesgos posibles de Roundup Pro® o Ranger Pro® presentaban un peligro significativo a las personas que hacen un uso, ya sea correcto o incorrecto, de Roundup Pro® o Ranger Pro® según el fin para el que fue creado o de manera razonablemente previsible? Sí 11. ¿Monsanto omitió advertir debidamente acerca del riesgo o dar indicaciones sobre el uso seguro Roundup Pro® o Ranger Pro®? Sí 15. ¿Descubrieron, mediante los elementos probatorios claros y convincentes, que Monsanto actuó de manera premeditada o abusiva al llevar una conducta sobre la base de la cual ustedes basan su conclusión de responsabilidad civil a favor del Sr. Johnson? Sí 16. ¿La conducta que se entiende como premeditada o opresiva la cometió, ratificó o autorizó uno o más funcionarios, directores o agentes administradores de Monsanto que actuaron en representación de Monsanto? Sí” (LA VACA, 2018).

Por fim, ao aduzir o abuso de direitos patentários, no caso do julgamento americano trazido no presente tópico, e relacionado com a infração à função social da propriedade, indica-se que o exercício das patentes agroquímicas deve ser fiscalizado pelo Estado, posto que detém influência intrínseca com a produção de alimentos, em caráter global, ou seja, referindo-se à biossegurança alimentar mundial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ante ao exposto, invoca-se a função do Estado em regular a esfera de mercado, e incentivar o desenvolvimento das pesquisas tecnológicas em patentes e no setor agroquímico, não só por meio dos subsídios conferidos ao setor privado em regra estrangeiro, bem como ampliando e inclusive priorizando os estímulos nas investidas públicas, no sentido de promoção dos laboratórios químicos e biotecnológicos na seara das Universidades Públicas.

Na contemporaneidade, as exigências proporcionadas pelo crescimento demográfico-populacional impulsionaram o desenvolvimento das técnicas e métodos de produção agrícola, cada vez mais avançados e tecnológicos, visando o aumento da produtividade na agricultura. Outrossim, o avanço das transnacionais e do setor privado no âmbito agrícola, com o desenvolvimento da biotecnologia e das chamadas patentes agroquímicas, exigem que as forças governamentais voltem a sua atenção para este assunto tão essencial à biossegurança alimentar global, de forma a fiscalizar, regulamentar e coibir os eventuais abusos que possam decorrer do exercício do direito patentário e do poderio econômico-financeiro em torno dos grupos de empresas capitalizadas (financeirizadas).

Conforme foi reiterado no decorrer do presente artigo, existem exemplos empíricos e fáticos a respeito da capacidade destrutiva - com fortes impactos negativos - acerca da má utilização dos avanços nas técnicas agroindustriais e biotecnológicas, consequências essas que recaem tanto nas condições e aspectos da sustentabilidade e preservação do meio ambiente, quanto nas questões relativas à saúde, bem-estar e qualidade de vida da população do planeta.

Destarte, é preciso que se recupere a confiabilidade das diferentes instâncias sociais, bem como informar e educar os indivíduos, de forma mais ampla e aberta, sobre os diferentes aspectos do direito intelectual (direito industrial, dentre outras searas e ramos da Propriedade), de forma a incentivar e difundir o que se pode chamar de “cultura da propriedade intelectual”, no seio das diferentes organizações e grupos sociais, tendo em vista a maior proteção dos inventos e inovações tecnológicas.

É fundamental a busca do equilíbrio entre a retribuição aos inventores e aos investidores em P&D, com práticas sustentáveis de desenvolvimento, conciliando o controle estatal e social capaz de delimitar o alcance do “privilegio temporário de exploração” pelas empresas transnacionais agroquímicas.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Larissa Maria Galimberti. **Exclusões e Exceções aos direitos das Patentes**. 2013. 371 fl. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2132/tde-25112016-111541/publico/DISSERTACAO_Exclusoes_e_Excecoes_ao_Direito_de_Patentes_Integral.PDF . Acesso em: 28 ago. 2020.
- AMARANTE JUNIOR, O. P. *et al.* **Glifosato: Propriedades, Toxicidade, Usos e Legislação**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v25n4/10534.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2018.
- AVILA, Charlene de. **As especificidades das patentes do material genético de plantas**. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6719825.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2020.
- BEZERRA, Matheus Ferreira. **Manual de Propriedade Intelectual**. Rio de Janeiro: Lumen Iuris, 2017.
- BOFF, Salete Oro; PEREIRA, Marta Carolina Gimenez. Limites ao patenteamento de material humano na legislação brasileira. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFBA**, v. 28, p. 229-250, 2018.
- BOFF, Salete Oro. Proteção jurídica das cultivares na UPOV, no TRIPs e os limites na legislação brasileira: o embate entre interesse público e privado. **Anuário Mexicano de Derecho Internacional**, México, v. 19, p. 433-456, 2019.
- BOFF, Salete Oro. Desafios da Inovação Tecnológica para Sustentabilidade Intergeracional. **Sequência (UFSC)**, v. 41, p. 265-287, 2019.
- BOFF, Salete Oro; ZAMBAM, Neuro J. (Bio) Derecho y responsabilidad como delimitadores de la biotecnología. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, v. 116, p. 375-402, 2018.
- BOFF, Salete Oro; GONÇALVES, Diego Marques. **As tensões existentes entre interesse privado e interesse social na proteção jurídica das cultivares**. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjS-anMj7_rAhUhGrkGHR7dAB4QFjAHegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6747784.pdf&usg=AOvVaw1qpcoeZA24pUc3ai_psbDw. Acesso em: 28 ago. 2020.
- BOFF, Salete Oro; BOFF, Vilmar Antonio. Patente – privilégio temporário do inventor. In: BOFF, Salete Oro; FORTES, Vinícius B.; MENEGAZZO, Andre E.; TOCCHETTO, Gabriel Z. **Propriedade Intelectual – marcos regulatórios**. 2. ed. Erechim, RS: Deviant, 2018.
- BUAINAIN, A. M; BONACELLI, M. B; MENDES, C. I. **Propriedade Intelectual e Inovações na Agricultura**. Disponível em: http://inctpped.ie.ufrj.br/pdf/livro/PI_e_Inovacoes_na_Agricultura.pdf. Acesso em: 10 jul. 2018.

- CASTRO, Elza Moreira Marcelino de. **O acordo Trips e a saúde pública**. Disponível em: <http://funag.gov.br/biblioteca/download/1252-trips-e-a-saude-publica.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- FERNANDES, Francis Marília Pádua. **O Direito da Propriedade Intelectual**. Disponível em: <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/33359-42702-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- GÊNOVA, Leonardo de. **Patente de Biotecnologia: Evolução e Perspectivas**. Disponível em: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/leonardo_de_genova.pdf. Acesso em: 20 jul. 2018.
- JUNNE, Gerd. **O Ritmo das Grandes Corporações em Biotecnologia Agrícola**. Disponível em: <https://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/File/1491/1858>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- LA VACA. **La Suprema Corte del Estado de California del Condado de San Francisco – Monsanto Veredicto**. [S. l.] [2018]. Disponível em: <http://www.lavaca.org/wp-content/uploads/2018/08/Monsanto-Verdict.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- LIND, Salomé. **Patentes sobre sementes geneticamente modificadas – consequências dos monopólios na produção de sementes e da proliferação de patentes**. Disponível em: [https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/17699/1/Patentes%20sobre%20sementes%20geneticamente%20modificadas%20\(...\).pdf](https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/17699/1/Patentes%20sobre%20sementes%20geneticamente%20modificadas%20(...).pdf). Acesso em: 07 jul. 2018.
- MENEGAZZO, André F.; BOFF, Salete Oro. Apontamento sobre propriedade intelectual e sustentabilidade: por um limite jurídico da inovação. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC. Nomos**, Fortaleza, v. 38, p. 19-40, 2018.
- MOREIRA, Denis Barbosa. **Uma Introdução à Propriedade Intelectual**. Disponível em: http://www.nbb.com.br/pub/denis/introducao_pi.pdf. Acesso em: 05 jul. 2018.
- PEDROSO, Maria Thereza Macedo. **Instituições e Inovação Tecnológica Agropecuária: O Caso de Produtos Biotecnológicos no Brasil e nos Estados Unidos**. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/23531/1/SEI2017_MariaTherezaMacedoPedroso.pdf. Acesso em: 20 jul. 2018.
- PILATI, José Isaac. **Propriedade & Função Social na Pós- modernidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.
- PINHEIRO, Flávio Maria Leite. **A licença Compulsória como medida de efetiva concretização ao direito fundamental ao meio ambiente de saudável**. 2017. 91 fl. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/186210/PDPC1353-D.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

- QUEIROZ, G. M. *et al.* **Transporte de Glifosato pelo Escoamento Superficial e por Lixiviação em um solo agrícola.** Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Vander_Kaufmann/publication/262497806_Glyphosate_transport_in_runoff_and_leaching_waters_in_agricultural_soil/links/567e6cba08ae19758389371f.pdf. Acesso em: 14 jul. 2018.
- RODRIGUES, R. *et al.* **Drivers de Mudanças no sistema agroalimentar brasileiro.** Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/670/614. Acesso em: 15 jul. 2018.
- SABINO, Luciana Shicasho. **Caracterização da proteção às patentes como estímulo do desenvolvimento econômico.** 2007. 172 fl. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/387/1/Texto%20completo.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.
- SCHUMACHER, S.; ANTUNES, A. M.; RODRIGUES, R. **Panorama dos Depósitos de Patentes de Defensivos Agrícolas no Brasil.** Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/17922>. Acesso em: 10 jul. 2018.

NANOAGROQUÍMICOS E RISCO: UMA (NECESSÁRIA) LEITURA A PARTIR DA SUSTENTABILIDADE COMO REFERÊNCIA AOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO DA ONU¹

Raquel Von Hohendorff²

Wilson Engelmann³

Daniele Weber da Silva Leal⁴

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-5>

Ao abrir a caixa-preta dos fatos científicos, não ignorávamos que abríamos a caixa de Pandora. Era impossível evitá-lo. Ela estava hermeticamente fechada enquanto permaneceu na terra de ninguém das duas culturas, oculta no meio das couves e nabos, placidamente ignorada pelos humanistas, que tentam combater os perigos da objetificação, e pelos epistemólogos, que procuram anular os males trazidos pela massa rebelde. Agora que ela foi aberta, espalhando pragas e maldições, pecados e doenças, só há uma coisa a fazer: mergulhar na caixa quase vazia para resgatar aquilo que, segundo a lenda venerável, ficou lá no fundo – sim, a esperança. A profundidade é demasiado para mim; não gostaria de me ajudar na tarefa? Não me daria uma mãozinha? (LATOURET, 2017, p. 38).

Existem problemas novos convivendo com antigos – a persistência da pobreza e de necessidades essenciais não satisfeitas, fomes coletivas (...) e ameaças cada vez mais graves ao nosso meio ambiente e sustentabilidade de nossa vida econômica e social (SEN, 2000, p. 9).

-
- 1 Resultado parcial das investigações desenvolvidas pelos autores no âmbito do Projeto “Sistema do Direito, novas tecnologias, globalização e o constitucionalismo contemporâneo: desafios e perspectivas” com apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS Edital FAPERGS/CAPES 06/2018– Programa de internacionalização da pós-graduação no RS e também Projeto Transdisciplinaridade e Direito: construindo alternativas jurídicas para os desafios trazidos pelas novas tecnologias com apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS. Edital 04/2019 – Auxílio Recém-Doutor.
 - 2 Doutora em Direito; Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Direito - Mestrado e Doutorado - da UNISINOS. E-mail: rhohendorff@unisinoss.br.
 - 3 Pós-doutor em Direito Público - Direitos Humanos pela Universidade de Santiago de Compostela, Espanha; Coordenador Executivo do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios da UNISINOS; Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito, Mestrado e Doutorado, da UNISINOS; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: wengelmann@unisinoss.br.
 - 4 Doutoranda (bolsista CAPES/PROEX) e Mestra em Direito Público pela UNISINOS. Professora universitária da FACCAT e UNIFTEC. Advogada. E-mail: weber.daniele@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Vive-se hoje a Quarta Revolução Industrial, conforme expressão criada por Klaus Schwab, fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial. Trata-se de uma ampla revolução científico-tecnológica caracterizada principalmente pela “velocidade; amplitude; profundidade e impacto sistêmico” (SCHWAB, 2016, p. 13). Diante dos incontestáveis impactos na maneira como os seres humanos vivem, trabalham e se relacionam, novas tecnologias estão exercendo tensão sobre os sistemas econômicos, sociais e políticos.

Sobre os impactos e expansão dos avanços tecnológicos, trata-se de mudanças históricas em termos de tamanho, velocidade e escopo e ainda não se sabem os desdobramentos destas transformações, sua complexidade e interdependência. Mas, o que se sabe é que todas as partes interessadas da sociedade global – governo, empresas, universidades e sociedade civil – têm a responsabilidade de trabalhar em conjunto para compreender melhor estas tendências emergentes, bem como para lidar de um modo sustentável com os riscos destas inovações.

Vivenciam-se, na sociedade atual, diversas mudanças oriundas da Quarta Revolução Industrial, e este capítulo faz referência às atuais incertezas das nanotecnologias (uma das grandes inovações desta revolução) utilizadas em agroquímicos, ao risco e aos novos questionamentos jurídicos que são apresentados ao Direito. A utilização da escala nanométrica avança exponencialmente e enfrenta-se uma (in) certeza científica sobre a segurança das nanopartículas, em especial no que tange os agroquímicos.

A revolução nanotecnológica já está em curso e os produtos resultantes estão sendo consumidos, sem que seus reais riscos e efeitos sobre a saúde humana e ambiental sejam conhecidos. Hoje, em termos de ciência, as dúvidas se sobrepõem às certezas e a ciência do Direito também foi atingida por esta nova realidade repleta de incertezas. A nanotecnologia, como inovação, traz à tona questões relacionadas com diferentes áreas do conhecimento, inclusive o Direito, especialmente em função dos novos riscos advindos de seu uso e como equacionar esta miríade de possibilidades com os objetivos de desenvolvimento sustentável, mais especificamente com o combate à fome e a questão do consumo e produção sustentáveis.

Embora seja difícil prever o futuro papel que a nanotecnologia irá desempenhar no desenvolvimento de insumos agrícolas, há uma clara indicação da direção que a indústria está seguindo. Em teoria, os nutrientes em nanoescala podem ser capazes de penetrar nos poros das plantas onde seus homólogos em tamanho macro não conseguem e, assim, reduzir-se-ia, em muito, os gastos com desperdícios de fertilizantes nas culturas. As incertezas surgidas graças à potencialização dos riscos dos produtos nanoagroquímicos tornam necessários mais estudos na área de nanotoxicologia, de modo a evitar maiores danos com efeitos graves e imprevisíveis ao meio ambiente e à saúde humana.

Para desenvolver este capítulo, será utilizada a perspectiva metodológica sistêmico-construtivista que considera a realidade como uma construção de um observador, analisando todas as peculiaridades implicadas na observação. É um método

que parte de uma observação complexa de segunda-ordem, pressupondo reflexões que são estabelecidas a partir de um conjunto de categorias teóricas, próprias da Matriz Pragmático-Sistêmica, que guardam uma coerência teórica autorreferencial. Trata-se de uma estratégia autopoietica de reflexão jurídica sobre as próprias condições de produção de sentido, bem como as possibilidades de compreensão das múltiplas dinâmicas comunicativas diferenciadas em um ambiente complexo, como é o gerado pelas nanotecnologias.

Os possíveis danos desta nova tecnologia afetam primordialmente a saúde do trabalhador e do meio ambiente, que passa a interagir com partículas nanoparticuladas desde sua origem até sua destinação final. A partir disto, o problema de pesquisa pode ser assim definido: e que maneira está o Direito lidando com as novas demandas dos nanoagroquímicos face ao risco?

Portanto, os principais objetivos deste capítulo são pesquisar as interfaces entre as Nanotecnologias e o Direito abordando o pouco que é conhecido, as indefinições, os aspectos que ainda precisam de maiores estudos continuados no tempo, em longo prazo, os possíveis riscos em relação à contaminação por produtos nanoagroquímicos, bem como propor avanço na discussão sobre a inovação no/do Direito frente a esta nova realidade em desenvolvimento.

Ressalta-se a importância e necessidade desta discussão, especialmente em um país onde a liberação de uso de novos produtos agrícolas cresce exponencialmente. Cabe lembrar ainda que, ao longo do ano de 2019, no Brasil, nos primeiros cem dias do ano, foram liberados 152 agrotóxicos, sendo que 44 são da classe mais perigosa e apenas dezoito da classe menos tóxica, ampliando assim os riscos.

2. OS PRIMEIROS PASSOS E MUITAS INCERTEZAS: A NANOTECNOLOGIA E OS AGROQUÍMICOS

Conforme previamente explicitado, torna-se necessária uma configuração textual sobre a nanotecnologia, um dos tipos de inovação tecnológica da pós-modernidade, representante importante das novas tecnologias oriundas da Quarta Revolução Industrial, destacando sua origem, o que realmente são, seu uso na atualidade no ambiente dos agroquímicos e os riscos associados.

Nano é uma medida, não um objeto, ou seja, engloba “[...] a habilidade de trabalhar a nível molecular, átomo por átomo, criando estruturas com organizações moleculares diferentes e explorando as novas propriedades exibidas em tal escala” (ENGELMANN; CARDOSO, 2010), cujas partículas correspondem à ordem de 1-100 nanômetros (o que equivale a 0,000000001 metros), os quais não podem ser vistos a olho nu.

Estas tecnologias correspondem à investigação e ao desenvolvimento tecnológico em nível atômico, molecular ou macromolecular em uma escala de comprimento de cerca de um a cem nanômetros em qualquer dimensão; à criação e à utilização de estruturas, dispositivos e sistemas que possuem novas propriedades e funções por causa de seu tamanho reduzido; e à capacidade de controlar ou manipular a matéria em escala atômica (UNITED STATES, 2007).

As nanotecnologias são um conjunto de técnicas multidisciplinares que permitem o domínio de partículas com dimensões extremamente pequenas que exibem propriedades mecânicas, óticas, magnéticas e químicas completamente novas (DUPAS, 2009).

A nanotecnologia pode ser definida como a ciência da manipulação de matéria na escala nanométrica, a fim de descobrir novas propriedades e assim produzir novos produtos. Nos últimos trinta anos, uma quantidade considerável de interesse científico e financiamento de pesquisa e desenvolvimento dedicado à nanotecnologia levou a desenvolvimentos rápidos em todas as áreas de ciência e engenharia, incluindo química, materiais, energia, medicina, biotecnologia, agricultura, alimentos, dispositivos eletrônicos e produtos de consumo. Somente nos EUA o governo federal gastou mais de US\$ 22 bilhões em pesquisa em nanotecnologia desde 2001 (CHENG *et al.*, 2016).

A *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (OCDE) define a nanotecnologia como um “[...] conjunto de tecnologias que permitem a manipulação, estudo ou exploração de estruturas e sistemas muito pequenos (geralmente menos de cem nanômetros)” (OECD, 2017).

Como as nanopartículas são muito pequenas, medindo menos de um centésimo de bilionésimo de metro, são regidos por leis físicas muito diferentes daquelas com as quais a ciência está acostumada. Existem probabilidades de que as nanopartículas apresentem grau de toxicidade maior do que as partículas em tamanhos normais, podendo assim ocasionar riscos à saúde e segurança de pesquisadores, trabalhadores e consumidores.

Desta forma, podem-se mencionar em destaque diversas características das nanotecnologias, tais como as propriedades incomuns de nanopartículas que são principalmente baseadas em seu tamanho em nanoescala e sua área de superfície. À medida que o tamanho de uma partícula diminui e se aproxima da nanoescala, muitas propriedades começam a mudar em comparação com o mesmo material no seu tamanho macro. Cita-se, como exemplo, a cor e a temperatura de fusão do ouro, as quais são muito diferentes em nanoescala que em ouro convencional. Os efeitos tóxicos de materiais que se mostram como inertes na escala macro também são muito diferentes na escala nano. Como a área de superfície de partículas aumenta, uma maior proporção dos seus átomos ou moléculas começa a ser exibida na superfície, em vez de o interior do material. Existe uma relação inversa entre o tamanho das partículas e o número de moléculas presente na superfície da partícula. O aumento na área de superfície determina o número potencial de grupos reativos sobre a partícula. A alteração das propriedades físico-químicas e estruturais das nanopartículas com uma diminuição do tamanho poderá ser responsável por uma série de interações materiais que podem levar a efeitos toxicológicos.

Quanto mais larga for a utilização da nanoescala na indústria, maior será a quantidade de produtos colocados à disposição do consumidor. Qual o motivo da preocupação? Por meio de equipamentos especializados, em condições de interagir com o nível atômico, se geram produtos com características físico-químicas diferentes daquelas encontradas no seu similar na escala macro. Aliado a esse aspecto, inexistente regulação específica para as nanotecnologias ao longo do ciclo de

vida de um nanomaterial. As Ciências Exatas, dentre as quais se sublinha a Engenharia, a Química, a Física, a Biologia e outras, ainda não conseguiram calibrar a metodologia para a avaliação da segurança dos produtos desenvolvidos à base da nanoescala; se desconhece o número de nanopartículas já produzidas pela ação humana, as denominadas nanopartículas engenheiradas.

No caso específico do setor agrícola, que se aplica diretamente ao agronegócio, nessa base de dados se observam as seguintes aplicações: criação animal; melhoramento e proteção vegetal; melhoria do solo; fertilizantes químicos; nutrientes para plantas e nanocompósitos de liberação controlada (INTRODUCTION, 2020). Na área do agronegócio vislumbra-se o desenvolvimento da chamada “nanotecnologia na agricultura de precisão”, onde se encontram: nanosensores para saúde e condição do solo; liberação controlada de agroquímicos; detecção de agroquímicos; ampliação do tempo de prateleira de agroprodutos; regulação do crescimento de plantas; retenção de nutrientes e água; entrega de nutrientes e água de forma seletiva e aumento da qualidade de saúde dos agroprodutos (BRASIL, 2019). Uma consulta à base de dados da *Statnano*, em agosto de 2020, demonstrou existirem 227 produtos agrícolas com nanotecnologia, em 26 países, produzidos por 72 diferentes empresas (INTRODUCTION, 2020).

As aplicações dos nanoagroquímicos têm demonstrado um potencial para adoção em larga escala pelo setor agrícola em todo o mundo; assim, é importante que os países em desenvolvimento construam e coloquem em prática estratégias adequadas de gestão de risco com antecedência, pois algumas das aplicações (por exemplo, nanopesticidas) podem representar um risco maior (ou diferente) para os trabalhadores rurais, o meio ambiente e os consumidores (CHAUDHRY; CASTLE, 2011). A toxicidade para o ecossistema, os resíduos potenciais que podem ser depositados nos alimentos, e a fitotoxicidade dos nanomateriais são algumas das maiores preocupações para a aplicação dos nanomateriais na agricultura (ILUMINATO, 2009).

A produção, a utilização e a eliminação de produtos nanoagroquímicos resultarão inevitavelmente na liberação de nanomateriais no meio ambiente e ainda não há entendimento amplo sobre os efeitos destes materiais em bactérias, micróbios e fungos em ambientes naturais. É possível que uma maior presença de nanomateriais antibacterianos altamente potentes nos fluxos de resíduos altere o comportamento das bactérias benéficas ao meio ambiente. As mesmas características que fazem com que os nanoagroquímicos sejam mais efetivos que suas versões macro, – maior toxicidade, mais biodisponibilidade para alcançar pragas específicas e maior longevidade no terreno – também significam novos riscos para os seres humanos e o meio ambiente (MILLER; SENJEN, 2008).

Por conta desse cenário, o documento *Guidance to Facilitate Decisions for Sustainable Nanotechnology*, produzido pela Agência Norte-Americana de Meio Ambiente, destina-se a oferecer um ponto de partida para avaliar a sustentabilidade dos nanoproductos e fornece um resumo dos métodos existentes para avaliar vários aspectos da sustentabilidade. Além disso, destaca os elementos críticos necessários para apoiar a tomada de decisão baseada na sustentabilidade. Os comentários recolhidos a partir deste relatório também serão utilizados para aprimorar

o trabalho, clarificação da abordagem e priorização de pesquisas futuras e, como a área da nanotecnologia e as abordagens do ciclo de vida estão mudando rapidamente, este documento deverá ser revisado e atualizado à medida que as informações adicionais estiverem disponíveis (EASON *et al.*, 2011). Essa orientação serve para facilitar a tomada de decisões sustentáveis no cenário dos nanoagroquímicos e evidencia a necessidade de uma discussão sobre os riscos, que se fará na sequência.

3. A IMPRESCINDÍVEL REFLEXÃO ACERCA DOS RISCOS DOS NANOAGROQUÍMICOS E SEU CICLO DE VIDA

Existem muitas incógnitas em torno de nanotecnologias e nanoprodutos, tanto em termos de desempenho quanto de impacto no meio ambiente, economia e sociedade: o modo como as nanopartículas se comportam no meio ambiente é extremamente complexo e ainda não foram coletados dados experimentais sistemáticos para ajudar a compreender esse processo de forma abrangente. Esta é a conclusão de uma equipe do Instituto ETH de Zurique, na Suíça, depois de realizar uma grande revisão da literatura científica sobre o assunto: “[...] a equipe afirma que somente quando os cientistas adotarem uma abordagem mais padronizada será possível compreender os efeitos que as nanopartículas têm sobre o ambiente - incluindo os seres humanos [...]”. De acordo com a equipe, mesmo os especialistas envolvidos nos estudos científicos acham difícil dizer exatamente o que acontece às nanopartículas uma vez que elas cheguem à água ou ao solo (SANI-KAST *et al.*, 2017).

Na mesma linha vai Simonin *et al.* (2018), que destacam: apesar do rápido aumento na diversidade e nas quantidades de nanomateriais produzidos por engenharia, os impactos desses contaminantes emergentes na estrutura e na função dos ecossistemas receberam pouca atenção dos ecologistas. Além disso, pouco se sabe sobre como os nanomateriais manufaturados podem interagir com a poluição de nutrientes na alteração da produtividade do ecossistema, apesar do reconhecimento de que a eutrofização (o aumento exagerado de algas, decorrentes da poluição e outras contribuições dos humanos, desequilibrando o meio ambiente) é a principal questão da qualidade da água nos ecossistemas de água doce em todo o mundo. Neste estudo, os autores deixaram duas perguntas principais: (1) Até que ponto as nanopartículas manufaturadas afetam a biomassa e a produtividade dos produtores primários nos ecossistemas de áreas úmidas? (2) Como esses impactos são mediados pela poluição por nutrientes? Aqui se tem claramente a incerteza, pois existe uma projeção dos riscos, mas também perguntas sem respostas.

Na Duke University, dos Estados Unidos da América encontra-se o *CEIN-T-Center for the environmental implications of NanoTechnology*, que estuda as interações ambientais das nanopartículas: nos últimos 10 anos, houve um aumento no uso de pequenas substâncias chamadas nanomateriais em agroquímicos, como pesticidas e fungicidas. A ideia é fornecer mais proteção contra doenças e melhores rendimentos para as culturas, enquanto diminui a quantidade de toxinas pulverizadas nos campos agrícolas. Mas quando combinados com o escoamento de

nutrientes de terras cultivadas, fertilizadas e pastagens cheias de esterco, esses “nanopesticidas” também podem significar surtos de algas mais tóxicos para córregos, lagos e áreas úmidas próximas. Essas interações podem intensificar a proliferação de algas nocivas nas zonas úmidas (CEINT, 2018).

Para lidar com as novidades trazidas pela nanoescala, especialmente na área de alimentos e embalagens (e aqui a preocupação com as questões do lixo e sua destinação final), será fundamental iniciar um trabalho sério por meio da chamada avaliação e gestão dos riscos (NOWACK *et al.*, 2012).

Esse tema deverá ingressar na seara jurídica, buscando-se a aprendizagem já gerada na área da Administração, devendo iniciar no laboratório, onde as pesquisas são especificadas, passar pelo setor industrial e, finalmente, chegar ao mercado consumidor, ao uso e descarte, ou seja, atingindo a integralidade do ciclo de vida de um nanomaterial.

A avaliação e a gestão dos riscos dos produtos nanoagroquímicos não é possível dissociada da análise dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, inclusive e principalmente considerando a destinação final. As inúmeras embalagens dos produtos que contêm nanotecnologias podem ser fontes muito importantes de contaminação ambiental, basta verificar-se, ao longo da história recente da humanidade, o grande problema das embalagens de agrotóxicos, por exemplo, bem como de medicamentos. Muitos contaminantes chegam aos cursos de água e ao ambiente através da destinação inadequada das embalagens.

Assim, os nanoagroquímicos podem estar sendo agentes geradores de problemas ecológicos ainda maiores que os químicos que substituem, pois podem deixar resíduos mais persistentes e criar novos tipos de contaminação de solos e águas e na cadeia alimentar, assim como podem ter efeitos tóxicos contra as espécies não alvo. E, se forem biopersistentes, se estará lidando com uma nova forma de contaminação perigosa de solos e águas.

Em relação aos produtos nanoagroquímicos, é necessário que, quando, por exemplo, os nanotubos de carbono forem adicionados ao solo em experimentos de laboratório para determinar se irão aumentar as taxas de germinação de sementes, a avaliação tecnológica sobre tais experiências investigue também como estas partículas nanoengenheiradas afetarão os diversos reguladores biológicos e químicos do solo. Devido à natureza persistente de alguns destes contaminantes, repetidas aplicações para o mesmo pedaço de terra podem aumentar os níveis de contaminação do solo e, possivelmente, os níveis de contaminação de alimentos durante séculos vindouros (SUPAN, 2013).

Ainda são muitas as lacunas existentes e, em geral, dizem respeito à metabolização e excreção, estudos de biodistribuição, comportamento e destino ambiental, efeitos em demais espécies vegetais e animais (incluindo os insetos benéficos para outras culturas e a microbiota do solo), métricas de quantificação ambiental, mecanismos de remoção, toxicidade aguda e crônica, mudanças das propriedades em função do ambiente, biocaptação, bioconcentração e bioacumulação, mecanismos de toxicidade. Restam dúvidas quanto ao manuseio e destino das embalagens: devem seguir as mesmas recomendações dos produtos agroquímicos? Quanto aos testes de riscos de toxicidade, sabe-se que, atualmente, não são

exigidos novos testes porque se entende tratar dos mesmos agentes das formulações antigas, mas um produto nano tem de ser novamente avaliado mesmo que use os mesmos compostos, uma vez que, ao que tudo indica, terá comportamentos diferentes.

Ainda há a questão de estratégia comercial de não dizer se o produto contém ou não os nanoagroquímicos. Será que não serviu a lição dos transgênicos? Não aprendemos como sociedade? Os organismos geneticamente modificados, assim como hoje a agricultura nanotecnológica, seriam os salvadores do planeta, acabariam com a fome, permitindo a ampliação da produção agrícola. E o que aconteceu? Nada além de um aumento da dependência de produtos agroquímicos. Nenhum estudo em longo prazo, ausência de dados, ausência de estudos, de certezas. Espera-se que, com os nanoagroquímicos e com produtos com tecnologia nano em geral, não incorramos no mesmo vazio de conhecimento acerca dos potenciais efeitos negativos, antes que seja tarde demais.

A nanotecnologia aplicada à agricultura não deveria reproduzir o caminho controverso seguido pelos transgênicos. Deve-se escutar a voz da tradição. A tradição, a partir de Hans-Georg Gadamer, está vinculada à herança histórica que “possui uma autoridade que se tornou anônima” (GADAMER, 1997, p. 420-421). A força da tradição, da experiência com o vivido historicamente deverá ser valorizada neste momento da história. Vale dizer, há antecedentes científicos que produziram resultados catastróficos para o ser humano e o meio ambiente, como a bomba atômica, produzida a partir da inovação tecnocientífica da energia nuclear. Por conta disso, é preciso aprimorar o Direito, iniciando pela perspectiva hermenêutica, rompendo com a pretensão de se ter sempre a resposta correta, postulado da hermenêutica clássica. Será necessário aprender com Gadamer, ou seja, é preciso dar-se conta de que “[...] a consciência hermenêutica sabe que não pode estar vinculada à coisa em questão, ao modo de uma unidade inquestionável e natural, como se dá na continuidade ininterrupta de uma tradição” (GADAMER, 1997, p. 420-421). Assim, tendo em conta o que a história da humanidade já presenciou e contou para as futuras gerações, faz-se necessário discutir as suas possíveis implicações sociais, econômicas e políticas, em tempo real. Mas a experiência passada não parece estar sendo levada em conta e são visíveis as pressões econômicas e políticas no desenvolvimento de nanoprodutos que são determinantes na trajetória tecnológica da nanotecnologia (FOLADORI; INVERNIZI, 2008, p. 18).

Deste modo, ensina Engelmann (2010, p. 303) que, mais do que em nenhum outro momento da história, é necessária a prática da virtude da *phrónesis* para perpassar as questões e as respostas que estarão sendo levantadas de hoje para o futuro, sem descuidar de valorizar a aprendizagem oriunda do horizonte histórico da tradição humana já vivenciada no passado.

O desenvolvimento socioeconômico que ocorrerá com o advento e implementação das nanotecnologias nos mais diversos processos produtivos não pode deixar de considerar os aspectos éticos legais e sociais [éticos, legais e sociais], bem como a sustentabilidade, promovendo sempre os ideais de uma responsabilidade planetária e de um não retrocesso ambiental. Contudo, muito embora o desenvolvimento desta nanotecnologia venha alcançando contornos significativos, não há

regulação específica. Segundo Engelmann (2015, p. 350), “[...] o Direito deverá construir as bases para um conjunto normativo de acompanhamento, assessoramento e recompensas pela implementação das condutas mais aceitáveis em relação à gestão do risco nanotecnológico”.

O livro *Nanopesticides – from research and development to mechanisms of action and sustainable use in agriculture* foi recentemente, em agosto de 2020, lançado pela Editora Springer (FRACETO *et al.*, 2020). O livro aborda inúmeros aspectos sobre os nanoagroquímicos, mas deixa claro que os nanomateriais vêm contribuindo para a ciência e a tecnologia agrícola nas mais diferentes fases de produção e comercialização. Seus benefícios podem incluir melhor estabilidade e maior eficácia do composto, permeabilidade e dispersão do ingrediente ativo, melhor direcionamento para espécies de pragas, redução de doses de aplicação, e aumento da segurança ambiental. Desta forma, o uso dos nanoagroquímicos pode auxiliar na redução dos efeitos nocivos ao meio ambiente, mas ainda faltam dados mundiais sobre a eficácia dos nanoagroquímicos em comparação com os produtos convencionais, bem como sobre seus efeitos ambientais. Desta forma, os editores mencionam que, apesar de seu uso promissor, é necessário estudar o possível impacto dos nanoagroquímicos no meio ambiente e em toda a biota, afetando assim a biodiversidade, a saúde ambiental e humana.

Assim, a utilização das nanotecnologias sem uma avaliação adequada dos riscos e de uma gestão adequada destes riscos pode configurar-se em caminho como o do amianto, dos transgênicos e dos aerossóis, onde a comercialização passou muito à frente da avaliação ambiental dessas tecnologias. Por tudo isso, a continuidade da produção e do consequente uso de produtos com nanotecnologias exige que se pense sempre, sob as luzes dos objetivos do desenvolvimento sustentável, da Agenda 2030 da ONU, especialmente no que diz respeito aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) de números 2 e 12, que versam, respectivamente, sobre o combate à fome e agricultura sustentável e sobre assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

4. O (NOSSO) FUTURO SUSTENTÁVEL COM O USO DE NANOAGROQUÍMICOS: A NECESSÁRIA PASSAGEM PELOS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Em setembro de 2015, 193 países da Cúpula das Nações Unidas adotaram o que ficou mundialmente conhecido como a *Agenda 2030*, um plano de ação com 17 objetivos globais, os – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) – envolvendo diversos temas, como sustentabilidade, educação e direitos humanos – para serem desenvolvidos ao longo de quinze anos, para erradicar a pobreza, promover a paz e igualdade, alavancar o crescimento inclusivo e proteger o meio ambiente (BRASIL, 2016; UNITED NATIONS 2017).

Nos documentos que versam sobre os ODS, o desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da

geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as próprias necessidades. Assim, demanda um esforço conjunto para a construção de um futuro inclusivo, resiliente e sustentável para todas as pessoas e todo o planeta, e, para que seja alcançado, é preciso que se harmonizem três elementos centrais: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente. Trata-se de elementos interligados e fundamentais para o bem-estar dos indivíduos e das sociedades (BRASIL, 2016; UNITED NATIONS 2017).

Desta forma, os ODS definem as prioridades e aspirações de desenvolvimento sustentável global para 2030, e buscam mobilizar os esforços globais ao redor de uma série comum de objetivos e metas. Os ODS exigem uma ação mundial entre os governos, as organizações e a sociedade civil para acabar com a pobreza e criar uma vida com dignidade e oportunidades para todos considerando os limites do planeta.

Diferentemente dos seus antecessores, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, os ODS explicitamente convocam todas as organizações a utilizar sua criatividade e inovação para resolver os desafios de desenvolvimento sustentável. Podem ser compreendidos como uma oportunidade para que as soluções e tecnologias empresariais sejam desenvolvidas e implementadas para tratar dos maiores desafios mundiais de desenvolvimento sustentável. Na medida em que os ODS formam a agenda global para o desenvolvimento da sociedade, eles permitirão que as organizações líderes demonstrem como os seus negócios ajudam no avanço do desenvolvimento sustentável, tanto minimizando os impactos negativos quanto maximizando os impactos positivos nas pessoas e no planeta (SDG COMPASS, 2016). As nanotecnologias representam uma enorme possibilidade para o cumprimento dos ODS, mas também, em função de seus riscos, um grande desafio em tal função.

Dos 17 ODS os de números 2 e 12 são os mais diretamente relacionados ao tema deste artigo. As nanotecnologias podem fazer parte de vários deles, mas tanto o 2 (trata de fome zero e agricultura sustentável) quanto o 12 (trata de consumo e produção responsáveis) são diretamente relacionados à ideia do uso adequado e seguro dos nanoagroquímicos.

O objetivo 2, que tem como definição acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável está totalmente inserido no contexto dos nanoagroquímicos, que tratam de uma das novas propostas para a intensificação sustentável da agricultura, em busca do combate à fome no mundo.

Já o objetivo número 12, que aborda a necessidade de assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, está perfeitamente relacionado à questão da imprescindível abordagem dos riscos dos nanoagroquímicos, de forma a ser o mais sustentável possível, influenciando os padrões de produção e as escolhas do mercado consumidor.

Ainda, até 2030, espera-se reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. A ideia é incentivar as organizações, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios (BRASIL, 2016).

Como ensina Freitas (2012, p. 325; 327), a sustentabilidade passa por uma ideia de consumo e produção diferentes dos que acontecem atualmente:

Encorajar, nesse contexto, um novo ciclo de produção e de consumo afigura-se condição necessária para oferecer o bem-estar duradouro a cerca de nove bilhões de seres humanos, em 2050. [...]. *A sustentabilidade implica praticar a equidade com gerações futuras e, ao mesmo tempo, assegurar a equidade no presente, desafio inarredável de agir, de maneira intertemporalmente integrada*, para erradicar as discriminações (inclusive de gênero), promover a reeducação alimentar, universalizar o consumo consciente, regularizar a ocupação segura do solo e garantir o acesso a trabalho decente (grifo nosso).

Para expandir a pesquisa, a produção e o uso de nanoagroquímicos em todo o mundo, são necessárias políticas transformadoras que incentivem a inovação e a aplicação industrial da engenharia verde, bem como, o mais importante, quadros regulatórios interativos e flexíveis que aplicam o princípio da precaução⁵ por razões de segurança e a obtenção de resultados não poluentes. O mundo não pode se dar ao luxo de ignorar experiências passadas sobre os riscos e danos à saúde humana e ao meio ambiente em sua resposta às oportunidades promissoras oferecidas por novos materiais (PNUMA, 2017).

O desenvolvimento socioeconômico que ocorrerá com o advento e implementação das nanotecnologias nos mais diversos processos produtivos não pode deixar de considerar a sustentabilidade e a justiça ambiental, promovendo sempre os ideais de uma responsabilidade planetária e de um não retrocesso ambiental.

5. A TÍTULO DE CONCLUSÕES

Os nanoagroquímicos vêm sendo destacados como uma área inovadora com inúmeros potenciais inclusive para contribuir positivamente para a busca da sustentabilidade e, assim, atraem cada vez mais investimentos, mas, ao mesmo tempo, as dúvidas e incertezas acerca dos riscos permanecem.

O uso de nanoagroquímicos é fundamental para a agricultura moderna e as aplicações da nanotecnologia, na forma de nanopesticidas ou nanofertilizantes, estão crescendo em todo o mundo. Não obstante, a avaliação de risco desses produtos foi ultrapassada em muito pelo seu desenvolvimento. Impactos na saúde ambiental e humana são preocupações sempre presentes.

Muitos estudos enfocam o nível de testes de toxicidade usando organismos como procariotos, plantas e animais invertebrados e vertebrados. Os dados, no entanto, ainda são insuficientes, pois muitos estudos estão incompletos, faltando uma análise físico-química completa, controles adequados ou continuidade.

5 Cabe aqui lembrar a lição de Loureiro: “Como juristas, sólo podemos convocar nuestras mejores fuerzas argumentativas para articular dignidad y precaución, principio que, junto con la prevención, expresa, en el mundo del derecho, la virtud cardenal de la prudencia. Tenemos que seguir conversando, en un diálogo ciudadano, seguros de la importancia de los supuestos culturales como condición de un derecho que no olvide la persona y su dignidad” (LOUREIRO, 2016).

Isso prejudica o desenvolvimento de políticas e, consequentemente, a comercialização desses produtos.

A avaliação de risco é necessária para garantir a segurança dos nanoagroquímicos e os benefícios que o meio ambiente pode obter de seu uso. Este campo exige pesquisadores, financiamento e iniciativas colaborativas internacionais para prosperar (PEREIRA *et al.*, 2020).

A obrigação e responsabilidade com o dever de cuidado para com o Planeta, objetivando o bem-estar das atuais e futuras gerações tornam-se imprescindíveis para a gestão dos riscos dos nanoagroquímicos, que se comportam como um paradigma para a sociedade atual, eis que contêm em sua estrutura os papéis de herói e vilão de uma das tecnologias da Quarta Revolução Industrial, carregando dentro de si tanto possíveis soluções quanto inevitáveis riscos, especialmente por serem apontados como os solucionadores da fome no mundo.

As transformações da sociedade atual são maiores do que se pode prever, e ainda mais profundas e rápidas do que em qualquer outro momento. Assim, o cenário atual apresenta-se como desafio para novas análises, estudos e pesquisas.

É preciso um Direito crítico, capaz de fazer leituras da realidade e apto a provocar as mudanças necessárias nesta realidade, sob pena de restar isolado das outras áreas do conhecimento, que se utilizarão dos espaços vazios deixados pelo Direito, para atuarem, inclusive em questões regulatórias.

Mas há que seguir, eis que, de cada nova decisão, surgem novos riscos. A ideia está posta e se for transformada em certificação, código de conduta ou qualquer outro instrumento de origem estatal ou não, caberá às organizações, tanto do Sistema da Ciência quanto do Sistema do Direito, decidirem (e correrem os riscos em função da decisão).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Nanotecnologia aplicada ao agronegócio**. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2018/04/16/NanotecnologiaNoAgronegocio.PDF>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf. Acesso em: 18 jul. 2020.
- CEINT-Center for the environmental implications of NanoTechnology, Duke University. **Nanomaterials could mean more algae outbreaks for wetlands, waterways**. High tech metal particles may inadvertently take a toll on aquatic life, June 25, 2018. Disponível em: <https://ceint.duke.edu/news-events/nanomaterials-could-mean-more-algae-outbreaks-wetlands-waterways>. Acesso em: 22 jul. 2020.

- CHAUDHRY, Qasim; CASTLE, Laurence. Food applications of nanotechnologies: An overview of opportunities and challenges for developing countries. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, 2011. p. 595-603.
- CHENG, Huai. N. *et al.* Nanotechnology overview: opportunities and challenges. In: CHENG, Huai. N. *et al.* (ed.). **Nanotechnology: delivering on the promise**. Washington: American Chemical Society, 2016. v. 1. (ACS Symposium Series, 1220).
- DUPAS, Gilberto. Uma sociedade pós-humana?: possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING, Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (orgs.). **Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias**. São Leopoldo: Unisinos, 2009.
- EASON, Tarsha *et al.* **Guidance to facilitate decisions for sustainable nanotechnology**. Washington: Environmental Protection Agency, Sept. 2011. (EPA/600/R-11/107). Disponível em: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=238589. Acesso em: 17 jul. 2020.
- ENGELMANN, Wilson. A (re)leitura da Teoria do Fato Jurídico à luz do “Diálogo entre as Fontes do Direito”: abrindo espaços no Direito Privado constitucionalizado para o ingresso de novos direitos provenientes das nanotecnologias. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; CALLEGARI, André Luís (orgs.). **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica, Anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010. v. 7.
- ENGELMANN, Wilson. O “direito de ser informado” sobre as possibilidades e os riscos relacionados às nanotecnologias: o papel do engajamento público no delineamento de um (novo) direito/dever fundamental. In: MENDES, Gilmar Ferreira; SARLET, Ingo Wolfgang; COELHO, Alexandre Z. P. (coord.). **Direito, inovação e tecnologia**. São Paulo: Saraiva, 2015.
- ENGELMANN, Wilson; CARDOSO, Tatiana de Almeida Freitas Rodrigues. Os novos poderes e a necessidade de uma regulação mundial para as nanotecnologias. **Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito o (RECHTD)**, São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 182-183, jul./dez. 2010. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/RECHTD/article/view/343/2057>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela. La regulación de las nanotecnologías: una mirada desde las diferencias EUA-EU. **Vigilância Sanitária em Debate: sociedade, ciência & tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, nov. 2016. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/download/726/313>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela. Serán las nanotecnologías una solución a la pobreza del mundo? In: FOLADORI, Guillermo; INVERNI-

- ZZI, Noela (coord.). **Nanotecnologías en la Alimentación y Agricultura**. Montevideo: Universidad de La República 2008.
- FRACETO, Leonardo *et al.* (org.). **Nanopesticides**: from research and development to mechanisms of action and sustainable use in agriculture. Cham, Switzerland: Springer, 2020.
- FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. Belo Horizonte: Fórum, 2012.
- GADAMER, Hans-Georg. **Verdade e método**. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.
- ILLUMINATO, I. S. Binding Particles to Patience e Nanotechnology in a True Context of Sustainability. *In: OECD Conference on Potential Environmental Benefits of Nanotechnology*: Fostering Safe Innovation-Led Growth, July 2009. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/ehs/nanosafety/44029701.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- INTRODUCTION. Nanotechnology Products Database (NPD). *In: STATNANO*. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://product.statnano.com/>. Acesso em: 07 ago, 2020.
- LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Traduzido por Gilson César de Souza. São Paulo: UNESP, 2017.
- LOUREIRO, João Carlos. Dignidad humana, (bio)medicina y revolución gnr (genética, nanotecnología y robótica): entre la ciencia y el derecho. **IUS ET Scientia**: Revista Electrónica de Derecho y Ciencia, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 178, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313262877_dignidad_humana_biomedicina_y_revolucion_gnr_genetica_nanotecnologia_y_robotica_entre_la_ciencia_y_el_derecho. Acesso em: 19 maio 2020.
- MILLER, Georgia; SENJEN, Rye. Del laboratorio a la cadena alimentícia: La nanotecnología em los alimentos y La agricultura. *In: FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela (coord.). Nanotecnologías en la Alimentación y Agricultura*. Montevideo: Universidad de La República, 2008.
- NOWACK, Bernd *et al.* Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent alteration in the environment. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 31, n. 1, jan. 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22038832>. Acesso em: 15 maio 2020.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Working Party on Nanotechnology (WPN)**: vision statement. Paris, 2017. Disponível em: <http://www.oecd.org/sti/nano/oecdworkingpartyonnanotechnologypnvisionstatement.htm>. Acesso em: 15 maio 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Nações Unidas no Brasil (ONUBR). **Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12**: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Organi-

- zação Haroldo Machado Filho. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/glossario-do-ods-12---consumo-e-producao-responsaveis.html>. Acesso em: 18 jul. 2020.
- PEREIRA, Flávia Suelen de Oliveira et al. Risk Assessment of Nanofertilizers and Nanopesticides. In: FRACETO, Leonardo *et al.* (org.). **Nanopesticides: from research and development to mechanisms of action and sustainable use in agriculture**. Cham, Switzerland: Springer, 2020. p. 299-317.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). **Fronteras 2017: nuevos temas de interés ambiental**. Nairobi, 2017. Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22255/Frontiers_2017_SP.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.
- SANI-KAST, Nicole *et al.* A network perspective reveals decreasing material diversity in studies on nanoparticle interactions with dissolved organic matter. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 114, n. 10, p. e1762, mar. 2017. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/114/10/E1756.full.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.
- SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Tradutor Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.
- SDG COMPASS. Diretrizes para implementação dos ODS na estratégia dos negócios. In: **SDG Compass**. [S. l.], 2016. Disponível em: https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2016/04/SDG_Compass_Portuguese.pdf. Acesso em: 18 jul. 2020.
- SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras; 2000.
- SIMONIN, Marie *et al.* Engineered nanoparticles interact with nutrients to intensify eutrophication in a wetland ecosystem experiment. In: **Ecological Applications**, v. 28, n. 6, 25 June 2018.
- SUPAN, Steve. **Nanomaterials in soil. Our Future food chain?** Institute for Agricultural and Trade Policy: ATP, 2013. Disponível em: http://www.iatp.org/files/2013_04_23_Nanotech_SS.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.
- UNITED NATIONS. **Sustainable development goals**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. Acesso em: 18 jul. 2020.
- UNITED STATES. Environmental Protection Agency (EPA). **Nanotechnology white paper**. Washington, Feb. 2007. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/nanotechnology_whitepaper.pdf. Acesso em: 20 jan. 2020.

TECNOLOGIAS DE BIORREMEDIAÇÃO E FITORREMEDIAÇÃO APLICADAS À REMOÇÃO DE PESTICIDAS E MICROPLÁSTICOS NOS SOLOS

Bruno Miguel Garcia Barbosa¹

Vanusca Dalosto Jahno²

Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-6>

INTRODUÇÃO

Atividades agrícolas têm fomentado a disseminação e acumulação de pesticidas tóxicos e persistentes nos solos (AKTAR; SENGUPTA; CHOWDHURY, 2009, p. 2; SHARMA *et al.*, 2019, p. 1466). Estes compostos são aplicados para proteger as plantas de doenças, ervas daninhas, insectos e outras pragas. Porém, os riscos associados ao uso de agrotóxicos nas áreas agrícolas têm largamente superado os seus efeitos benéficos. De fato, uma vez nos solos, os pesticidas sofrem uma variedade de transformações que proporcionam a formação de um padrão complexo de metabólitos contaminantes. Geralmente, estes produtos de transformação são mais móveis e, recorrentemente, mais biodisponíveis que os pesticidas que lhes deram origem, podendo acumular nos solos em concentrações mais elevadas que os primeiros, apesar de, na maioria dos casos, apresentarem menores toxicidades (BAVCON; TREBŠE; ZUPANČIČ-KRALJ, 2003, p. 595). Contudo, todos estes compostos em conjunto, em interação com as propriedades e ciclos de nutrientes dos solos, assim como com outros poluentes ali existentes, representam um risco sério ao funcionamento desses ecossistemas e merecem, sem

1 Doutor e Mestre em Energia e Bioenergia, pela Universidade Nova de Lisboa. Pesquisador de Pós-Doutorado no Programa de Qualidade Ambiental da Universidade Feevale e do MEtRiCS, Centro de Engenharia Mecânica e Sustentabilidade de Recursos (FCT/UNL). E-mail: barbosabruno5@gmail.com.

2 Doutora em Medicina e Ciências da Saúde pela PUCRS. Mestre em Engenharia de Materiais pela UFRGS. Bolsista de Produtividade Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora do CNPq – Nível 2. Docente e pesquisadora da Universidade Feevale, atuando no PPG profissional em Tecnologias de Materiais e Processos Industriais e no PPG em Qualidade Ambiental. E-mail: vanusca@feevale.br.

3 Doutora em Ciências do Ambiente e Mestre em Tecnologia Alimentar, pela Universidade Nova de Lisboa. Professora Associada na Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Nova de Lisboa; e Membro Integrado do MEtRiCS, Centro de Engenharia Mecânica e Sustentabilidade de Recursos. E-mail: ala@fct.unl.pt.

dúvida, a atenção da comunidade científica, das autoridades de proteção sanitárias e ambientais (ANDREU; PICÓ, 2004, p. 772). Com efeito, a aplicação nos sistemas agrícolas de compostos como: a) poluentes orgânicos persistentes (POPs): DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), aldrin, clordano, dieldrin, endrin, heptacloro, mirex e toxapene; b) produtos químicos industriais como hexaclorobenzeno (HCB) e o bifenilo policlorinado (PCBs); e, c) subprodutos de compostos clorados da produção de herbicidas, como as dioxinas e furanos tem estado associada a: 1) efeitos negativos nas comunidades bacterianas e de protozoários do solo, em consórcios fúngicos, micorrizas e processos fotossintéticos nas plantas; 3) nos ciclos de nutrientes dos solos e enzimas; 3) no funcionamento e qualidade de sistemas lênticos, lóticos, e águas subterrâneas; e, 4) diferentes problemas de saúde em humanos, incluindo asma e outros distúrbios respiratórios, efeitos carcinogênicos, diabetes, e doença de Parkinson (RIAH *et al.*, 2014, p. 258; RAJMOHAN; CHANDRASEKARAN; VARJANI, 2020, p. 130).

O destino dos pesticidas e metabólitos derivados nos solos é dependente das dinâmicas química, biológica e física existentes nesse meio (KHALID *et al.*, 2020, p. 3). Tais interações e processos do solo afetam em determinado grau a persistência dos pesticidas, incluindo a persistência química e a degradação por consórcios microbianos, afetando as respectivas mobilidades, mediando ainda processos de sorção, extração por organismos vegetais, volatilização e erosão pelo vento, escoamento superficial e lixiviação (JOHNSEN *et al.*, 2001, p. 448). Todas estas informações são de importância fundamental para a efetiva extração e imobilização desses poluentes nos solos.

De fato, após pulverização dos solos agrícolas, cerca de 80-90% dos pesticidas comumente usados (incluindo inseticidas, herbicidas e fungicidas) sofrem volatilização significativa, causando uma redução na sua eficácia, criando consequências em diversos organismos não alvos (DAS e HAGEMAN, 2020, p. 7302), assim como na camada de ozono (MELO *et al.*, 2010, p. 113). Após volatilização, comum nas regiões mais quentes, muitos pesticidas entram no transporte atmosférico de longo alcance, para depois condensarem em latitudes mais temperadas e frias, como as Árticas, onde ocorre a sua bioacumulação por zooplâncton, espécies de peixes, e outros organismos – um processo mediante o qual a população de consumidores secundários tenderá a aumentar e a de consumidores primários, a diminuir (LANDEROS; DÍAZ; BILYEU, 2019, p. 4).

Nos solos, uma fração dos pesticidas será degradada biológica e quimicamente, enquanto outra persistirá, por razões distintas. A degradação química ocorre através de reações de fotólise, hidrólise, oxidação e redução (RIAH *et al.*, 2014, p. 259). A degradação biológica ocorre somente quando estão presentes micro-organismos no solo, capazes de consumir e decompor estes compostos. Estas comunidades microbianas distribuem-se normalmente nas camadas mais superficiais do solo, onde a matéria orgânica lhes serve de fonte de energia e carbono (LIU *et al.*, 2019, p. 2). Assim, por causa destes fatores, a extensão do processo de degradação de pesticidas operado por consórcios microbianos varia entre a formação de metabólitos e a decomposição em produtos inorgânicos, como metais pesados, que não são degradados.

No que concerne à persistência, o destino dos pesticidas é dependente do tipo de solo, das condições edafo-climáticas, e das práticas agrícolas utilizadas. Por exemplo, a adsorção de pesticidas tende a ser maior quando os teores de matéria orgânica no solo são maiores e, no caso de pesticidas ionizáveis (como o 2,4-D, 2,4,5-T, o picloram e atrazina), quando o pH diminui (ANDREU; PICÓ, 2004, p. 774). Os pesticidas e metabólitos derivados possuem polaridades diversas, desde os altamente apolares, aos solúveis em água, podendo ser agrupados em: 1) hidrofóbicos, persistentes e bioacumuláveis – que estão fortemente ligados ao solo, e incluem organoclorados como o DDT, o endossulfan, endrin, heptacloro, lindane e derivados, e que hoje estão na larga maioria com o seu uso proibido na agricultura, embora os seus resíduos e efeitos permaneçam; 2) polares, normalmente representados por herbicidas, carbamatos, fungicidas e alguns inseticidas organofosforados, que, por serem mais móveis, são transportados pelo escoamento superficial ou lixiviados, contaminando as águas subterrâneas (ANDREU; PICÓ, 2004, p. 774; MELO *et al.*, 2010, p. 109; RAJMOHAN; CHANDRA-SEKARAN; VARJANI, 2020, p. 125). De um modo geral, os pesticidas serão capazes de contaminar os corpos hídricos subterrâneos (por lixiviação), quando o seu coeficiente de sorção for baixo, a sua meia-vida for longa e a sua solubilidade em água, alta (LIU *et al.*, 2019, p. 2).

Nas últimas décadas, diferentes atividades humanas têm contribuído de forma massiva para a incorporação nos solos, não só de pesticidas, mas de uma ampla variedade de resíduos e contaminantes químicos orgânicos e inorgânicos, assim como de resíduos plásticos (WANG *et al.*, 2019, p. 848). Os plásticos são polímeros orgânicos sintéticos muito versáteis, duráveis e resistentes, leves e transparentes, ideais para serem usados numa gama muito extensa de aplicações. Assim, quando na forma de resíduos, são também extremamente persistentes no ambiente, degradando-se muito lentamente nos solos (GUZZETTI *et al.*, 2018, p. 168). De fato, a utilização de filmes plásticos (*mulching*) e a aplicação de biossólidos nas áreas agrícolas, aliados à disposição de resíduos sólidos urbanos à produção de efluentes domésticos e industriais, entre outras atividades, contribuem para a uma extensa disseminação e contaminação de vários ecossistemas terrestres com resíduos plásticos (ZHANG *et al.*, 2019, p. 64; ZHU *et al.*, 2019, p. 741). Uma vez nos ecossistemas agrícolas, processos naturais como a foto-oxidação por radiação UV, diferentes forças físicas e mecânicas aí existentes e ainda a degradação biológica operada mediante consórcios microbianos reduzem esses resíduos, de tamanho macro, a fragmentos e materiais particulados nos tamanhos micro e nano, comumente designados de micro e nanoplásticos (RAMOS *et al.*, 2015, p. 79; VERLA *et al.*, 2019, p. 1), que, como os resíduos que lhes deram origem, podem persistir por longos períodos no ambiente, porém com destinos e propriedades toxicológicas ainda bastante desconhecidas (SÁ *et al.*, 2018, p. 1029; SILVA *et al.*, 2018, p. 15). Apesar da escassez de informação relativa a este assunto, é altamente provável que micro (MPs: 1 a <1000 µm) e nanoplásticos (NP: 1 to <1000 nm) de fontes difusas possam agir de forma sinérgica com os fatores físicos, químicos e biológicos dos solos e, obviamente, com os pesticidas, necessitando-se, por essa razão, aprofundar a nossa compreensão a respeito da extensão, grau e efeitos des-

sas interações (BRENNECKE *et al.*, 2016). É altamente provável que os MPs e NPs contribuam para o incremento na persistência e toxicidade colocada por alguns pesticidas (LIU *et al.*, 2019, p. 9; YANG *et al.*, 2019, p. 829), informações que deverão ser esclarecidas e consideradas, aquando da fase de implementação de projetos de restauração e remediação de solos contaminados com esses poluentes. Acrescenta-se ainda que, alguns dos efeitos tóxicos atribuídos exclusivamente aos pesticidas, e à presença de metais pesados (componentes nas suas formulações), possam, na realidade, dever-se à presença e interação desses contaminantes com resíduos plásticos particulados. Assim, o modo como MPs e pesticidas interagem nos solos precisa ser estudado em maior detalhe, de forma a promover a eficiência dos protocolos de remediação. Neste sentido, o presente trabalho: 1) fornece uma revisão das principais descobertas relativas às interações existentes entre pesticidas e microplásticos nos solos agrícolas; e, 2) apresenta um quadro das principais tecnologias físico-químicas e biológicas hoje disponíveis, que poderão ser aplicadas nesses contextos de contaminação, a fim de promover a restauração e remediação de ecossistemas funcionais em solos hoje degradados, inutilizados e poluídos.

1. INTERAÇÃO DE PESTICIDAS COM MICROPLÁSTICOS NO SOLO

MPs e NPs alcançam ecossistemas terrestres e interagem com os respetivos fatores biológicos, físicos e químicos. Quando em interação com os fatores biológicos dos solos, causam perturbações e degeneração ao nível hormonal, assim como no crescimento, desenvolvimento e reprodução em insectos (OLIVEIRA *et al.*, 2019, p. 318; RILLING; ZIERSCH; HEMPEL, 2017, p. 1) e plantas (QI *et al.*, 2018, p. 1054; LIAN *et al.*, 2020, p. 17), alteram a diversidade e riqueza de comunidades bacterianas (FEI *et al.*, 2020, p. 4) e de fungos (LEHMANN *et al.*, 2020, p. 5), acarretando, por isso, diversas consequências para os ecossistemas. Para além de serem transferidos na cadeia alimentar, MPs e NPs servem como novo habitat para bactérias e fungos (HUANG *et al.*, 2019, p. 3), sendo, em alguns casos, desintegrados em partículas menores e transportados para os perfis inferiores no solo por micro-organismos e minhocas (HUERTA LWANGA *et al.*, 2017, p. 6), mesmo utilizados como fontes de carbono e energia por diferentes protistas do solo, bactérias e fungos (SÁNCHEZ, 2019, p. 7). Esta é uma particularidade que exploraremos em maior detalhe no próximo ponto, dado que plantas, fungos e micro-organismos do solo podem ser utilizados na degradação de MPs, assumindo um papel importante na remediação biológica destes meios contaminados. Em outros casos, acumulam nos solos e provocam consequências negativas ao nível físico e químico. Do ponto de vista físico, MPs e NPs induzem a desagregação das partículas do solo, afetam a densidade aparente do solo e a condutividade hidráulica (ZHANG; ZHANG; LI, 2019, p. 5), alteram as dinâmicas relacionadas às quantidades hídricas em solução e nutrientes do solo, bem como as relações C/N e lignina/N (OLIVEIRA *et al.*, 2019, p. 319), contribuindo, assim, para a intensificação dos processos de desertificação e erosão mediante um aumento da dessecação das rachaduras no solo e incremento nas taxas de eva-

poração (WAN *et al.*, 2019, p. 579), estando ainda envolvidos em mecanismos de bloqueio físico relacionados à absorção de nutrientes essenciais em espécies vegetais (BOSKER *et al.*, 2019, p. 778). Do ponto de vista químico, MPs e NPs podem contribuir para alterar o pH dos solos (LIU *et al.*, 2019, p. 4; BOOTS; RUSSELL; GREEN, 2019, p. E) e amplificar os efeitos toxicológicos colocados por metais pesados e contaminantes orgânicos (YI *et al.*, 2020, p. 14; ZHOU; LIU; WANG, 2019, p. 17) em diversas comunidades microbianas, fúngicas e vegetais, assim como na saúde animal e humana (CAMPANALE *et al.*, 2020, p. 11). É também neste contexto de interação com todos os fatores físicos, químicos e biológicos que os MPs e NPs interagem com os pesticidas e metabólitos destes.

Poluentes orgânicos como os bifenis policlorados (PCBs), os hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), pesticidas organoclorados (OCPs), diclorodifenil-tricloroetano (DDT) e compostos relacionados, isômeros de hexaclorociclohexano (HCH), clordano, ciclodienos, mirex, hexaclorobenzeno e hopanes, éteres difenílicos polibromados (PBDEs), compostos perfluorados (PFCs), bisfenol A (BPA), hidrocarbonetos alifáticos, octilfenóis e nonilfenóis, entre outros, podem ser concentrados em microplásticos, colocando vários riscos à saúde animal e humana, nas funções microbianas e fúngicas dos solos e no funcionamento geral do ambiente do solo (VERLA *et al.*, 2019, p. 5-15). Muitos destes compostos e poluentes, incluindo MPs e pesticidas, entram no solo agrícola por via da aplicação de biossólidos ou por via da irrigação (MOHAJERANI; KARABATAK, 2020, p. 263). Uma vez nos solos, os MPs tendem a acumular e transportar contaminantes, como metais pesados e pesticidas, podendo incrementar, como já referido, a sua toxicidade para a biota do solo (bactérias, fungos, vermes, insectos, e outros animais [animais?]), sendo depois transportados por estes para profundidades maiores, ou então, por técnicas agrícolas como a lavoura (RODRÍGUEZ-SEIJO *et al.*, 2019, p. 8; WU *et al.*, 2019, p. 13).

Recentemente, alguns autores têm se dedicado ao estudo das interações entre MPs e pesticidas nos solos, assim como dos respetivos efeitos no ambiente físico e químico, e das suas componentes biológicas (WANG *et al.*, 2019, p. 851). Wang *et al.* (2020, p. 5) estudaram os comportamentos e mecanismos de adsorção de cinco pesticidas [os fungicidas carbendazim (CAR) e difenoconazole (DIF), e os inseticidas dipterex (DIP), diflubenzuron (DIFE), e malathion (MAL)] em microplásticos derivados de filmes de polietileno (<5mm). Os resultados mostraram que os cinco pesticidas são adsorvidos nos MPs, especialmente o DIFE e o DIF, com base em interações hidrofóbicas. O processo de adsorção é espontâneo e exotérmico (altas temperaturas no meio são favoráveis ao processo), sendo governado por interações químicas e físicas, onde mecanismos de transferência de massa e de difusão intrapartículas estão envolvidos, ocorrendo de forma mais proeminente na ordem: DIF > DIFE > MAL > CAR > DIP. Dessa forma, estes autores mostraram que pesticidas e MPs provenientes de filmes plásticos utilizados em práticas agrícolas, de fato, causam riscos combinados para o ambiente. Scutariu *et al.* (2019, p. 4625) pesquisaram os processos de sorção de pesticidas organoclorados em MPs de polietileno tereftalato (PET), em condições laboratoriais (*in vitro*), observando que essas partículas plásticas podem adsorver em até 50% da quanti-

dade adicionada de pesticidas, num processo dependente da hidrofobicidade dos materiais e da solubilidade hídrica. De fato, a maior percentagem de pesticidas organoclorados adsorvidos nos MPs correspondeu à classe do DDT (52-58%), seguida da classe dos heptacloros (23%), do endossulfan (6-15%), do endrin (4-12%) e da classe dos isômeros de hexaclorociclohexano (HCHs = 2-8%). Os autores referem que fatores como a área superficial dos plásticos, o tempo de exposição aos contaminantes, as taxas de intemperismo e degradação dos plásticos, bem como as condições edafoclimáticas influenciam todo o processo de adsorção, e concluem que as partículas microplásticas de PET podem adsorver pesticidas organoclorados, transportá-los para os cursos hídricos, favorecendo a bioacumulação em diversos grupos tróficos nas cadeias alimentares terrestres e aquáticas. Uma vez nos cursos hídricos, os MPs tendem a amplificar os efeitos tóxicos colocados pelos pesticidas (caso do glifosato), pelo que tais interações deverão ser aprofundadas também nesses meios (ZOCCHI; SOMMARUGA, 2019, p. 1).

Fang *et al.* (2019, p. 1124) testaram os comportamentos de adsorção de três fungicidas triazóis [hexaconazole (HEX), N miclobutanil (MYC), e N triadimenol (TRI)], comumente usados no controle de doenças em cereais, frutos e vegetais, em MPs (2, 10, 100 μm) de poliestireno. Os autores mostraram que MPs de poliestireno podem adsorver e desorver todos os fungicidas testados, sendo que o HEX demonstrou uma hidrofobicidade mais forte e uma capacidade de adsorção e desorção superiores (esses resultados ocorreram na ordem: HEX>MYC>TRI). O processo de adsorção foi governado por interações hidrofóbicas e eletrostáticas, e fatores como o tamanho das partículas plásticas (as de dimensões mais reduzidas), a mudança de pH (em solução), e a força iônica afetaram de forma mais proeminente as capacidades de adsorção dos fungicidas pelos MPs. Assim, este estudo aponta para o fato de que MPs atuam como fonte e sumidouro de fungicidas, em ambientes aquáticos, embora isso ocorra muito provavelmente na solução do solo. De fato, outros estudos apontam nesse sentido. Hüffer *et al.* (2019, p. 246) também se referem à influência que MPs (<250 μm) de polietileno podem exercer no transporte de poluentes orgânicos hidrofóbicos, como a atrazina (herbicida) e o ácido 4-(2,4-diclorofenoxi) butírico (herbicida), em solos com condições aquosas distintas. Os resultados desta pesquisa indicaram que a presença de MPs nos solos aumentou a mobilidade dos herbicidas (e os riscos de contaminação de águas subterrâneas) e são agentes ativos na redução da capacidade de sorção dos solos naturais.

Yang *et al.* (2018, p. 16) pesquisaram a influência da adição de MPs no decaimento de glifosato e nas atividades microbianas nos solos. Os efeitos de metabólitos de glifosato, formados nos solos, após aplicação dos pesticidas, como o ácido aminometilfosfônico (AMPA), também foram estudados. Estes autores verificaram que MPs de tamanhos superiores se convertem em MPs de tamanho mais diminuído em tão somente 30 dias de experiência, afetando a dinâmica de enzimas como a β -glucosidase, urease e fosfatase, alterando a respiração (microbiana) do solo, facilitando a lixiviação e entrada destes compostos nas águas subterrâneas. O metabólito AMPA permanece no solo mais tempo que o glifosato, colocando mais riscos para os micro-organismos do solo que o primeiro. Yang *et al.* (2020, p. 831) mostraram

ainda que tanto o glifosato como o AMPA podem ser transportados para perfis mais profundos dos solos por vermes e minhocas dos solos, e que estes são agentes de disseminação destes poluentes nos sistemas agrícolas. A interação entre MPs e pesticidas pode interferir na biodisponibilidade de vários elementos essenciais à biota do solo. LIU *et al.* (2019, p. 9) estudaram os efeitos interativos entre microplásticos (pó de polipropileno homopolímero: 7% e 28% w/w) e glifosato (3.6 e 7.2 kg ha⁻¹) nas dinâmicas da matéria orgânica dissolvida em solos do tipo Loesse, na China. Observaram que a interação de glifosato com os MPs apresenta comportamentos muito diferenciados, conforme varia o conteúdo de MPs. A baixos conteúdos de MPs, a interação afeta negativamente as dinâmicas de carbono e fósforo orgânicos dissolvidos no solo, conduzindo à perda de C e P biodisponíveis. Porém, na presença de conteúdos elevados de MPs no solo, a interação aumenta a atividade enzimática e os conteúdos de C e P orgânicos, de materiais de baixo peso molecular e de ácidos fúlvicos, mas afeta negativamente os conteúdos de N orgânico dissolvidos no meio. Os autores concluem que, em geral, a interação entre glifosato e MPs conduz a mais efeitos positivos que negativos nos parâmetros estudados. Porém, deveremos ter em mente que outros estudos apontam para alteração da composição da comunidade microbiana e da atividade de enzimas no solo, na presença de MPs e, que, neste meio, as condições são complexas (HUANG *et al.*, 2019, p. 8). Logo, ocorrendo interferência nas biodisponibilidades de elementos essenciais e nas dinâmicas da matéria orgânica do solo, é expectável que várias comunidades microbianas e vegetais, assim como as respectivas funções possam também sofrer modificações (QI *et al.*, 2018; p.1054), devendo-se, por isso, conduzir mais estudos para aprofundar estas questões.

As interações de pesticidas e MPs podem ocorrer também no sentido inverso, isto é, os pesticidas podem degradar MPs e agir ainda sobre a biodisponibilidade e mobilidade de elementos inorgânicos nos solos. De fato, metais pesados são frequentemente adicionados aos produtos plásticos durante o seu processo produtivo, sendo comum que também estejam presentes com os MPs nos solos, como contaminantes. Li *et al.* (2020, p. 15) estudaram os efeitos do pesticida prothioconazol na degradação de MPs derivados de dois tipos de filmes plásticos: 1) filme de polietileno; e 2) filme biodegradável de poli (butileno adipato-co-tereftalato), ou PBAT. Estes autores descobriram que o pesticida promoveu a degradação de MPs de PBAT de forma mais rápida que MPs de poliestireno, facilitou a adsorção de Cu, não apresentou um efeito significativo em relação a Sn, e inibiu a adsorção de Cr, As, Pb e Ba pelos MPs. Estes resultados são importantes na avaliação dos riscos ecológicos causados pela poluição de MPs provenientes de filmes plásticos (*mulching*), quando combinados com metais pesados, assim como em projetos de restauração e remediação desses solos.

Assim, fica patente que ocorrem diferentes interações entre MPs/NPs e os pesticidas aplicados aos solos, que tal interação coloca diversos riscos nos sistemas agrícolas, cadeias alimentares e na vida humana, e ainda que é urgente adotar medidas de controle e remediação destes solos co-contaminados. No ponto seguinte, apresentamos o potencial que as tecnologias de biorremediação e fitorremediação apresentam no sentido de promover uma remediação efetiva desses ecossistemas

degradados, e enunciamos os principais impactos socioeconômicos e ambientais que poderão derivar da sua implementação em terrenos contaminados com MPs e pesticidas.

2. BIORREMEDIAÇÃO E FITORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS COM PESTICIDAS E MICRO/NANOPLÁSTICOS

Tecnologias biológicas de remediação de solos *in situ* como a biorremediação e a fitorremediação utilizam plantas, assim como consórcios microbianos e fúngicos a elas associados, na extração (fitoextração), imobilização (fitoestabilização) e redução da toxicidade de vários contaminantes dos solos, incluindo metais pesados (MCINTYRE, 2003, p. 97), compostos orgânicos (DAI *et al.*, 2020, p. 7) e pesticidas (LAFLEUR *et al.*, 2016, p. 1146). Além disso, algumas plantas estimulam (fitoestimulação) o desenvolvimento de micro-organismos e fungos capazes de degradar e utilizar micro e nanoplásticos como fontes primárias de energia e carbono (DENG; CAO, 2017, p. 1103; POWELL; RILLIG, 2018, p. 12) podendo extrair NPs para as suas componentes subterrâneas e aéreas (LI *et al.*, 2019, p. 928). Dado que está já confirmado que plantas conseguem extrair resíduos plásticos nanoparticulados para os seus tecidos (LI *et al.*, 2019, p. 928; QI *et al.*, 2018, p. 1055), essa informação abre a porta para o seu uso nas tecnologias de fitorremediação. Assim, neste ponto, fazemos uma breve revisão das principais espécies de plantas fitorremediadoras, e dos consórcios microbianos e fúngicos a elas associados, no sentido de perceber de que forma tais tecnologias oferecem uma possibilidade real de remediação de solos co-contaminados com pesticidas e MPs, ao mesmo tempo que benefícios ambientais e socioeconômicos são gerados.

Dentre as diferentes espécies de plantas com potencial fitorremediador, incluindo espécies vegetais hipertolerantes e hiperacumuladoras de metais pesados (ver MCINTYRE, 2003, p. 97), assim como plantas utilizadas na fitominação (*phytomining*), as culturas perenes de bioenergia podem adaptar-se a uma ampla diversidade de condições edafo-climáticas com baixas disponibilidades hídricas e de nutrientes nos solos, ao mesmo tempo que apresentam crescimento rápido, assim como produtividades e qualidades elevadas de biomassa para a produção de biocombustíveis, fibras e outros subprodutos com valor econômico (BARBOSA *et al.*, 2015, p. 1503; MEHEMOOD *et al.*, 2016, p. 20). De fato, vários estudos mostram que estas plantas são capazes de tolerar e remediar solos contendo diferentes contaminantes e condições adversas, incluindo vários sais, metais pesados, radionuclídeos, compostos orgânicos e pesticidas (ULLAH *et al.*, 2019, p. 1017; KHAN *et al.*, 2020, p. 7). De momento, não existem ainda pesquisas que tenham testado as tecnologias de fitorremediação na descontaminação de solos co-contaminados com MPs/NPs e pesticidas. Porém, pesquisas como as de Powell e Rillig (2018, p. 13) referem-se à necessidade e urgência da pesquisa avançar neste sentido, assim como o papel desempenhado por associações fúngicas na restauração de diversas funções ecossistêmicas, afetadas por MPs e pesticidas.

Mediante a fitoestimulação de micro-organismos, culturas energéticas fitorremediadoras promovem a atividade microbiana e fúngica, degradadoras de MPs e pesticidas: a) através da liberação de exsudados das suas raízes (açúcares, acetatos, enzimas, etc.); b) através do estímulo dos processos aeróbios operados pelas suas raízes; c) mediante o aumento das disponibilidades de carbono orgânico no solo; e, d) através do aumento de micro-habitats para o seu desenvolvimento (BANJOKO; ESLAMIAN, 2016). Tiwari *et al.* (2020, p. 14) apresentaram uma lista de diferentes micro-organismos que podem ser usados na remediação de meios contaminados com MPs, incluindo solos. Segundo estes autores, bactérias como *Bacillus* spp., *Ideonella sakaiensis*, *Muricauda* sp., *Thalassospira* sp., *Paenibacillus amylolyticus*, *Comamonas acidovorans*, *Pseudomonas* spp., *Brevibacillus borstelensis*, e *Kocuriapalustris*, e fungos como *Zalerion maritimum*, *Aspergillus* spp. e o *Penicillium pinophilum*, podem degradar MPs de polipropileno, polietileno, PET, ácido polilácteo, poliuretano, poliestireno, polietileno de baixa e alta densidades, e partículas plásticas de Nylon 66 e Nylon 6, de solos, ecossistemas de mangue, e ecossistemas aquáticos. Este trabalho refere ainda uma longa lista de enzimas promovidas por esses micro-organismos, que participam do processo de degradação de partículas plásticas em vários ambientes contaminados (TIWARI *et al.*, 2020, p. 20). Muitas das enzimas promovidas por micro-organismos degradadores de MPs são também responsáveis pela degradação de outros poluentes existentes nos solos, como os pesticidas (ver ALI *et al.*, 2020, p. 1887). A presença de enzimas no solo não é razão suficiente para que elas atuem nos pesticidas, dado que outros parâmetros (ecológicos, bioquímicos, fisiológicos e moleculares) são igualmente importantes para que elas estejam ativas na degradação (BHATTACHARJEE *et al.*, 2020, p. 291). No entanto, alguns estudos recentes têm mostrado que bactérias como as *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., e *Bacillus* spp.; e fungos como *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., e fungos lignolíticos podem degradar pesticidas, incluindo inseticidas organoclorados como o endossulfan, glifosato e metabólitos derivados (AMPA) nos solos (AHMAD *et al.*, 2020, p. 3; BHATTACHARJEE *et al.*, 2020, p. 291; KAUR; GOYAL, 2020, p. 3). De fato, fungos endofíticos desempenham também um papel importante na *performance* de muitas plantas fitorremediadoras (DENG; CAO, 2017, p. 1104).

A espécie *Panicum virgatum* pode ser usada na remoção dos herbicidas trinitrotolueno, bifenil policlorado, e hidrocarbonetos aromáticos polinucleares complexados com Cr e radionuclídeos (PARRISH; FIKE, 2005, p. 425). Além disso, esta espécie estimula diversas atividades microbianas na sua rizosfera, mediante a produção de substâncias poliméricas compostas maioritariamente por polisacarídeos extracelulares, ao mesmo tempo que é ativa na remediação de diversas propriedades físicas que são danificadas pela presença de MPs nos solos – melhorando a retenção hídrica a estabilidade dos agregados do solo, e aumentando a persistência de C nos solos (SHER *et al.*, 2020, p. 6). Quando inoculados fungos arbusculares, a *Panicum virgatum* alia à melhoria das *performances* fitorremediativas (fitoestabilização de vários contaminantes ao nível das raízes), elevadas qualidades de biomassa para a produção de bioenergia (EMERY *et al.*, 2018, p. 506). Resultados semelhantes a estes foram registados para as espécies *Zea mays* e *Helianthus annuus*, em solos con-

taminados com metais pesados (ver IRAM *et al.*, 2019, p. 421). A mamona (*Ricinus communis* L.) apresenta naturalmente associações com fungos arbusculares (importantes na manutenção da estabilidade do solo) que lhe permitem tolerar e extrair a grande maioria dos metais pesados de solos contaminados, compostos orgânicos e pesticidas (como o DDT), ao mesmo tempo que promove a fertilidade de solos afetados por fenômenos de desertificação e erosão (BAUDDH *et al.*, 2015, p. 646), e produz biomassa com elevada qualidade para a produção de bioenergia (KIRAN; PRASAD, 2017, p. 104). Por estas razões, é uma espécie que deverá ser estudada em intuitos de fitorremediação de diferentes fatores químicos e biofísicos, afetados pelas interações existentes entre MPs/NPs, pesticidas e outros poluentes (metais pesados). Além da mamona, espécies como *Arundo donax* L., *Cannabis sativa*, *Phragmites australis*, *Salix* spp., *Miscanthus* spp., *Populus grimmeri*, *Pennisetum purpureum*, *Pennisetum thymoides*, e *Jatropha curcas* podem ser usadas na restauração do pH do solo, aumentando ainda o arejamento do solo, e a respetiva agregação, promovendo a estabilização de encostas e minimizando a lixiviação de metais pesados e diferentes compostos orgânicos, por fitoestabilização (DAUBER *et al.*, 2012, p. 23; MCCALMONT *et al.*, 2017, p. 13) pelo que é altamente provável que tais propriedades possam ser desempenhadas em solos co-contaminados com pesticidas e MPs, devendo isso ser estudado. Independentemente das condições existentes nos solos, isto é, condições edafoclimáticas, e contaminação com metais pesados, compostos orgânicos e pesticidas, a implementação destas plantas nesses ecossistemas proporciona: 1) a criação de habitats para o desenvolvimento de micro e macro-organismos do solo; 2) favorecem interações microbianas tolerantes às altas temperaturas, como o *Rhizobium leguminosarum*, e tolerantes ao frio como as *Pseudomonas* spp.; 3) reduzem a evapotranspiração à superfície, contribuem para a conservação (retenção) da água na solução do solo, e respetiva infiltração, e melhoram a estabilidade dos agregados do solo, que MPs tendem a desagregar (BRIONES *et al.*, 2019, p. 5).

Assim, apesar de ainda não existirem estudos que comprovem a eficiência e eficácia da aplicabilidade das tecnologias de fitorremediação e biorremediação no tratamento de solos co-contaminados com MPs/NPs e pesticidas, fica patente que algumas plantas são capazes de promover, por fitoestimulação, diferentes consórcios bacterianos e fúngicos, que são capazes de degradar MPs de diferentes origens, assim como diferentes pesticidas. Muitos destes consórcios microbianos, assim como as plantas associadas, podem tolerar diferentes condições edafoclimáticas e promover a contenção de vários poluentes ao nível da rizosfera das plantas, evitando a sua disseminação, e lixiviação para os lençóis freáticos, ao mesmo tempo que diferentes benefícios socioeconômicos poderão ser gerados pela produção de biomassa com qualidade para bioenergia, fibra e outros bioprodutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Micro(nano)plásticos e pesticidas têm chegado aos solos agrícolas por diferentes vias, contribuindo para a contaminação desses ecossistemas e colocando diferentes riscos na saúde animal e humana. Na presença de MPs e NPs muitos pes-

ticidas incrementam os seus efeitos tóxicos no ambiente e, em detalhe, nas cadeias alimentares. Contudo, praticamente ainda não foram desenvolvidas pesquisas no sentido de se apurarem a extensão, o grau e os efeitos dessas interações nos fatores químicos, físicos e biológicos dos solos. Pesticidas e MPs interagem no sentido de induzir desagregação do solo, alterar dinâmicas hídricas e de nutrientes, aumentar taxas de evapotranspiração, induzir erosão e alteração de diferentes comunidades microbianas. A introdução de culturas de bioenergia em solos co-contaminados com pesticidas, MPs e outros contaminantes (metais pesados) promove o desenvolvimento de comunidades bacterianas e fúngicas que, por sua vez, degradam pesticidas e MPs, promovem o arejamento do solo, aumentam a fertilidade deste meio (N, P e C) e restauram o pH no meio. Por serem extremamente tolerantes e adaptadas a diferentes tipos de contaminação nos solos, por poderem incorporar diferentes contaminantes nos seus tecidos, imobilizá-los ao nível da sua rizosfera, promoverem a redução da erosão (eólica, hídrica, escoamento superficial), aumentar a estabilidade de agregados dos solos, a sustentação de taludes e minimização da lixiviação, além de produzirem biomassa que pode ser valorizada para fins econômicos, estas plantas deverão ser pesquisadas em maior detalhe, e implementadas em situações reais com esse tipo de contaminação.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, Khuram Shahzad. Remedial potential of bacterial and fungal strains (*Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium chrysogenum*) against organochlorine insecticide Endosulfan. **Folia Microbiologica**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12223-020-00792-7>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- AKTAR, Wasim; SENGUPTA, Dwaipayan; CHOWDHURY, Ashim. Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- ALI, Misha; ISHQI, Hassan Mubarak; HUSAIN, Qayyum. Enzyme engineering: Reshaping the biocatalytic functions. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 117, n. 6, p. 1877-1894, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bit.27329>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- ANDREU, Vicente; PICÓ, Yolanda. Determination of pesticides and their degradation products in soil: Critical review and comparison of methods. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 23, n. 10-11, p. 772-789, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2004.07.008>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- BANJOKO, Banjoko; ESLAMIAN, Saeid. (2016) Phytoremediation, Chapter 53. *In: Urban Water Reuse Handbook*. CRC Press, 2015, p. 1177.

- BARBOSA, Bruno; BOLÉO, Sara; SIDELLA, Sarah; COSTA, Jorge; DUARTE, Maria Paula; MENDES, Benilde; COSENTINO, Salvatore Luciano; FERNANDO, Ana Luisa. Phytoremediation of Heavy Metal-Contaminated Soils Using the Perennial Energy Crops *Miscanthus* spp. and *Arundo donax* L. **BioEnergy Research**, v. 8, p.1500-1511, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9688-9>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- BAVCON, M.; TREBŠE, Polonca; ZUPANČIČ-KRALJ, L. Investigations of the determination and transformations of diazinon and malathion under environmental conditions using gas chromatography coupled with a flame ionisation detector. **Chemosphere**, v. 50, n. 5, p. 595-601, 2003. Disponível em: [10.1016/S0045-6535\(02\)00643-4](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00643-4). Acesso em: 23 jun. 2020.
- BAUDDH, Kuldeep; SINGH, Kripal; SINGH, Bhaskar; SINGH, Rana P. *Ricinus communis*: A robust plant for bio-energy and phytoremediation of toxic metals from contaminated soil. **Ecological Engineering**, v. 84, p. 640-652, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.038>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- BHATTACHARJEE, Gargi; GOHIL, Nisarg; VAIDH, Sachin; JOSHI, Krupal; VISHWAKARMA, Gajendra Singh; SINGH, Vijai. Microbial bioremediation of industrial effluents and pesticides. In: CHANDRA, Pandey; VIJAI, Singh (ed.) **Bioremediation of Pollutants**: From Genetic Engineering to Genome Engineering. Amsterdã, Países Baixos: Elsevier, 2020. p. 488.
- BOOTS, Bas; RUSSELL, Connor William; GREEN, Dannielle Senga. Effects of Microplastics in Soil Ecosystems: Above and below Ground. **Environmental Science and Technology**, v. 53, n. 19, p. 11496-11506, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b03304>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- BOSKER, Thijs; BOUWMAN, Lotte J.; BRUN, Nadja R.; BEHRENS, Paul; VIJVER, Martina G. Microplastics accumulate on pores in seed capsule and delay germination and root growth of the terrestrial vascular plant *Lepidium sativum*. **Chemosphere**, v. 226, p. 774-781, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.163>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- BRIONES, M. J. I.; ELIAS, D. M. O.; GRANT, H. K.; MCNAMARA, N. P. Plant identity control on soil food web structure and C transfers under perennial bioenergy plantations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 138, p. 107603, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107603>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- BRENNECKE, Dennis; DUARTE, Bernardo; PAIVA, Filipa; CAÇADOR, Isabel; CANNING-CLODE, João. Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine Environment. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 178, p. 189-195, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.12.003>. Acesso em: 24 jun. 2020.

- CAMPANALE, Claudia; MASSARELLI, Carmine; SAVINO, Ilaria; LOCAPUTO, Vito; URICCHIO, Vito Felice. A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, p.1212, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph17041212>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- DAI, Yuanyuan; LIU, Rui; ZHOU, Yuemei; LI, Na; HOU, Liquan; MA, Qiang; GAO, Bin. Fire Phoenix facilitates phytoremediation of PAH-Cd co-contaminated soil through promotion of beneficial rhizosphere bacterial communities. **Environment International**, v. 136, p. 105421, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105421>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- DAS, Supta; HAGEMAN, Kimberly, J. Influence of Adjuvants on Pesticide Soil–Air Partition Coefficients: Laboratory Measurements and Predicted Effects on Volatilization. **Environmental Science & Technology**, v. 54, n. 12, p. 7302-7308, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00964>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- DAUBER, Jens; BROWN, Chris; FERNANDO, Ana Luisa; FINNAN, John; KRASUSKA, Ewa; PONITKA, Jens; STYLES, David; THRÄN, Daniela; VAN GROENIGEN, Kees Jan; WEIH, Martin; ZAH, Rainer. Bioenergy from “surplus” land: environmental and socio-economic implications. **BioRisk**, v. 7, p. 5-50, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/bio-risk.7.3036>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- DENG, Zujun; CAO, Lixiang. Fungal endophytes and their interactions with plants in phytoremediation: A review. **Chemosphere**, v. 168, p. 1100-1106, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.097>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- EMERY, Sarah M.; KINNETZ, Erin R.; BELL-DERESKE, Lukas; STAHLHEBER, Karen A.; GROSS, Katherine L.; PENNINGTON, Dennis. Low variation in arbuscular mycorrhizal fungal associations and effects on biomass among switchgrass cultivars. **Biomass and Bioenergy**, v. 119, p. 503-508, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.10.012>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- FANG, Song; YU, Weisong; LI, Chengliang; LIU, Yuedong; QIU, Jun; KONG, Fanyu. Adsorption behavior of three triazole fungicides on polystyrene microplastics. **Science of the Total Environment**, v. 691, p. 1119-1126, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.176>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- FEI, Yufan; HUANG, Shunying; ZHANG, Haibo; TONG, Yazhi; WEN, Dishui; XIA, Xiaoyu; WANG, Han; LUO, Yongming; BARCELÓ, Damià. Response of soil enzyme activities and bacterial communities to the accumulation of microplastics in an acid cropped soil. **Science of the Total Environment**,

- v. 707, p. 135634, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitenv.2019.135634>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- GUZZETTI, Eleonora; SUREDA, Antoni; TEJADA, Sílvia; FAGGIO, Caterina. Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 64, p. 164-171, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- HUANG, Yi; ZHAO, Yanran; WANG, Jie; ZHANG, Mengjun; JIA, Weiqian; QIN, Xiao. LDPE microplastic films alter microbial community composition and enzymatic activities in soil. **Environmental Pollution**, v. 254, p. 112983, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.112983>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- HUERTA LWANGA, Esperanza; GERTSEN, Hennie; GOOREN, Harm; PETERS, Piet; SALÁNKI, Tamás; VAN DER PLOEG, Martine; BESSELING, Ellen; KOELMANS, Albert A.; Geissen, Violette. Incorporation of microplastics from litter into burrows of *Lumbricus terrestris*. **Environmental Pollution**, v. 220, p. 523-531, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.09.096>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- HÜFFER, Thorsten; METZELDER, Florian; SIGMUND, Gabriel; SLAWEK, Sophie; SCHMIDT, Torsten C.; HOFMANN, Thilo. Polyethylene microplastics influence the transport of organic contaminants in soil. **Science of the Total Environment**, v. 657, p. 242-247, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.047>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- IRAM, Shazia; BASRI, Rabia; AHMAD, Khuram Shahzad; JAFFRI, Shaan Bibi. Mycological assisted phytoremediation enhancement of bioenergy crops *Zea mays* and *Helianthus annuus* in heavy metal contaminated lithospheric zone. **Soil and Sediment Contamination**, v. 28, n. 4, p. 411-430, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15320383.2019.1597011>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- JOHNSEN, Kaare; JACOBSEN, Carsten S.; TORSVIK, Vigdis; SØRENSEN, Jan. Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils - A review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 33, n. 6, p. 443-453, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s003740100351>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- KAUR, Ravneet; GOYAL, Dinesh. Biodegradation of Butachlor by *Bacillus altitudinis* and Identification of Metabolites. **Current Microbiology**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00284-020-02031-1>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- KHALID, Sana; SHAHID, Muhammad; MURTAZA, Behzad; BIBI, Irshad; NATASHA; ASIF NAEEM, Muhammad; NIAZI, Nabeel Khan. A critical review of different factors governing the fate of pesticides in soil under biochar application. **Science of the Total Environment**, v. 711, p. 134645,

2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134645>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- KHAN, A. G. Promises and potential of in situ nano-phytoremediation strategy to mycorrhizo-remediate heavy metal contaminated soils using non-food bio-energy crops (*Vetiver zizinioides* & *Cannabis sativa*). **International Journal of Phytoremediation**, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2020.1774504>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- KIRAN, Boda Ravi; PRASAD, Majeti Narasimha Vara. *Ricinus communis* L. (Castor bean), a potential multi-purpose environmental crop for improved and integrated phytoremediation. **The EuroBiotech Journal**, v. 1, n. 2, p. 101-116, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.24190/ISSN2564-615X/2017/02.01>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- LAFLEUR, Benoit; SAUVÉ, Sébastien; DUY, Sung Vo; LABRECQUE, Michel. Phytoremediation of groundwater contaminated with pesticides using short-rotation willow crops: A case study of an apple orchard. **International Journal of Phytoremediation**, v. 18, n. 11, p. 1128-1135, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2016.1186593>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- LANDEROS, Claudia Rosales; DÍAZ, Carlos Eduardo Barrera; BILYEU, Bryan. Dissemination of Endosulfan into the Environment. In: DONYINAH, Stephen Kudom (ed.). **Persistent Organic Pollutants**, IntechOpen, 2019.
- LI, Ruojia; LIU, Yi; SHENG, Yingfei; XIANG, Qingqing; ZHOU, Ying; CIZDZIEL, James V. Effect of prothioconazole on the degradation of microplastics derived from mulching plastic film: Apparent change and interaction with heavy metals in soil. **Environmental Pollution**, v. 260, p. 113988, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.113988>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- LI, Lianzhen; ZHOU, Qian; YIN, Na; TU, Chen; LUO, Yongming. Uptake and accumulation of microplastics in an edible plant (Abstract). **Chinese Science Bullets**, v. 64, p. 928-934, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1360/N972018-00845>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- LIAN, Jiapan; WU, Jiani; XIONG, Hongxia; ZEB, Aurang; YANG, Tianzhi; SU, Xiangmiao; SU, Lijuan; LIU, Weitao. Impact of polystyrene nanoplastics (PSNPs) on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Hazardous Materials**, v. 385, p. 121620, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121620>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- LIU, Hongfei et al. Interactive effects of microplastics and glyphosate on the dynamics of soil dissolved organic matter in a Chinese loess soil. **Catena**, v.182, p. 104177, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104177>. Acesso em: 23 jun. 2020.

- LEHMANN, Anika; ZHENG, Weishuang; RYO, Masahiro; SOUTSCHEK, Katharina; ROY, Julien; RONGSTOCK, Rebecca; MAAß, Stefanie; RILLIG, Matthias C. Fungal Traits Important for Soil Aggregation. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02904>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- MCINTYRE, Terry. Phytoremediation of heavy metals from soils. **Advances in Biochemical Engineering Biotechnology**, v. 78, p. 97-123, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1007/3-540-45991-X_4. Acesso em: 29 jun. 2020.
- MCCALMONT, Jon, P.; HASTINGS, Astley; MCNAMARA, Niall, P.; RICHTER, Goetz, M.; ROBSON, Paul; DONNISON, Iain, S.; CLIFTON-BROWN, John. Environmental costs and benefits of growing *Miscanthus* for bioenergy in the UK. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 9, p. 489-507, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12294>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- MEHMOOD, Muhammad Aamer; IBRAHIM, Muhammad; RASHID, Umer; NAWAZ, Muhammad; ALI, Shafaqat; HUSSAIN, Athar; GULI, Munazza. Biomass production for bioenergy using marginal lands. **Sustainable Production and Consumption**, v. 9, p. 3-21, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.spc.2016.08.003>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- MELO, Roseli Freire de; BRITO, Luiza Teixeira de Lima; GIONGO, Vanderlise; ANGELOTTI, Francislene; MIGUEL, Aurelio Antas. Pesticidas e seus impactos no ambiente. In: BRITO, Luiza Teixeira de Lima; MELO, Roseli Freire de; GIONGO, Vanderlise (ed.). **Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 101-135.
- MOHAJERANI, Abbas; KARABATAK, Bojana. Microplastics and pollutants in biosolids have contaminated agricultural soils: An analytical study and a proposal to cease the use of biosolids in farmlands and utilize them in sustainable bricks. **Waste Management**, v. 107, p. 252-265, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.04.021>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- OLIVEIRA, Miguel; AMEIXA, Olga M. C. C.; SOARES, Amadeu M. V. M. Are ecosystem services provided by insects “bugged” by micro (nano)plastics? **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 113, p. 317-320, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.02.018>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- PARRISH, David, J.; FIKE, John, H. The biology and agronomy of switchgrass for biofuels. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 24, n. 5-6, p. 423-459, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/07352680500316433>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- POWELL, Jeff R.; RILLIG, Matthias C. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi and ecosystem function. **New Phytologist**, v. 220, n. 4, p. 1059-1075, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.15119>. Acesso em: 29 jun. 2020.

- QI, Yueling; YANG, Xiaomei; PELAEZ, Amalia Mejia; LWANGA, Esperanza Huerta; BERIOT, Nicolas; GERTSEN, Henny; GARBEVA, Paolina; GEISEN, Violette. Macro-and micro-plastics in soil-plant system: effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. **Science of the Total Environment**, v. 645, p. 1048-1056, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.229>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- RAJMOHAN, K. S.; CHANDRASEKARAN, Ramya; VARJANI, Sunita. A Review on Occurrence of Pesticides in Environment and Current Technologies for Their Remediation and Management. **Indian Journal of Microbiology**, v. 60, n. 2, p. 125-138, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12088-019-00841-x>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- RAMOS, Laura; BERENSTEIN, Giselle; HUGHES, Enrique A.; ZALTS, Anita; MONTSERRAT, Javier M. Polyethylene film incorporation into the horticultural soil of small periurban production units in Argentina. **Science of the Total Environment**, v. 523, p. 74-81, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.142>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- RIAH, Wassila; LAVAL, Karine; LAROCHE-AJZENBERG, Emilie; MOUGIN, Christian; LATOUR, Xavier; TRINSOUTROT-GATTIN, Isabelle. Effects of pesticides on soil enzymes: A review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 12, n. 2, p. 257-273, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10311-014-0458-2>. Acesso em: 23 jun. 2020.
- RILLIG, Matthias C.; ZIERSCH, Lisa; HEMPEL, Stefan. Microplastic transport in soil by earthworms. **Scientific Reports, Nature**, v. 7, p. 1362, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01594-7>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- RODRÍGUEZ-SEIJO, Andrés; SANTOS, Bruna; FERREIRA DA SILVA, Eduardo; CACHADA, Anabela; PEREIRA, Ruth. Low-density polyethylene microplastics as a source and carriers of agrochemicals to soil and earthworms. **Environmental Chemistry**, v. 16, n. 1, p. 8-17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/EN18162>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- SÁ, Luís Carlos; OLIVEIRA, Miguel; RIBEIRO, Francisca; ROCHA, Thiago Lopes; FUTTER, Martyn Norman. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future? **Science of the Total Environment**, v. 645, p. 1029-1039, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.207>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- SÁNCHEZ, Carmen. Fungal potential for the degradation of petroleum-based polymers: An overview of macro- and microplastics biodegradation. **Biotechnology Advances**, p.107501, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107501>. Acesso em: 28 jun. 2020.

- SCUTARIU, Roxana Elena; PUIU, Diana; NECHIFOR, Gheorghe; NICULESCU, Marcela; PASCU, Luoana Florentina; GALAON, Toma. In vitro sorption study of some organochlorine pesticides on polyethylene terephthalate microplastics. **Revista de Chimie**, v. 70, n. 12, p. 4620-4626, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.37358/RC.19.12.7803>. Acesso em: 26 jun. 2020.
- SHARMA, Anket et al. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. **SN Applied Sciences**, v. 1, n. 11, p. 1466, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1485-1>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- SHER, Yonatan; BAKER, Nameer R.; HERMAN, Don; FOSSUM, Christina; HALE, Lauren; ZHANG, Xingxu; NUCCIO, Erin; SAHA, Malay; ZHOU, Jizhong; PETT-RIDGE, Jennifer; FIRESTONE, Mary. Microbial extracellular polysaccharide production and aggregate stability controlled by switchgrass (*Panicum virgatum*) root biomass and soil water potential. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 143, p. 107742, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107742>. Acesso em: 30 jun. 2020.
- SILVA, Ana B.; BASTOS, Ana S.; JUSTINO, Celine I. L.; COSTA, João P.; DUARTE, Armando C.; ROCHA-SANTOS, Teresa A. P. Microplastics in the Environment: Challenges in analytical chemistry – A review. **Analytica Chimica Acta**, v. 1017, p. 1-19, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.02.043>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- TIWARI, Neha; SANTHIYA, Deenan; SHARMA, Jai Gopal. Microbial remediation of micro-nano plastics: Current knowledge and future trends. **Environmental Pollution**, p. 115044, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115044>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- ULLAH, Sana; MAHMOOD, Tariq; IQBAL, Zafar; NAEEM, Asif; ALI, Rehmat; MAHMOOD, Sajid. Phytoremediative potential of salt-tolerant grass species for cadmium and lead under contaminated nutrient solution. **International Journal of Phytoremediation**, v. 21, n. 10, p. 1012-1018, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1594683>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- VERLA, Andrew Wirnkor; ENYOH, Christian Ebere; VERLA, Evelyn Ngozi; NWARNORH, Kieran Oharley. Microplastic – toxic chemical interaction: review study on quantified levels, mechanism and implication. **Springer Nature Applied Sciences**, v. 1, p. 1400, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1352-0>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- WAN, Yong; WU, Chenxi; XUE, Qiang; HUI, Xinminnan. Effects of plastic contamination on water evaporation and desiccation cracking in soil. **Science of the Total Environment**, v. 654, p. 576-582, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.123>. Acesso em: 28 jun. 2020.

- WANG, Ting; YU, Congcong; CHU, Qiao; WANG, Fenghe; LAN, Tao; WANG, Jingfeng. Adsorption behavior and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural polyethylene films. **Chemosphere**, v. 244, p. 125491, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125491>. Acesso em: 26 jun. 2020.
- WANG, Jiao; LIU, Xianhua; LI, Yang; POWELL, Trevor; WANG, Xin; WANG, Guangyi; ZHANG, Pingping. Microplastics as contaminants in the soil environment: A mini-review. **Science of the Total Environment**, v. 691, p. 848-857, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.209>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- WU, Panfeng; HUANG, Jinsheng; ZHENG, Yuling; YANG, Yicheng; ZHANG, Yue; HE, Feng; CHEN, Hao; QUAN, Guixiang; YAN, Jinlong; LI, Tiantian; GAO, Bin. Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 184, p. 109612, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- YANG, Xiaomei; LWANGA, Esperanza Huerta; BEMANI, Akram; GERTSEN, Hennie; SALANKI, Tamas; GUO, Xuetao; FU, Haimei; XUE, Sha; RITSEMA, Coen; GEISSEN, Violette. Biogenic transport of glyphosate in the presence of LDPE microplastics: A mesocosm experiment. **Environmental Pollution**, v. 245, p. 829-835, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.044>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- YANG, Xiaomei; BENTO, Célia P.M.; CHEN, Hao; ZHANG, Hongming; XUE, Sha; LWANGA, Esperanza Huerta; ZOMER, Paul; RITSEMA, Coen J.; GEISSEN, Violette. Influence of microplastic addition on glyphosate decay and soil microbial activities in Chinese loess soil. **Environmental Pollution**, v. 242, p. 338-347, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.006>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- YI, Meiling; ZHOU, Shaohong; ZHANG, Lilan; DING, Shiyuan. The effects of three different microplastics on enzyme activities and microbial communities in soil. **Water Environment Research**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wer.1327>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- ZHANG, Shaoliang; WANG, Jiuqi; LIU, Xu; QU, Fengjuan; WANG, Xueshan; WANG, Xinrui; LI, Yu; SUN, Yankun. Microplastics in the environment: A review of analytical methods, distribution, and biological effects. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 111, p. 62-72, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.12.002>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- Zhang, G. S.; Zhang, F. X.; Li, X. T. Effects of polyester microfibers on soil physical properties: Perception from a field and a pot experiment. **Science of the Total Environment**, v. 670, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.149>. Acesso em: 28 jun. 2020.

- ZHOU, Yanfei; LIU, Xiaoning; WANG, Jun. Ecotoxicological effects of microplastics and cadmium on the earthworm *Eisenia fetida*. **Journal of Hazardous Materials**, v. 392, p. 122273, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122273>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- ZHU, Fengxiao; ZHU, Changyin; WANG, Chao; GU, Cheng. Occurrence and Ecological Impacts of Microplastics in Soil Systems: A Review. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 102, p. 741-749, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02623-z>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- ZOCCHI, Myriam; SOMMARUGA, Ruben. Microplastics modify the toxicity of glyphosate on *Daphnia magna*. **Science of the Total Environment**, n. 697, p. 134194, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134194>. Acesso em: 28 jun. 2020.

AGROTÓXICOS E COVID-19: UMA REFLEXÃO NECESSÁRIA SOBRE A POLÍTICA BRASILEIRA DE FLEXIBILIZAÇÃO DA LEGISLAÇÃO SOBRE AGROTÓXICOS

Haide Maria Hupffer¹

Elizete Brando Susin²

Jeferson Jeldoci Pol³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-7>

INTRODUÇÃO

Enquanto o mundo é assombrado por um vírus invisível, com alto potencial de contaminação global que está ceifando inúmeras vidas, no Brasil são flexibilizadas as legislações ambientais destinadas ao regramento do uso de agrotóxicos. No primeiro ano do atual governo foram aprovados para registro 474 agrotóxicos e genéricos e, mesmo durante a maior pandemia sanitária global foram liberados mais duzentos agrotóxicos, o que soma 674 novos agrotóxicos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no período de janeiro de 2019 até final de julho de 2020.

O aumento vertiginoso da liberação de agrotóxicos quando cientistas associam epidemias de biovírus com degradação ambiental e com as invasões crescentes dos humanos em habitats naturais são motivos para refletir sobre as lições da Covid-19 para a humanidade repensar o uso de agrotóxicos.

Acrescente a este cenário a flexibilização da legislação ambiental com aprovação de legislação que flexibiliza a aprovação de registro de novos agrotóxicos,

1 Pós-doutora em Direito pela Unisinos. Doutora e Mestra em Direito pela Unisinos. Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale; Líder do Grupo de Pesquisa Direito e Desenvolvimento – CNPq/Feevale. Coordenadora do Projeto de Pesquisa Agrotóxicos e Sociedade de Risco: Limites e Responsabilidade pelo Risco Ambiental financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS – Processo número 17/2551-0001172-4, Edital 02/2017 – Programa Pesquisador Gaúcho – PQG. E-mail: haide@feevale.br.

2 Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Mestra em Ambiente e Desenvolvimento pela UNIVATES. Especialista em Direito Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul. Graduada em Direito pela Universidade de Caxias do Sul.

3 Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Graduado em Direito pela Universidade Feevale. Advogado. Vice-Presidente da Comissão Especial de Direito Ambiental da OAB/NH e Membro da Associação Gaúcha dos Advogados de Direito Ambiental Empresarial – AGAAE.

renovação pelos Estados de políticas de benefícios com desoneração de 30% a 60% do ICMS, além de redução em outros tributos. A controvérsia em relação à permissividade, flexibilização e concessão de benefícios foi parar no Supremo Tribunal Federal e a questão foi judicializada em nome da defesa da saúde pública e dos altos custos para o sistema público de saúde. Os agrotóxicos geram notórias externalidades negativas que são amplamente divulgadas por cientistas e por organizações que apontam o nexos causal entre o consumo de agrotóxicos e inúmeras doenças.

Em virtude da magnitude da emergência de saúde pública global provocada pela Covid-19, faz-se necessário uma análise a partir de vários olhares que relacionam o vírus à degradação dos habitats naturais para, em sequência, dialogar sobre um desastre silencioso que já está instalado com a utilização exponencial de agrotóxicos que contaminam alimentos, recursos hídricos, o solo, o ar e entram silenciosamente no organismo do consumidor e do agricultor, transformando-se em doenças, tanto para as gerações presentes como para as gerações futuras.

O estudo inicia a discussão contextualizando que a degradação ambiental pode ser relacionada ao surgimento do biovírus responsável pela maior crise sanitária e socioeconômica mundial. Na sequência serão discutidas premissas que indicam um cenário de desastre silencioso provocado pelos inúmeros agrotóxicos utilizados para, ao final, apresentar como o Brasil se posiciona neste cenário e quais as ações realizadas pelo governo no período da pandemia que ampliam sobremaneira os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, sem uma contrapartida dos grandes conglomerados internacionais com as externalidades negativas causadas pela comercialização e utilização de agrotóxicos em solo brasileiro.

1. A COVID-19 COMO CONSEQUÊNCIA DRAMÁTICA DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A degradação ambiental há muito tempo vem permeando a preocupação de ambientalistas e interessados na área, em todo o mundo, sendo que, cada vez mais, a problemática ambiental tem sido mencionada, evidenciando a crise do ambiente natural, causada pelos impactos das ações humanas, e alertando para o desequilíbrio ocasionado pela relação entre o desenvolvimento social e econômico e a sustentabilidade ambiental planetária.

Em 1992, no Rio de Janeiro, no encontro denominado Cúpula da Terra, também conhecido como Rio-92, dando seguimento aos eventos voltados para as preocupações mundiais com a degradação ambiental, teve início a criação da Carta da Terra (ONU, 2000) que foi ratificada no ano de 2000, após oito anos de intensos debates. O documento afirma que as sociedades humanas se encontram num momento crítico de sua relação com o Planeta, necessitando escolher o futuro que desejam para si, dado o fato de que a relação homem/natureza está tornando-se cada vez mais interdependente e frágil, encaminhando-se para um futuro de grandes perigos. Faz-se necessário reconhecer que os humanos são apenas mais uma espécie existente num mundo magnífico, de várias culturas e formas de vida,

todos possuindo o mesmo destino, devendo somar forças para a geração de uma sociedade global sustentável que respeite a natureza, os direitos humanos universais, a justiça econômica e a paz (ONU, 2000).

A Carta da Terra (ONU, 2000) declara que, para serem alcançados os objetivos, a humanidade precisa comprometer-se entre si, com a vida na Terra como um todo e com as futuras gerações, porque os humanos tem como lar o Planeta Terra que é um organismo vivo e único, que oferece condições para a evolução da vida, sendo que a vida neste organismo e o bem-estar da humanidade dependem da preservação de uma biosfera saudável em todas as suas dimensões, devendo a proteção do meio ambiente natural e de seus recursos ser uma preocupação de todos como um dever sagrado (ONU, 2000).

Quinze anos depois da redação da Carta da Terra, o atual Pontífice Francisco (2015), numa carta para a humanidade, entre vários temas, aborda as questões ambientais falando sobre o cuidado com a casa comum e referindo-se sobre a Terra como uma irmã que clama contra o mal que lhe é provocado pelo uso abusivo dos seus recursos pelo homem. Acrescenta que a humanidade se desenvolveu acreditando ser proprietária da Terra com direito a dominá-la e autorizada a saquear seus bens. O pontífice fala que a violência nos corações humanos pode ser percebida nos sintomas de doenças notadas em todos os lugares e nos seres vivos, e que milhões de mortes prematuras são provocadas pela exposição aos poluentes atmosféricos que produzem vários efeitos sobre a saúde humana, principalmente da população mais pobre. Comentou sobre a grande produção de fumaças, derivadas dos consumos de combustíveis fósseis, ser a causa de doenças, somadas à poluição das indústrias que, pelo descarte de substâncias, acidificam o solo e a água, com fertilizantes, inseticidas, fungicidas, pesticidas e agrotóxicos, sendo que a tecnologia, usada como única solução dos problemas, por estar ligada às finanças, acaba não percebendo a interligação entre as coisas e, por conta disto, às vezes, acaba resolvendo um problema criando outros (FRANCISCO, 2015).

Na *Carta Encíclica Laudato Si'*, o papa Francisco (2015) alerta que o cuidado com os ecossistemas requer atenção que vá além do imediatismo, porque quando a preocupação é apenas com o lucro econômico, a preservação do meio ambiente deixa de realmente ser importante e que o custo desta negligência acaba sendo maior que o benefício obtido, pois o dano grave ou a perda de alguma espécie é valor que excede todo e qualquer cálculo que possa vir a ser feito. O pontífice expõe também que a ausência de preocupação em quantificar o impacto ambiental das decisões e os danos à natureza evidencia a falta de interesse em reconhecer a mensagem intrínseca da natureza que “traz inscrita nas suas próprias estruturas que tudo está interligado” (FRANCISCO, 2015).

A interação da humanidade no Planeta, geralmente, ocorre apenas por conta da vontade humana. Mas, agora, um fato novo e alheio a esta vontade tem levado as sociedades humanas à adoção de mudanças no seu comportamento. É como se a natureza tivesse encontrado um meio de evidenciar que na relação Homem/Natureza a capacidade da intervenção humana pode ser limitada, onde a vontade humana nem sempre prevalecerá. Um biovírus se instalou e se espalhou rapidamente por todo o planeta Terra, causando um surto de doença que dizimou

milhares de vidas, destróçou a economia mundial, extinguindo empregos, reduzindo drasticamente a renda individual, destruindo empresas, gerando uma enorme crise na saúde pública, instalando-se como uma emergência de saúde pública de âmbito internacional.

O biovírus foi identificado no início de dezembro de 2019, quando, no Oriente, foi detectado um novo agente do Coronavírus, causador de doença respiratória grave, que evoluiu para uma pandemia sanitária global, ceifando milhares de vidas humanas em todos os países. No Brasil não tem sido diferente: a primeira morte pela Covid-19 foi registrada em março de 2020, sendo que, no final do mês de agosto, apenas seis meses depois, o Ministério da Saúde divulgou dados que contabilizaram 3.908.272 pessoas infectadas com a doença e o número de 121.381 mortes (BRASIL, 2020). Em 31 de agosto de 2020 o mundo já registrava 25.118.689 casos de Covid-19, com 264.107 novos casos em relação ao dia anterior; 844.312 mortes e com o assustador número de 5.385 novos óbitos em relação ao dia anterior (OPAS, 2020). Em números absolutos, o Brasil figura como o segundo país com o maior registro de mortes pela Covid-19.

Empresas de todos os segmentos paralisaram suas funções, o comércio foi suspenso, as escolas e universidades foram fechadas, o turismo foi interrompido, eventos e espetáculos foram cancelados, restando apenas o funcionamento de serviços considerados essenciais, tais como abastecimento de supermercados e farmácias, serviços de segurança pública, distribuição de alimentos e medicação, atendimentos à saúde e serviços fúnebres. Nunca antes, na história da humanidade, se teve registro de qualquer crise na saúde humana que houvesse se propagado de maneira tão abrupta e rapidamente se alastrando em todos os lugares do mundo, como o vírus que agora se apresenta.

Estudos de Zou, Yang e Shi (2020, p. 270-271) associam o vírus com questões ambientais. Os autores explicam que “desde o surto de síndrome respiratória aguda grave (SARS) há 18 anos, um grande número de coronavírus relacionados ao (SARS-CoVs) foram descobertos em seu hospedeiro de reservatório natural de morcegos”. Os autores relatam que pesquisas anteriores mostraram que alguns tipos de vírus encontrados em morcegos podem infectar humanos, como o novo coronavírus, classificado como (2019-nCoV), o qual deu início a Pandemia Mundial de Síndrome Respiratória em dezembro de 2019, em Wuhan, China, causando infecções comprovadas em laboratório. O estudo menciona que as sequências de genomas do novo vírus são quase idênticas ao SARS-CoV, mostrando que o 2019-nCoV é 96% idêntico ao nível do genoma do coronavírus morcego e indicando que a maioria dos casos iniciais de contágio apresentaram histórico de contato com o mercado original de frutos do mar, porém, a doença progrediu passando a ser transmitida pelo contato humano (ZOU; YANG; SHI, 2020, p. 270-271).

Na pesquisa desenvolvida por Volgenant *et al.* (2020), os autores descrevem as características da doença explicando tratar-se de uma doença infecciosa e emergente, transmitida pelo coronavírus SARS-CoV-2, na qual “alguns dos infectados ficam gravemente doentes. Outros não apresentam sintomas, mas ainda podem contribuir para a transmissão do vírus. O SARS-CoV-2 é excretado na

cavidade oral e pode ser espalhado através do ar” (VOLGENANT, *et al.* 2020). O estudo relatou que a ausência de imunidade de rebanho da população ocorreu pelo fato de nunca ter havido o contato com este tipo de vírus, sendo que ele é altamente contagioso: cada indivíduo infectado pode acabar infectando, em média, duas a três pessoas, potencializando o número de pessoas infectadas e, como ainda não existe medicação ou vacina para a doença, a diminuição do contágio fica restrita às medidas de controle de infecções (VOLGENANT *et al.* 2020).

Responsabilizando os seres humanos como únicos responsáveis pela pandemia mundial do coronavírus, a Organização das Nações Unidas (ONU, 2020) divulgou, em sua Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, que o atual estilo de vida da humanidade alterou o ambiente natural em seu entorno, destruindo florestas para a ocupação demográfica, a agricultura e a industrialização, reduzindo, assim, o espaço da vida selvagem e degradando as barreiras de proteção natural existentes entre os seres humanos e os animais. Declarou, ainda, que a mudança climática, principalmente as ocasionadas pelas emissões de gases de efeito estufa, ao alterarem a temperatura e a umidade do planeta, afetam a sobrevivência dos micróbios, desencadeando a manifestação de doenças transmitidas ao homem pelos animais e que as transformações aceleradas dos habitats, como mudanças do clima, inundações ou incêndios florestais “não permitem que os ecossistemas equilibrem picos repentinos na população de algumas espécies – como os mosquitos –, que podem se tornar vetores de doenças emergentes” (ONU, 2020).

A ONU (2020), ao analisar as causas da Covid-19 e relacioná-las a degradação ambiental, informa que está sendo programado o lançamento de uma avaliação sobre zoonoses, que será realizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, juntamente com o Instituto Internacional de Pesquisa Pecuária, o qual sugere que, conforme a mudança do clima avança, o surgimento de epidemias será cada vez mais frequente.

Outro recente artigo sobre a Covid-19, de Monzoni e Carvalho (2020, p. 47), também associa a pandemia do momento ao atual modo de vida das sociedades humanas, chamando a atenção para a necessidade de uma articulação, em escala global, para o combate de novas doenças que, por conta do modelo de interconexão socioeconômica, com fluxos intensos de pessoas, informação, mercadorias, urbanização crescente e invasão de reservas naturais, podem se alastrar rapidamente. Os autores falam sobre a estimativa do crescimento da urbanização que prevê um salto, no crescimento das cidades, na ordem de 55 para 68% até o ano de 2050, e acrescentam que deve ser observado que grande parte das novas doenças que ameaçam a vida humana tem origem de organismos vivos que transmitem infecções de animais para humanos, e de humanos para humanos. Acrescentam, ainda, que “As doenças zoonóticas representam 60% dos 365 eventos de doenças infecciosas emergentes identificadas entre 1940 e 2004, a maioria delas (72%) de animais silvestres e com crescimento significativo ao longo do período examinado” (MONZONI; CARVALHO, 2020, p. 47-48). O artigo cita como exemplos de doenças zoonóticas a síndrome respiratória aguda grave – SARS, a doença pelo vírus ebola, a síndrome respiratória do Oriente Médio – MERS e a

atual Covid-19 e salienta que o avanço da população sobre áreas nativas aproxima os humanos e a população de animais silvestres (MONZONI; CARVALHO, 2020, p. 48).

Comentando sobre as fazendas modernas da atualidade, outro estudo de Morris (2020) denominou-as como sendo biocatastrofes, referindo-se às condições de vida às quais o gado é submetido, vivendo amontoadado, tornando-se focos de vida para vírus e bactérias, ao mesmo tempo em que são adicionados à sua alimentação antibióticos potentes, que geram as condições propícias para o desenvolvimento de patógenos resistentes a antibióticos e agrotóxicos, que repercutem num preço alto a ser pago pelo público que consome a carne ali produzida e acaba contraindo doenças difíceis de serem tratadas, devido à resistência que os patógenos adquiriram. O autor ainda relata que os animais são alimentados com alimentos produzidos com agrotóxicos em larga escala, que esse fato pode trazer inúmeras doenças e que a humanidade não está se preparando para evitá-las, reduzindo o volume de pesticidas utilizados que impactam o solo, a água, o ar e a saúde do ser humano (MORRIS, 2020).

Para a humanidade prevenir danos futuros, como o surto de H1N1, que em 2009 adoeceu cerca de 59 milhões de pessoas e a Pandemia da Covid-19, se faz necessário o tratamento da saúde animal juntamente com a saúde humana em todo o Planeta (MORRIS, 2020). Isto exigirá mudanças radicais nos negócios e o abandono da ideia de que a medicina e a ecologia possam ser entendidas separadamente uma da outra, porque a Covid-19 mostra que as condições que afetam o reino animal não são separadas das que afetam a espécie humana e cientistas já estimam que os animais possuam mais de 600.000 vírus, com potencial para infectar humanos, os quais a humanidade ainda nem conhece (MORRIS, 2020).

O atual vírus apresenta um poder de aniquilação muito rápido, que, até o presente momento, ainda não há uma vacina segura para imunizar as populações. Cientistas e governos de todo o mundo têm se unido e somado esforços no sentido de desenvolver antídoto ou vacina contra a doença, mas, mesmo com todo o empenho, até agora os resultados se resumem a testagens. As sociedades humanas, que sempre impuseram sua vontade consumindo recursos naturais, tantas vezes degradando o ambiente natural para a manutenção de sua espécie, se veem hoje diante de um inimigo voraz e silencioso do qual ainda não sabem como se defender, e que parece querer mostrar que a intervenção humana pode ser limitada pela natureza que, discreta e silenciosamente, pode impor condições que limitarão os impactos das ações humanas nos seus ecossistemas.

Por essas razões, discutir o desastre sanitário global da Covid-19 com o uso de agrotóxicos em larga escala é urgente e necessário, visto que os reflexos da utilização em larga escala de agrotóxicos estão associados com a degradação ambiental, distúrbios nos ecossistemas e extinção de parcela significativa da biodiversidade. Os agrotóxicos representam verdadeiras ameaças ao bem-estar humano e ambiental, bem como à integridade dos ecossistemas. Grande parte da produção de *commodities* agrícolas com uso intensivo de agrotóxicos é utilizada para alimentar animais que são comercializados para consumo humano, o que traz reflexos à saúde animal e, conseqüentemente, à saúde humana.

Com a justificativa de aumentar a produção agroalimentar para uma população mundial que deverá ter um acréscimo de mais de dois bilhões de pessoas nos próximos trinta anos, o ser humano se introduz e adentra cada vez mais nas matas primárias que restam para extrair recursos e produzir alimentos. Também é cada vez mais frequente a compra de terras agrícolas de pequenos proprietários que desenvolvem práticas de agricultura sustentável por grandes empresas representativas da agricultura industrial. O vírus, assim como o agrotóxico, se alastra pelo globo terrestre e desafia a ciência impondo a todos uma reflexão.

2. AGROTÓXICOS: UM DESASTRE SILENCIOSO

Com a obra “Primavera Silenciosa”, Rachel Carson causou enorme impacto no ano de 1962 pela denúncia contundente de que o ser humano e todos os ecossistemas estavam sendo submetidos a um lento envenenamento pelo uso de pesticidas químicos e misteriosas doenças que atacavam os animais e os fazendeiros que adoeciam e morriam. Carson (2010, p. 21) inicia seu relato falando de cidades espalhadas em diversas partes do mundo onde pairava a sombra da morte e uma estranha quietude que se traduzia em uma primavera sem vozes e um silêncio de tudo o que fosse vivo. Sua obra é uma tentativa de explicar o silêncio das vozes da primavera em numerosas cidades dos Estados Unidos a partir do que considera ser “o mais alarmante de todos os ataques do ser humano ao meio ambiente” com a contaminação “do ar, do solo, dos rios e dos mares com materiais perigosos e até mesmo letais” (CARSON, 2020, p. 22).

O crescimento do uso de agrotóxicos e seu mau uso têm contribuído para o envenenamento do meio ambiente. A crença de que eram seguros para os seres humanos e para os ecossistemas mostrou ao longo dos anos que podem desenvolver resultados desastrosos. Usados para controle de insetos, roedores e vegetação indesejada, os pesticidas entram no solo “sob a suposição de que o solo iria tolerar qualquer quantidade de agressão, na forma de introdução de veneno, sem revidar” (CARSON, 2020, p. 60). O solo, as águas, os animais e qualquer ser vivo sofrem intensamente os efeitos dos agrotóxicos ao acumularem quantidades fantásticas em seus organismos. A vida animal é sustentada pela água, pelo solo e pelo manto verde da Terra que é formado pela vegetação que, por sua vez, “é parte da teia da vida em que existem relações íntimas e essenciais entre as plantas e a Terra, entre as plantas e outras plantas, entre as plantas e os animais”. Com vendas ascendentes, os pesticidas proliferam em nome dos “prósperos negócios da erradicação de ervas daninhas”, do progresso e do retorno financeiro do agronegócio calcado na produção de alimentos com uso de pesticidas. Só que essa erradicação cobra um preço alto e a natureza tem dado a sua resposta, pois que todo “tecido cuidadosamente tramado da vida foi dilacerado” (CARSON, 2010, p. 67).

Faz 58 anos que Carson escreveu “Primavera Silenciosa” e, de lá para cá, os agrotóxicos cresceram de forma exponencial em todo o planeta Terra. Carson fez uma verdadeira revolução ao denunciar o uso exagerado de agrotóxicos e os efeitos à saúde humana e a todos os ecossistemas. Entretanto, o poder das grandes multi-

nacionais fabricantes de pesticidas e dos países que hospedam empresas produtoras de agrotóxicos se mostrou mais forte e avançou envenenando de forma sistêmica o planeta. Terras foram desmatadas e novas formas de cultivos agrícolas com uso de pesticidas foram criadas. O ser humano avançou no *habitat* dos animais e encurralou-os em espaços restritos, ou seja, expulsou os animais, destruiu os ecossistemas e o resultado foi que restou muito pouco do espaço vital natural para qualquer ser vivo, menos para o ser humano que foi se apropriando da natureza. O esplêndido retorno financeiro e a produção de alimentos para uma população que continua a crescer tem sido a justificativa para desenvolver produtos químicos extremamente potentes e que desequilibram os ecossistemas causando inúmeros efeitos colaterais.

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, ao divulgar a “Avaliação global de Recursos Florestais 2020”, denuncia que o desmatamento continua globalmente a níveis alarmantes com uma taxa de 10 milhões de hectares por ano. Países que flexibilizam regras de desmatamento justificam suas ações indicando que o aumento rápido da população humana mundial, que era de aproximadamente um bilhão há dois séculos, para mais de 7,8 bilhões em 2020, exigiu ampliar a produção de alimentos, o que significou cada vez mais invasão de humanos em habitats naturais. Esse fato leva o ser humano e animais silvestres a um contato cada vez mais próximo, resultando no aumento do risco de transmissão de doenças de animais para humanos. A perda de habitat/biodiversidade tem relação direta com o surgimento de doenças zoonóticas como a que deu origem à Covid-19 (UNEP, 2020, p. 29),

A pandemia oferece a oportunidade de reexaminar as práticas de produção de alimentos ancoradas no uso de fertilizantes e pesticidas, como pontuam Montgomery e Birké (2020). Estes produtos apenas gerenciam os sintomas do solo biologicamente prejudicado, mas não resolvem os problemas de fertilidade do solo e das pragas. Isso colocou a humanidade em uma situação terrível, porque a agricultura padrão, com utilização massiva de insumos, já degradou cerca de um terço das terras agrícolas do mundo. No século atual, a estimativa é de degradar mais um terço das terras agrícolas globais. Não há vacina para curar o que aflige os solos agrícolas. Por isso, o alerta dos autores é no sentido de urgentemente serem alteradas as atuais práticas e, em sequência, explorar novas possibilidades para salvaguardar a saúde do solo no médio e longo prazo, garantindo, assim, para as gerações presentes e futuras, culturas saudáveis e resistentes a doenças e pragas (MONTGOMERY; BIKLÉ, 2020).

Para Montgomery e Birké (2020), uma lição-chave da pandemia da Covid-19 em curso é que ela lança luzes sobre como transformar a agricultura. Os autores chamam a atenção que é necessário substituir as práticas convencionais degenerativas com a redução significativa de agrotóxicos, diesel e fertilizantes e apoiar práticas regenerativas. Esta é a melhor chance da humanidade para resolver os problemas ligados à saúde do solo, qualidade ambiental e saúde humana (MONTGOMERY; BIKLÉ, 2020).

O agrotóxico, como o biovírus da Covid-19, é invisível, transterritorial e transtemporal, viaja livremente pelos alimentos, pelo solo, água e ar. Por isso, deve-se falar de agrotóxicos em meio a maior pandemia sanitária global, quando go-

vernos, como o brasileiro, usaram a pandemia para aprovar agrotóxicos em ritmo acelerado enquanto os olhos do mundo estavam mergulhados nos efeitos socioeconômicos e de saúde causados pelo vírus.

A pesquisadora do Laboratório de Toxicologia Aplicada do Instituto Butantã, Mônica Lopes Ferreira, em entrevista realizada por Lu Sudré da Rádio Brasil de Fato, alerta sobre os riscos que os agrotóxicos trazem para a saúde dos brasileiros associando-os ao coronavírus, quando posiciona que a humanidade está “diante de um inimigo invisível, que é o vírus [...] Ele é invisível e está adoecendo e matando. O agrotóxico também é invisível”. Exemplifica dizendo que “quando estou comendo uma maçã, não enxergo o agrotóxico nela. Quando tomo água, não enxergo o agrotóxico. Mas ele está presente. E assim como o coronavírus, o agrotóxico também adoece e mata”. Denuncia que na água que a população brasileira bebe há um coquetel de agrotóxicos e que não existe dose segura. A pesquisadora ainda alerta que “estamos em um cenário muito complexo. De um lado, uma liberação massiva de agrotóxicos sem que saibamos que testes estão sendo feitos para que sejam liberados”. Do outro lado, os agrotóxicos são utilizados de maneira desenfreada e muito acima dos limites indicados na sua liberação. “As pessoas estão pulverizando cinco vezes mais do que é permitido pulverizar. Cai no lençol freático e chega nas nossas águas” (FERREIRA, 2020).

Em outra questão, levantada por Lu Sudré para a pesquisadora Mônica Lopes Ferreira, indaga se a “quantidade excessiva de agrotóxicos pode comprometer nossa resposta imunológica à pandemia da Covid-19, por exemplo?”. Ferreira (2020) responde que o que mantém o ser humano bem é o seu sistema imune e que as “células estão prontas para nos defender desses agentes estranhos, vírus, bactérias” e para que o sistema imune esteja pronto para combater os invasores é preciso “estar em equilíbrio e ter me alimentado muito bem”. Relacionando com a Covid-19, a pesquisadora mostra que são as pessoas mais frágeis e do grupo de risco que estão mais expostas. Grande parte das doenças podem estar relacionadas à “água contaminada por um coquetel de agrotóxicos” e ao consumo de alimentos contaminados. Não estar saudável é deixar a porta aberta para o coronavírus ou para qualquer outro patógeno (FERREIRA, 2020).

Diariamente o ser humano está exposto a poluentes ambientais em que os agrotóxicos representam um relevante grupo desses poluentes. Os alimentos, a água ingerida e a exposição direta de trabalhadores a agrotóxicos têm grande influência no microbioma humano. Se os alimentos e a água estiverem contaminados com resíduos de agrotóxicos, seus efeitos à saúde humana podem ser associados à várias doenças, como o desenvolvimento de câncer, danos genéticos, mutações no DNA, alterações no sistema gênito-urinário, infertilidade, modificações na qualidade do sêmen, malformações congênitas no trato genital masculino, hipospádia, disfunção endócrina, desregulação hormonal, dentre outros riscos para o acometimento de diversas doenças em seres humanos (KOIFMAN; HATAGIMA, 203, p. 79). Embora não no ritmo necessário, observa-se nas últimas décadas um esforço acadêmico voltado para a “compreensão dos mecanismos toxicológicos envolvidos na associação entre este tipo de exposição e o desenvolvimento de doenças” (KOIFMAN; HATAGIMA, 203, p. 79).

Aproximadamente 200 mil mortes por envenenamento por ano são associadas ao uso de pesticidas, como registra Milkiewicz (2020, p. 315) na análise realizada sobre o Relatório da ONU de 2017. Em países em desenvolvimento ocorrem 99% destas mortes. Esse elevado percentual nos países em desenvolvimento está relacionado com falhas no sistema de saúde, insegurança no ambiente laboral, legislação permissiva e fiscalização ineficiente e insuficiente. No relatório da ONU, analisado pela autora, os principais problemas de saúde associados à exposição de agrotóxicos são: câncer, perda de memória, doença de Alzheimer, Parkinson, distúrbios hormonais; “distúrbios no desenvolvimento e esterilidade, da coordenação, da capacidade visual; asma e alergias” (MILKIEWICZ, 2020, p. 315).

Ao longo das últimas décadas, alguns pesticidas foram proibidos; entretanto “o risco de contaminação pode persistir por muitas décadas e podem continuar a se acumular através das fontes de alimentos”. O certo é que a exposição aos agrotóxicos tem “graves impactos nos direitos humanos, em particular ao direito à alimentação adequada e ao direito à saúde”. Um fator agravante é a falta de regulamentação internacional abrangente para disciplinar os agrotóxicos, o que deixa “uma lacuna para a proteção dos direitos humanos, e esses impõem um custo substancial aos governos e impactos catastróficos ao meio ambiente, à saúde humana e à sociedade como um todo” (MILKIEWICZ, 2020, p. 315).

O modelo químico-dependente e dominante na agricultura e em hortifrutigranjeiros se alastrou globalmente de forma desregulamentada e os reflexos indicam um “grave problema de saúde pública pela extensiva exposição humana aos agrotóxicos, pela contaminação ambiental, particularmente da água para abastecimento e consumo humano, e também pela contaminação de alimentos”. Como resultado, pode-se dizer que a humanidade vive na atualidade “uma situação de descontrole sanitário em relação aos agrotóxicos” (AUGUSTO, 2003, p. 66).

Os fatores que contribuíram para esse quadro de descontrole sanitário são assim resumidos por Augusto (2003, p. 66): i) os atuais sistemas de vigilância ambiental e saúde não são efetivos na realização da vigilância ambiental e de saúde; ii) insuficiência de recursos públicos disponibilizados para ciência e tecnologia, em especial, não se observa destinação de recursos para “induzir tecnologias mais adequadas para a solução fitossanitária, tais como a cultura orgânica, a de manejo integrado de pragas ou a de agroecologia, passíveis de aplicação nas condições socioambientais” em conformidade com cada região produtora; iii) uma permissiva propaganda das indústrias químicas; iv) política agrícola de financiamento “que incentiva o uso descontrolado de agrotóxicos através do crédito agrícola” em detrimento de uma agricultura sustentável e tecnologias sustentáveis de produção (AUGUSTO, 2003, p. 66).

3. AÇÕES DO GOVERNO BRASILEIRO EM RELAÇÃO AOS AGROTÓXICOS NO MEIO DA PANDEMIA DA COVID-19

Nos primeiros meses da pandemia da Covid-19, o governo brasileiro “liberou o registro de 118 agrotóxicos para serem vendidos no Brasil. Destes produtos,

84 são destinados para agricultores e 34 para a indústria”. No Ministério da Agricultura encontram-se ainda 216 produtos para serem avaliados, o que, segundo a Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO, segue a lógica “de aproveitar para passar a boiada⁴”. Durante a pandemia, foram muitos os retrocessos: liberação recorde de agrotóxicos, flexibilização das normas ambientais, esvaziamento da ANVISA (ABRASCO, 2020). Retrocessos nas políticas de proteção ao meio ambiente no ano de 2020 também são registrados nos direitos dos povos indígenas, alteração substancial dos integrantes do CONAMA e do Conselho da Amazônia, enfraquecimento de órgãos de controle ambiental com redução orçamentária, anistia de multas por desmatamento da Mata Atlântica, mudanças de entendimento quanto à ocupação de áreas desmatadas na Mata Atlântica, que passa a permitir a consolidação de supressão clandestina e não autorizada de vegetação nativa, registro de agrotóxicos mediante aprovação tácita, entre outros retrocessos. A Covid-19 ensina exatamente o contrário, pois, quanto mais o ser humano interfere nos ecossistemas naturais, mais portas está abrindo para facilitar o surgimento de novas epidemias que podem se transformar em pandemias.

Um exemplo emblemático é a Portaria n. 43, de 21 de fevereiro de 2020, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que “estabelece os prazos para aprovação tácita para os atos públicos de liberação de responsabilidade da Secretaria de Defesa Agropecuária, conforme disposto no *caput* do art. 10 do Decreto n. 10.178, de 18 de dezembro de 2019”. Por esta Portaria, em conformidade com o art. 2º, os prazos para resposta aos requerimentos de atos públicos e de aprovação tácita de registro de agrotóxicos e afins seriam de apenas sessenta dias (BRASIL, 2020a). A aprovação da Portaria ocorreu em um momento crítico global quando a humanidade estava mergulhada em sua mais grave crise sanitária e socioeconômica.

A deputada Fernanda Melchionna (2020, p. 1), do Partido Socialismo e Liberdade (PSOL), apresentou no dia 3 de março de 2020 o PDL n. 65/2020 – “Projeto de Decreto Legislativo de Sustação de Atos Normativos do Poder Executivo” – para sustar os efeitos da Portaria n. 43, de 21 de fevereiro de 2020, que facilita a aprovação e liberação de registros de agrotóxicos. Na justificativa da PDL n. 65/2020, a deputada chama a atenção de que as “regulamentações massivas de novos agrotóxicos colocam em risco o meio ambiente e a vida de milhões de brasileiros e brasileiras”. Registra ainda que só no ano de 2019 foram liberados 503 agrotóxicos em uma escala nunca vista no Brasil. Pela Portaria n. 43/2020, após sessenta dias, registros de agrotóxicos “serão liberados automaticamente, sem nenhuma regulamentação ou inspeção”. A licença tácita aprovada em dezembro de 2019, conhecida como a Lei da Liberdade Econômica, estabeleceu as regras para aplicação do que foi batizado pelo governo como “Licenciamento 4.0”, para ace-

4 Na reunião ministerial do dia 22 de abril de 2020, o Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles falou textualmente que o governo deveria “aproveitar a oportunidade de que toda a imprensa tá falando só de pandemia de Covid-19, do novo coronavírus, para ir passando a boiada”, complementando ainda que deveriam “aproveitar este momento em que estamos contando corpos aos milhares para ir flexibilizando tudo ou destruindo a legislação ambiental”. A divulgação do vídeo chocou o Brasil e o mundo, escancarando a política de retrocesso ambiental do atual governo.

lerar a liberação de licenças, alvarás, permissões, autorizações e cadastros de empresas. Ainda na sua justificativa da PDL n. 65/2020, a deputada reitera que, para nenhum caso, a flexibilização dos processos de licenciamento e autorização tácita pode “servir para flexibilizar o direito à saúde, ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e à segurança alimentar garantidos à população” (MELCHIONNA, 2020, p. 2-3).

Com o mesmo foco, o deputado Helder Salomão (2020), do Partido dos Trabalhadores do Espírito Santo, encaminhou o Projeto de Decreto Legislativo n. 71/2020 para sustar a aplicação da Portaria n. 43, de 21 de fevereiro de 2020, da Secretaria de Defesa Agropecuária. O deputado, em sua justificativa, argumenta que a “medida coloca toda a população em risco, uma vez que vai facilitar sobremaneira a aprovação de agrotóxicos, pois dificilmente o órgão será capaz de concluir o processo em tão exíguo prazo” (SALOMÃO, 2020). A mesa diretora da Câmara dos Deputados indicou que o Projeto do deputado Helder Salomão fosse pensado ao PDL n. 65/2020.

Em sequência, foram ajuizadas no Supremo Tribunal Federal, pelos Partidos Rede Sustentabilidade e Partido Socialismo e Liberdade (PSOL), as Arguições de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPFs) n. 656 (Rede Sustentabilidade e n. 658 (PSOL). O pedido de liminar começou a ser examinado em março e, no dia 15 de junho de 2020, o plenário do STF acompanhou o voto do relator, ministro Ricardo Lewandowski, e por unanimidade, concedeu medida cautelar para suspender a eficácia dos itens 64 a 68 da Tabela 1 do art. 2º da Portaria 43/2020, “referente aos prazos para a aprovação tácita de agrotóxicos, com dispensa da análise pelos órgãos competentes de vigilância ambiental e sanitária” (BRASIL, 2020b).

O ministro Ricardo Lewandowski, na Medida Cautelar na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 656 do Distrito Federal, posicionou ao deferir a Medida Cautelar que, como bem evidenciado no pedido de liminar, se está diante de um perigo de grave lesão à saúde pública e, por isso, trata-se de decisão urgente e que não pode sofrer qualquer proteção. Para o ministro, “situações excepcionais exigem soluções excepcionais” e, diante do argumentado, é urgente a “prolação de uma decisão monocrática para resguardar [...] a população brasileira do insidioso perigo representado pela liberação indiscriminada de agrotóxicos e outros produtos químicos na natureza”. O ministro justifica que esta providência é ainda “mais necessária e urgente diante da terrível pandemia que assola o Brasil e o mundo, decorrente da incontrolada e rápida propagação do Covid-19”. Estaria se permitindo uma liberação indiscriminada ao admitir-se a liberação tácita de agrotóxicos, “sem uma análise aprofundada, de cada caso, por parte das autoridades de vigilância ambiental e sanitária” (BRASIL, 2020c).

Friedrich *et al.* (2018, p. 344) argumentam que a aprovação de legislação mais permissiva amplia significativamente a “contaminação, intensiva e extensiva” e os resultados à saúde humana e aos ecossistemas serão irreversíveis, visto que se “abre a possibilidade inclusive para a fabricação de produtos proibidos no Brasil, muitos deles persistentes no ambiente e altamente prejudiciais à saúde”, produtos estes já proibidos em seus países de origem e que são largamente utilizados no

Brasil. Os autores denunciam que uma legislação mais permissiva fará com que as “doenças crônicas que passarão a ser ‘legalizadas’ a partir da lei são graves, irreversíveis e em muitas vezes, nem cessando a exposição, sua evolução é impedida” (FRIEDRICH *et al.*, 2018, p. 344).

Outra questão polêmica sobre os agrotóxicos diz respeito à política de benefícios com isenções e reduções de impostos adotada no Brasil desde o ano de 1975, com o Plano Nacional de Desenvolvimento Agrícola. No dia 23 de abril de 2020, os Governadores prorrogaram a desoneração de 30% a 60% do ICMS nas comercializações interestaduais de agrotóxicos e outros insumos agropecuários. Além da desoneração de ICMS, as empresas de agrotóxicos também contam com redução e eliminação de outros tributos, como Imposto de Importação, Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e contribuições sociais, como o COFINS e o PIS/PASEP.

Soares, Cunha e Santos (2020), do Grupo de Trabalho Saúde e Ambiente da ABRASCO, realizaram extensa pesquisa sobre os benefícios recebidos pelas empresas de agrotóxicos. Da pesquisa resultou o relatório “Uma política de incentivo fiscal à agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável”, publicado em fevereiro de 2020, em que realizam denúncias contundentes sobre os benefícios concedidos e que se perpetuam com renovação quase que automática. Utilizam como exemplo o “acordo 100/97 do Confaz que reduz a base do ICMS em 60% e foi renovado pelo menos dezessete vezes desde que foi promulgado em 1997”. Somente no ano de 2017 os benefícios concedidos às empresas de agrotóxicos somaram cerca de dez bilhões de reais. Deste valor, 63,1% é relativo à desoneração do ICMS, 16,5% do IPI e 15,6% referente às contribuições sociais PIS/PASEP e COFINS e 4,8% referente ao Imposto sobre Importação (SOARES; CUNHA; SANTOS, 2020, p. 5).

Ao relacionar o déficit orçamentário de Estados no ano de 2017, Soares, Cunha e Santos (2020, p. 6) usam como exemplo o estado do Rio Grande do Sul que apresentou um déficit de R\$ 1.668.735.918,34 e a renúncia fiscal de ICMS de agrotóxicos no período foi de R\$ 945 milhões, o que representa “cerca de 56,7% do déficit do exercício de 2017 desse Estado”. Os autores relatam dados mais alarmantes comparando a renúncia fiscal do estado de Mato Grosso que, em 2017, representou 66,4% do orçamento da saúde. Os números apresentados mostram claramente que as benesses dadas pelos Estados aos agrotóxicos precisam ser discutidas publicamente. Para Soares, Cunha e Santos (2020, p. 7) “é inconcebível justificar os subsídios com base na nobreza do discurso de segurança alimentar e do combate à fome de um produto que possui o potencial de matar e poluir o meio ambiente”. É muito mais razoável e correto subsidiar o consumo de alimentos para a população carente em vez de subsidiar as empresas de agrotóxicos. Também é importante discutir que, em nenhum momento, os Estados avaliam em sua política de benefícios as externalidades negativas representadas pelas doenças, mortes e degradação ambiental relacionada aos agrotóxicos. Os autores ressaltam que essa política de incentivos “vai na contramão das ações de regulação de problemas sanitários e ambientais que os países mais ricos adotam, que é o uso de instrumentos econômicos para restringir o uso de substâncias perigosas, como

é o caso dos agrotóxicos”. Como exemplo, citam a França, Itália, Holanda, Canadá, Suécia e Noruega que, em vez de concederem benesses, taxam agrotóxicos de acordo com os riscos do produto (SOARES; CUNHA; SANTOS, 2020, p. 7-8).

Para os benefícios serem renovados, todos os Secretários de Fazenda dos 26 Estados e Distrito Federal devem aprovar o convênio da Confaz por unanimidade e foi isso que ocorreu no mês de abril de 2020. Assim, a “bolsa agrotóxicos” foi prorrogada por mais oito meses. Este convênio com o Confaz já é renovado há 23 anos, ou seja, “entra e sai governo e o benefício bilionário aos produtos agrotóxicos nunca foi derrubado”. A razão da exigência de decisão unânime e unificada é prevista pelo Confaz como uma forma de impedir uma guerra fiscal entre os Estados. Entretanto, a não cobrança de parcela de tributos com o argumento de baratear o custo para o produtor rural não leva em conta que é a sociedade que está pagando essa renúncia fiscal, pois em casos de internações é geralmente o SUS que paga as contas e em caso de mortes ligadas ao uso de agrotóxicos, em muitas situações, é o INSS que paga a conta (GREGORI, 2020).

O Partido Socialismo e Liberdade (PSOL) entrou com uma Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADIN 5.553) em 29 de junho de 2016 justamente questionando o Convênio n. 100/97 do Confaz e o Decreto n. 7.660/2011 que concede isenção em 60% da base de cálculo do ICMS. Na síntese da Inicial, realizam um panorama do uso de agrotóxicos no Brasil apresentando que, em 2010, da receita das vendas de agrotóxicos, 92% foram de empresas controladas por capital estrangeiro. Ao tratarem da inconstitucionalidade dos benefícios fiscais denunciam que as isenções “confrontam o direito constitucional ao meio ambiente equilibrado, o direito à saúde, e violam frontalmente o princípio da seletividade tributária”, pois essas isenções são contrárias aos interesses públicos. Em sequência são mencionados todos os artigos violados da Constituição Federal de 1988, ancorados em doutrina, discussão científica validada por pares, jurisprudência e legislação, demonstrando, assim, a flagrante afronta aos direitos constitucionalizados e que os incentivos representam uma controvérsia sobre matéria constitucional (PSO, 2016, p. 10-38).

No STF o relator da ADIN 5.553 é o ministro Edson Fachin que, em seu primeiro despacho, indicou que iria adotar “o rito abreviado previsto no artigo 12 da Lei 9.868/1999 (Lei das ADINs) para que a ação seja julgada pelo Plenário do STF diretamente no mérito, sem prévia análise do pedido de liminar”. O ministro justifica a adoção do rito abreviado face à “relevância da matéria e de sua importância para a ordem social e segurança jurídica”. Na sequência requisitou informações e manifestação à Advocacia-Geral da União e ao Procurador-Geral da República (BRASIL, 2020d).

O ministro Edson Fachin deferiu o *amicus curiae* à Associação dos Produtores de Soja (PROSOJA BRASIL), Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDEVEG), Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO), Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, Terra de Direitos, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Federação das Associações de Arrozeiros do Rio Grande do Sul (FEDERARROZ), FIAN Brasil – Organização pelo Direito Humano à Alimentação e à Nutrição Adequadas, Asso-

ciação Brasileira de Agroecologia, Campanha Nacional Permanente Contra os Agrotóxicos e pela Vida, Defensoria Pública do Estado de São Paulo e, por fim, para Croplife Brasil. A *amicus curiae* foi concedida com base no § 2º do art. 7º da Lei n. 9.868/1999 que faculta a “apresentação de informações, memoriais escritos nos autos e de sustentação oral por ocasião do julgamento definitivo do mérito da presente ação direta de inconstitucionalidade”. Como justificativa, o ministro expõe ser matéria de grande relevância, a “especificidade da demanda e a repercussão social da controvérsia”, citando ainda os impactos para a ordem econômica-financeira que o tema representa (BRASIL, 2020d).

Em 17 de dezembro de 2019, a ADIN 5.553 foi incluída no calendário de julgamento pelo presidente do STF para ser julgada em 19 de fevereiro de 2020. (BRASIL, 2020d). Contudo, em 19 de fevereiro de 2019, data agendada para o julgamento da ADIN 5.553 no STF, o presidente do STF, ministro Dias Toffoli, adiou a sessão com a justificativa da posse da nova presidente do Tribunal Superior do Trabalho (TST). A última movimentação da ADIN 5.553 foi em 4 de junho de 2020, na qual foi solicitada a Juntada de Documentos. Até o momento da redação deste artigo, não foi indicada nova data para o julgamento.

O Conselho Nacional de Saúde (2020) elaborou a “Recomendação n. 011, de 14 de fevereiro de 2020” em que recomendam ao Supremo Tribunal Federal, em especial ao relator ministro Edson Fachin, que declare a inconstitucionalidade das Cláusulas Primeira e Terceira do Convênio Confaz nº 100/1197 e dos 24 dispositivos apontados da Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados – TIPI. No documento, o CNS (2020) reafirma que é dever do Estado garantir a redução do risco de doenças e adotar medidas para equilibrar o livre exercício da atividade “com a defesa da saúde pública, assegurando existência digna e não estimulando a oferta e consumo de alimentos que impliquem em perigo à saúde ou segurança das pessoas de um produto que gera externalidades negativas notórias”. Os malefícios de consumir alimentos produzidos com agrotóxicos encontram respaldo na vasta comprovação científica de instituições especializadas e de notável prestígio. Nas considerações, o CNS (2020) também reporta que a “política fiscal deve ser harmonizadora do desenvolvimento econômico com a proteção da saúde e do meio ambiente e que os incentivos fiscais a agrotóxicos vão na contramão desse objetivo, violando o direito fundamental à saúde”.

Cortez (2020), ao escrever sobre o debate da agricultura tradicional que utiliza agroquímicos em nome do aumento da produção e produtividade, instiga a sociedade e o Estado a fazer o seguinte questionamento: “qual é o real custo social, ambiental e de saúde desta grande produção ‘aditivada’ com agroquímicos? Quem arca com as consequências e quem realmente paga por isto?”. A resposta de Cortez (2020) é clara: “pagamos, com nossa saúde e nossas vidas, mais este ‘subsídio’ aos que dizem alimentar o mundo. Alimentam, é fato, mas colocam o veneno à nossa mesa”.

Que a lição da pandemia da Covid-19 sirva de alerta para o Brasil repensar sua política de agrotóxicos. É um desastre silencioso, invisível, transtemporal e transterritorial legitimado pelo governo. A legislação permissiva torna o Brasil atrativo para as principais empresas agroquímicas multinacionais, razão pela

qual é preocupante o aumento exponencial de novos registros de agrotóxicos com alto grau de toxicidade banidos nos países que sediam as principais empresas agroquímicas.

CONCLUSÃO

O repensar humano nunca se mostrou tão necessário e urgente como agora. A humildade em reconhecer que o ser humano não é dono do Planeta em que habita, mas apenas parte do todo terrestre é um dever que não pode mais ser adiado, por conta de estar fadado ao seu próprio extermínio, caso os atuais hábitos de interação do homem entre si e com a Terra não mudarem. Pode ser que o atual momento, em que vivem as sociedades humanas, possa contribuir para o surgimento de um “Novo Processo Evolutivo Humano”, do qual surgirá um novo convívio entre o homem e a natureza, impelindo a todos para o desenvolvimento de um “Novo Mundo”. Um mundo mais equânime, mais justo e mais sustentado.

Que “aproveitar a oportunidade de que toda a imprensa tá falando só de pandemia de Covid-19, do novo coronavírus, para ir passando a boiada”, como o ministro do Meio Ambiente posicionou em uma reunião ministerial e de que o governo deveria “aproveitar este momento em que estamos contando corpos aos milhares para ir flexibilizando tudo ou destruindo a legislação ambiental” não seja o legado desta geração de brasileiros para as futuras gerações. De igual forma, que a escalada de liberações de agrotóxicos e as políticas de retrocesso ambiental não sejam a marca de uma nação em tempos de pandemia. É preciso tirar lições da Covid-19 e repensar as políticas indutoras de produção de alimentos que impliquem em perigo a saúde e a segurança das pessoas pelo consumo de produtos que geram externalidades negativas amplamente documentadas pela ciência e com notória degradação ambiental. Neste sentido, que a pandemia da Covid-19 seja uma lição aprendida e instigue políticas públicas de redução de pesticidas e agroquímicos.

Contudo, há esperança! Referências a um “novo mundo” já podem ser observadas com a denúncia de cientistas, organizações da sociedade civil, partidos políticos e sociedade sobre os riscos dos agrotóxicos à saúde humana e ao meio ambiente. O caminho é longo e tortuoso, visto que do outro lado há um conglomerado global de empresas agroquímicas com faturamento bilionário e que encontram no Brasil solo fértil para prosperar, em razão de uma legislação e política permissiva e pelas benesses representadas pelos vultosos incentivos fiscais e sociais já referenciados.

Certamente, um “Novo Mundo” exige alimentação mais saudável e menos degradação do solo e dos recursos hídricos. Esta afirmação poderá levar alguns às seguintes reflexões: será mesmo que esta crise, na saúde mundial, deixa lições para impulsionar a humanidade rumo a um “Novo Mundo” mais sustentável? Será que a epidemia pela Covid-19 proporcionará a oportunidade de a sociedade repensar seu modelo econômico e assumir o desenvolvimento sustentável como legado para as gerações futuras? Será mesmo, esta crise, um *start* para um novo processo evolutivo da espécie humana?

Talvez a resposta esteja no aprendizado de que as alterações nos ecossistemas podem impor mais pandemias se a humanidade continuar a poluir e a degradar o meio ambiente. A pandemia da Covid-19 pode, sim, ser uma oportunidade para o sistema econômico, político, jurídico e social colocar em prática a ética ambiental e a ética da responsabilidade com as presentes e as futuras gerações, do “Saber Cuidar do Outro e da Terra”, a ética recomendada por Leonardo Boff, quando ajudou a redigir a Carta da Terra, que recomenda um viver humano mais ético e harmonioso com o meio ambiente, impactando menos, respeitando mais a natureza e cooperando mais para a melhoria da relação homem/natureza. Uma relação menos arrogante, menos egoísta e mais sustentada, fundamentada em princípios éticos como os contidos na da Carta da Terra.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA (ABRASCO). **Campanha contra os Agrotóxicos e pela Vida realiza lives para conscientização**. 2020a. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/noticias/especial-coronavirus/campanha-contra-agrotoxicos-realiza-lives-para-conscientizacao/48586/>. Acesso em: 20 ago. 2020.
- AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva. Uso dos agrotóxicos no semi-árido brasileiro. In: PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. p. 59-73.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria n. 43 de 21 de fevereiro de 2020**. 2020a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-43-de-21-de-fevereiro-de-2020-244958254>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Suspensa liberação de agrotóxicos sem estudos sobre impactos à saúde e ao meio ambiente**. Publicado em 23 de junho de 2020. 2020b. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=446110>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Medida Cautelar na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 656 do Distrito Federal**. 2020c. Relator Ministro Ricardo Lewandowski. Liminar deferida em 22 de junho de 2020. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=5866860>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Partido questiona concessão de isenções tributárias a agrotóxicos**. 2020d. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=320692>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CARVALHO, Délton Winter de. A natureza jurídica da pandemia Covid-19 como um desastre biológico: um ponto de partida necessário para o direito. **Revista dos Tribunais**. v. 1017, p. 243-267, jul. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (CNS). **Recomendação n. 011, de 14 de fevereiro de 2020**. Disponível em: <http://www.conselho.saude.gov.br/recomendacoes-cns/1026-recomendacao-n-011-de-14-de-fevereiro-de-2020>. Acesso em: 24 ago. 2020.

CORTEZ, Henrique. Agrotóxicos e Saúde, o veneno à nossa mesa. **EcoDebate**. Publicado em 13 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/07/13/agrotoxicos-e-saude-o-veneno-a-nossa-mesa/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

FERREIRA, Mônica Lopes. “Assim como o coronavírus, o agrotóxico adoece e mata”, alerta imunologista. Entrevista cedida a Lu Sudré. **Brasil de Fato**, São Paulo, 20 maio 2020. Disponível em: <https://www.brasiledefato.com.br/2020/05/20/assim-como-o-coronavirus-o-agrotoxico-adoece-e-mata-alerta-imunologista>. Acesso em: 17 ago. 2020.

FRANCISCO, Papa. “**Carta Encíclica Laudato Si**”. Roma, 2015. Disponível em: http://www.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/pa-pa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html. Acesso em: 23 jul. 2020.

FRIEDRICH, K.; ALMEIDA, V. E. S. de; AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, A. M.; SOUZA, V. M. O. de; ALEXANDRE, V. P.; CARNEIRO, F. F. Agrotóxicos: mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 12, n. 2, p. 326-347, 2018.

GREGORI, Pedro Grigori. Governadores renovam isenção de R\$ 6 bi para agrotóxicos em meio à crise. **Agência Pública**. 23 abr. 2020. Disponível em: <https://portrasdoalimento.info/2020/04/23/governadores-renovam-isencao-de-r-6-bi-para-agrotoxicos-em-meio-a-crise/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

KOIFMAN, Sergio; HATAGIMA, Ana. Exposição aos agrotóxicos e câncer ambiental. In: PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. p. 75-100.

MELCHIONNA, Fernanda. Câmara dos Deputados. **PDL n. 65 de 3 de março 2020**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=707D1BF95A4B6A8AFAA65827ADB78AB4.proposicoesWebExterno1?codteor=1861898&filename=Tramitacao-PDL+65/2020. Acesso em: 21 ago. 2020.

MILKIEWICZ, Larissa. O uso de agrotóxico no Brasil, à luz do relatório da ONU de 2017. **Revista de Estudos Jurídicos do Superior Tribunal de Justiça**. v. 1, n. 1, p. 309-334, 2020. Disponível em: <https://rejuri.stj.jus.br/in dex.php/revistacientifica/article/view/23/17>. Acesso em: 20 ago. 2020.

- MONTGOMERY, David R.; BIKLÉ, Anne. Lessons from a pandemic on practices versus products in agriculture. **Agriculture and Human Values**, p. 1-2, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7218700/>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- MONZONI, Mário; CARVALHO, André. Pós-Covid-19: Reconstruir para melhor. **GVExecutivo**, v. 19, n. 3, p. 46-50, mai/jun. 2020.
- MORRIS, Ives. Op-Ed: COVID-19 shows that what we're doing to animals is killing us, too. **Los Angeles Times**, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://www.latimes.com/opinion/story/2020-04-02/coronavirus-pandemics-animals-habitat-ecology>. Acesso em: 24 ago. 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Comissão Mundial das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Carta da Terra**. Paris, mar. 2000. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/carta_terra.pdf. Acesso em: 23 jul. 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Causas do Covid-19 incluem ações humanas e degradação ambiental, apontam estudos**. 22 maio 2020. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/causas-do-covid-19-incluem-acoes-humanas-e-degradacao-ambiental>. Acesso em: 23 jul. 2020.
- PARTIDO SOCIALISMO E LIBERDADE (PSOL). **Ação Direta de Inconstitucionalidade – ADI 5.553**. Assinada em 29 de junho de 2016. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=5011612>. Acesso em: 23 jul. 2020.
- SALOMÃO, Helder. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei n. 71 de 4 de março de 2020**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichade tramitacao?idProposicao=223841>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- SOARES, Wagner Lopes; CUNHA, Lucas Neves da; PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Uma política de Incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável**. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2020. Disponível em: https://apublica.org/wp-content/uploads/2020/02/relatorio-abrasco-desoneracao-fiscal-agrotoxicos-12022020.pdf?mc_cid=2908b79935&mc_eid=335cb8f207. Acesso em: 17 ago. 2020.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). International Livestock Research Institute. **Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission**. Nairobi, Kenya, 2020. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32316/ZP.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.
- VOLGENANT, Catherine M. C.; PERSON, Ilona F.; RUIJTER, Rolf A. G. de; SOET, J. J. Infection control in dental health care during and after

the SARS-CoV-2 outbreak. **Dentistry, Oral Surgery & Medicine**, 11 May 2020, DOI: <https://doi.org/10.1111/odi.13408>.

ZOU, Peng; YANG, Xing-Lou; SHI, Zheng-Li. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. **NATURE**, v. 579, p. 270-273, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>.

OS AGROTÓXICOS NA SOCIEDADE CONSUMOCENTRISTA: A SUSTENTABILIDADE NECESSÁRIA

*Gisele Boechel*¹

*Agostinho Oli Koppe Pereira*²

*Cleide Calgato*³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-8>

INTRODUÇÃO

Na sociedade moderna consumista, que coloca o consumo exorbitante sobreposto a qualquer outro valor social, o modo de produção de alimentos em larga escala, a fim de dar conta das necessidades da população mundial, que está em crescente expansão, tornou aceitável a utilização de mecanismos capazes de garantir máximo êxito à produtividade agrícola. Nesse contexto, em termos de desenvolvimento econômico, o agronegócio passou a desempenhar papel importante na economia mundial.

Na agricultura, as substâncias químicas capazes de controlar pragas, doenças e plantas daninhas, assegurando máximo sucesso às safras, passarão a ser utilizadas em grande escala, principalmente após a Segunda Guerra Mundial. Foi o surgimento dos denominados agrotóxicos.

1 Bacharela em Direito pela Universidade de Caxias do Sul. Mestra em Direito pela Universidade de Caxias do Sul.

2 Doutor em Direito e Pós-doutor em Direito pela UNISINOS. Mestre em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco. Especialista em Metodologia do Ensino e da Pesquisa Jurídica pela UCS. Graduado em Direito pela UCS. Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Direito da UPF e professor do curso de Direito da UNIFTEC. E-mail: agostinho.koppe@gmail.com.

3 Pós-doutora em Filosofia e em Direito, ambos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS. Doutora em Ciências Sociais pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Doutora em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, na condição de taxista CAPES. Doutoranda em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Atualmente é professora da graduação e pós-graduação – mestrado e doutorado – em Direito na Universidade de Caxias do Sul. É líder do grupo de pesquisa “Metamorfose Jurídica” da Universidade de Caxias do Sul – UCS e vice-líder do grupo de pesquisa “Filosofia do Direito e Pensamento Político” da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Atua como pesquisadora no grupo de pesquisa “Regulação ambiental da atividade econômica sustentável (REGA)” da Escola Superior Dom Helder Câmara. É membro do Comitê Assessor de Ciências Humanas e Sociais da FAPERGS: Membro Titular (2019-2021). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1840-9598>. CV: <http://lattes.cnpq.br/8547639191475261>. E-mail: ccalgato1@hotmail.com.

A utilização de agrotóxicos na produção agrícola moderna foi um grande avanço científico trazido pelo homem, capaz de garantir uma agricultura eficiente e produtiva, fonte principal da indústria alimentícia. Contudo, os danos causados pelo uso indiscriminado destas substâncias já são previsíveis, tornando-as potencialmente perigosas para a saúde humana e para o meio ambiente.

Estudos já mostram a ligação das substâncias com esterilidade, problemas no desenvolvimento do sistema nervoso, doenças infantis, alergias e câncer. Também já há comprovação de danos ambientais que os pesticidas deixam nos solos, água e demais recursos naturais.

Sabe-se que o Brasil figura no topo do ranking de países que mais consomem agrotóxicos no planeta e entre estas substâncias figuram algumas potencialmente cancerígenas, já proibidas em outros países.

Com esses aspectos postos, verifica-se importante analisar o contexto existente no conflito de interesses entre a crescente demanda de produção de alimentos, impulsionada pelo consumo e crescimento econômico, e a sustentabilidade socioambiental, figurando, nestes dois polos, como interessados, de um lado, as grandes multinacionais e os produtores agrícolas; e de outro os defensores da saúde humana e do meio ambiente sadio.

O objetivo estabelecido para o desenvolvimento do presente capítulo é analisar a necessidade de se banir os agrotóxicos da agricultura e como o Direito pode auxiliar, sopesando os custos ambientais que este modelo de exploração está causando à atual geração e às futuras, evitar maior degradação ambiental e prejuízos à saúde humana, minimizando os riscos socioambientais provenientes da utilização de agrotóxicos na produção agrícola moderna.

No meio dessa discussão, vinculam-se as causas do uso indiscriminado de agrotóxico à sociedade de consumo e à legislação vigente acerca do controle desse uso, na produção agrícola brasileira, em âmbito nacional, estadual e municipal. Na esteira do uso indiscriminado dos agrotóxicos surgem os danos socioambientais que são maiores ou menores, dependendo de quais as substâncias químicas mais utilizadas na produção agrícola.

Para a realização deste trabalho utiliza-se o método analítico-dedutivo, através da revisão bibliográfica, da legislação e de estudos apresentados sobre a temática proposta.

1. SOCIEDADE MODERNA E SOCIEDADE DE CONSUMO

A humanidade progride rapidamente e fica cada vez mais aceitável à sociedade contemporânea a ideia de se correr riscos para obtenção de progresso. Neste contexto, pretende-se trabalhar com as ideias de Ulrich Beck sobre a sociedade de risco, embora se tenha conhecimento de críticas a essa teoria, principalmente no que se refere ao efeito globalizante dos riscos em um contexto de desigualdades sociais que, certamente, opõe também diferenças grandes na absorção dos riscos. Embora pareça que, para a teoria, alguns riscos possam definitivamente atingir a toda a humanidade, como os riscos advindos de um conflito nuclear, bem como

os riscos envolvendo o meio ambiente e a saúde humana, é exatamente por isso que se trabalhará sobre ela.

Segundo Ulrich Beck (2010, p. 23), “na modernidade tardia, a produção social de riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos”. Estes riscos, por sua vez, são riscos “modernos” e “globais”, já que têm suas causas na modernização e seus efeitos atingem uma dimensão global, conforme o autor:

Os riscos e ameaças atuais diferenciam-se, portanto, de seus equivalentes medievais, com frequências semelhantes por fora, fundamentalmente por conta da globalidade do seu alcance (ser humano, fauna, flora) e de suas causas modernas. São riscos da modernização. São um produto em série do maquinário industrial do progresso, sendo sistematicamente agravados com seu desenvolvimento ulterior (BECK, 2010, p. 26).

São riscos globalizados que não respeitam divisões entre ricos e pobres ou entre regiões do mundo, atingindo a todos indiscriminadamente. Significa dizer, portanto, que a sociedade moderna já está habituada a conviver com os riscos que ela mesma produz, e que inevitavelmente lhe alcançarão, no que Beck (2010, p. 45) chama de efeito bumerangue: “há um padrão de distribuição dos riscos no qual se encontra um material politicamente explosivo: cedo ou tarde, eles alcançam inclusive aqueles que os produziram ou lucraram com eles”.

Isso porque os riscos que a sociedade corre têm alcance universal e são, quase que exclusivamente, derivados da própria intervenção (através da tecnologia) da espécie humana no planeta. Significa dizer que, embora exista uma tendência dos riscos prejudicarem de forma mais significativa as camadas menos favorecidas da sociedade, a fuga dos mais poderosos pode dar conta de evitar alguns riscos, mas não todos. Inevitavelmente, os riscos trarão consequências àqueles que lhes deram causa ou se beneficiaram deles, num efeito circular. Sobre o tema específico em análise na presente pesquisa, quais sejam os riscos trazidos pelo modo de produção da agricultura moderna, Beck (2010, p. 45) leciona:

A produção de riscos da modernização acompanha a curva do bumerangue. A agricultura intensiva de caráter industrial, fomentada com bilhões em subsídios, não somente faz aumentar dramaticamente em cidades distantes a concentração de chumbo no leite materno e nas crianças. Ela também solapa de múltiplas formas a base natural da própria produção agrícola: cai a fertilidade das lavouras, desaparecem espécies indispensáveis de animais e plantas, aumenta o perigo de erosão do solo.

Diante da aceitação de tantos riscos, pelo homem moderno, no seu *modus vivendi*, resta permitida a exposição às ameaças mais diversas para obtenção de progresso e desenvolvimento; instituiu-se uma nova forma de organização social, pautada pela busca da evolução científica e tecnológica e pela potencialização da produção de riquezas, tudo isso através, principalmente, da exploração industrial da natureza. Trata-se da moderna sociedade de risco, descrita nas linhas abaixo por Leite e Ayala (2004, p. 12):

A proliferação de ameaças imprevisíveis, invisíveis, para as quais os instrumentos de controle falham e são incapazes de prevêê-las, é uma característica tipicamente associada a um novo modelo de organização social que se caracteriza por uma dinâmica de poder baseada nas relações estabelecidas com o fenômeno da inovação, e que encontra suas origens em uma fase do desenvolvimento da modernização, em que as transformações produzem consequências e expõem as instituições de controle e proteção das sociedades industriais à crítica, fato que constitui, para Beck, a sociedade de risco.

A ideia de progresso na sociedade de risco está diretamente ligada à de crescimento econômico e se distancia, notadamente, da sustentabilidade global, ocasionando, inevitavelmente, a crise ambiental que se experimenta na contemporaneidade. A economia tornou-se o critério e a lente para pensar e observar a organização da sociedade contemporânea. As tecnologias tornaram-se o principal vetor do desenvolvimento econômico, sobretudo as que estão pautadas na velocidade e multifuncionalidade dos processos. Constitui-se, assim, nos últimos séculos, uma cultura do desenvolvimentismo a todo custo. O que não progride ou não dá lucros é entendido como patológico.

Impulsionar o progresso, numa obsessiva marcha adiante, é uma das características marcantes da modernidade. A industrialização iniciada no século XVIII e seu direcionamento para o capitalismo de mercado pautado no lucro tem produzido uma aceleração da transformação do ambiente vital do planeta Terra (BAUMAN, 1999, p. 18).

Percebe-se, assim, o grande viés capitalista que norteia as decisões da sociedade atual, que dá maior importância ao progresso de cunho econômico do que às outras esferas passíveis de crescimento (PEREIRA; LUNDGREN; TONIASO, 2014, p. 9).

Dupas analisa a contradição contida no progresso em sua obra intitulada “O mito do progresso, ou progresso como ideologia”, e segue pela mesma linha de pensamento:

O desenvolvimento da ciência e da técnica é a dinâmica central em torno da qual se organizam os discursos hegemônicos que mantêm a tentativa de associar a expansão do capitalismo ao progresso, entendido como assunção da felicidade por meio do livre mercado e do consumo (2012, p. 297).

Mostra-se essencial à sociedade moderna, principalmente, a evolução científica, tecnológica e financeira, ficando a ascensão das outras dimensões sociais – como o desenvolvimento humano e da qualidade de vida – em segundo plano.

Neste sentido, reflete Pereira *et. al.* que “a sociedade moderna, regida por ciências cognitivas seccionadas, atribui ao progresso científico e, consequentemente ao econômico, a finalidade do ser humano” (PEREIRA; PEREIRA, 2008, p. 239). Para o autor:

Percebe-se que a modernidade veio com o intuito emergente de progresso, lucro, poder, luxo, etc. Assim, a modernidade tem, como principal objetivo,

o progresso. À medida que a sociedade progride, mais se desenvolve a possibilidade e a capacidade de progredir. Essa característica moderna se apresenta como uma qualidade formidável, pois manterá a sociedade sempre em crescimento. Todavia, diante de uma construção subjetiva, voltada ao desenvolvimento do capital e da técnica, os progressos sociais deixam de ser priorizados (PEREIRA; PEREIRA, 2008, p. 236).

Assim, a finalidade do ser humano passa a ser a busca pelo progresso científico e econômico e o consumo vai assumindo papel central no estilo de vida do homem moderno.

Retondar (2007, p. 25) explica que o processo de modernização das sociedades fez ressignificar as ideias e conceitos de “mercado” e “cultura”, num processo de complementariedade e contradição, que tem como elo principal o consumo. Para o autor, a própria ideia de cidadania passa a ser associada à de consumidor, o ator do progresso do mercado, em que ser cidadão é ser consumidor. O melhor modo de participar da cultura atual é consumindo:

No interior desta lógica, o elo central de ligação entre o mercado e a cultura foi a esfera do consumo, a qual passou a concentrar boa parte desta tensão que envolve os processos de racionalização do mundo e processos de seu reencantamento na medida em que, a orientação racional do consumo, principalmente através do controle do dispêndio foi, no decorrer do desenvolvimento do capitalismo moderno, sendo cada vez mais “corrompida” pela crescente formação de um conjunto de necessidades virtuais que se aproximam do gozo e da fruição, individual e coletiva, por intermédio do consumo conspícuo disseminado principalmente entre os segmentos médios e de elite burgueses na Europa a partir da segunda metade do século XVIII e a primeira do século XIX (RETONDAR, 2007, p. 25).

Assim, a sociedade moderna transmuta-se em sociedade de consumo, “na qual a criação incessante e rápida de necessidades, a busca ininterrupta pela fruição hedonista e a efemeridade do gosto se tornaram suas marcas mais características” (RETONDAR, 2007, p. 43). O ponto central da cultura moderna é expandir o desejo humano, pois ele é o principal impulsor do ato de consumir. Não basta oferecer aos desejos humanos, mas é preciso criar novas formas de desejar.

O consumo passa a ser o combustível que alimenta o motor da sociedade moderna, a qual se movimenta pela fruição massiva dos bens e serviços disponíveis, os quais se tornam cada vez mais efêmeros, aliados a estratégias de marketing agressivas e sedutoras que induzem o cidadão ao consumo. O indivíduo moderno coloca o consumo no centro das suas atividades e organiza toda sua existência com base nas possibilidades que envolvem o ato de consumir, sua principal motivação.

Lipovestky (1989, p. 79), ao abordar o tema do consumo dispõe que:

É com o aparecimento do consumo de massa nos EUA, nos anos vinte, que o hedonismo, até então apanágio de uma pequena minoria de artistas ou de intelectuais, se tornará o comportamento geral na vida corrente; é aí que reside a grande revolução cultural das sociedades modernas.

É uma revolução cultural porque coloca a satisfação do prazer como um objetivo a ser alcançado por toda sociedade, assumindo os bens de consumo um papel de correspondente capaz de trazer bem-estar àquele que consome. Ao comparar a sociedade de consumo à “sociedade do desejo”, Lipovetsky ainda afirma:

Há algo mais na sociedade de consumo além da rápida elevação do nível de vida médio: a ambiência de estimulação dos desejos, a euforia publicitária, a imagem luxuriante das férias, a sexualização dos signos e dos corpos. Eis um tipo de sociedade que substituiu a coerção pela sedução, o dever pelo hedonismo, a poupança pelo dispêndio, a solenidade pelo humor, o recalque pela liberalização, as promessas do futuro pelo presente. A sociedade de consumo mostra-se como “sociedade do desejo”, achando-se toda a cotidianidade impregnada de imaginário de felicidade consumidora, de sonhos de praia, de ludismo erótico, de modas ostensivamente jovens (LIPOVESTKY, 2007, p. 35).

Assim, o consumo alimenta o imaginário do ser humano moderno, aquilo que ele deseja e sonha, impregnando o hedonismo na sociedade moderna e impulsionando a satisfação de seus anseios através do ato de consumir.

Segundo Canclini (2006, p. 47), “desenvolvem-se formas heterogêneas de pertencimento, cujas redes se entrelaçam com as do consumo.” O ser humano moderno precisa consumir para se sentir parte da sociedade. A ideia do “ser” desloca-se para o “ter”, tornando-se o consumo centro da sociedade, condição essencial para existência do homem moderno.

Para Retondar (2007, p. 65),

O século XIX, precisamente em sua segunda metade, será, deste modo, o momento fundamental de ruptura onde o consumo passa a ser deslocado “do estômago para a imaginação”; momento que reflete a dissipação dos próprios objetos em suas representações, constituindo um novo modo de relacionamento onde a dicotomia fundamental deixa de ser entre “o produtor e o produto de seu trabalho” para a consolidação de um mundo onde as mercadorias e suas representações se tornam as verdadeiras mediadoras das relações sociais. No interior deste contexto, seria mais preciso dizer que, mais do que uma expansão do consumo, será a expansão do *consumismo* enquanto uma nova ética de orientação de comportamento social que servirá de base de sustentação simbólica para a expansão do capitalismo e de uma sociedade de consumo efetivamente massificada, a qual irá se tornar, durante todo o século XX, o epicentro do desenvolvimento do mundo mercantil.

Como o consumismo se torna um elemento constituinte do desejo, ele implica diretamente na questão da felicidade ou infelicidade humana. O ser humano deseja ser feliz. Consumir se transforma em satisfação dos desejos no sentido de felicidade. Desta forma, o consumo torna-se a “mola mestra” da nova sociedade, movimentando o interesse dos indivíduos e do mercado e norteando o comportamento social (PEREIRA, CALGARO, PEREIRA, 2016).

Contudo, o consumo que tipifica a sociedade moderna contemporânea não se verifica como o simples ato de consumir, de desejar, mas sim por aquele

consumir desordenado, desmedido e exorbitante, definido na doutrina moderna como “hiperconsumo”, pois se sobrepõe a qualquer outro valor social e privilegia tudo aquilo que é exagerado, objeto de desejo, buscando principalmente a satisfação dos prazeres individuais. Pereira, Calgaro (2016, p. 235) conceituam o hiperconsumo:

O hiperconsumo é, como já se disse, o consumo exagerado, onde as pessoas consomem sem a real necessidade de sobrevivência, mas tão somente por exigências sociais. Muitas vezes se compra para ser aceito num grupo social, ou para mostrar aos demais que se tem poder econômico. Com essas atitudes desregradas, o ser humano tornou-se o maior perigo para a destruição do meio ambiente, na forma como ele se oferece à conservação da vida.

Verifica-se que o hiperconsumo extrapola a esfera das necessidades básicas do ser humano, atingindo um patamar excessivamente elevado, tornando-se forma de demonstração de poder numa sociedade que se norteia por valores econômicos. Lipovetsky (2004, p. 28), ao analisar a era do “hiper”, destaca:

Tudo se passa como se tivéssemos ido da era do pós para a era do hiper. Nasce uma nova sociedade moderna. Trata-se não mais de sair do mundo da tradição para aceder à racionalidade moderna, e sim de modernizar a própria modernidade, racionalizar a racionalização, ou seja, na realidade destruir os arcaísmos e as rotinas burocráticas, por fim a rigidez institucional e aos entraves protecionistas, relocar, privatizar, estimular a concorrência.

Esta forma de organização social pautada primordialmente pelo consumo descontrolado gera efeitos nocivos ao meio ambiente, com a destruição dos ecossistemas e ao ser humano, com o surgimento de doenças.

Não há como não se atribuir ao consumo desregrado grande parcela de responsabilidade na poluição do meio ambiente, diminuição da biodiversidade e aquecimento do planeta e, por outro lado, já se comprova uma série de doenças ocasionadas pela alimentação desregrada e muitas vezes contaminada por agrotóxicos.

Pereira *et. al.* (2016, p. 267) vão ainda mais além, ao entender que a sociedade já está adiante do hiperconsumo, trazendo o conceito de sociedade consumocentrista, onde o consumo passa a ser o elemento central da atividade humana:

Entende-se que se ultrapassou a denominada sociedade hiperconsumista, dando azo a uma sociedade consumocentrista. Nesse viés, o consumo passa a ser o elemento principal das atividades humanas, deslocando o ser para o ter e, posteriormente, para o aparentar. Dessa forma, o consumo se torna o centro da sociedade contemporânea, onde o consumidor vai buscar todas as possibilidades de sua nova razão de viver. Consumir é existir.

O consumo, na sociedade consumocentrista, movimenta todas as atividades do ser humano moderno. Adota-se um estilo de vida frenético, regulado pelo imediatismo e pela rápida fruição dos bens de consumo e seu instantâneo

descarte. Grande parcela da população consome exageradamente nos países ditos desenvolvidos e, também, nos em desenvolvimento: consome-se roupas, celulares, eletrodomésticos, alimentos, etc., com o um único critério “consumir” em uma verdadeira apologia ao desperdício. De se ressaltar que, por outro lado, existe a parcela da população do planeta que não tem o que consumir, passando necessidades materiais, fome e sede.

A este consumo exacerbado se pode atribuir muitas das causas da crise ambiental pela qual passa a sociedade moderna. Pois o estilo de vida contemporâneo, que tudo padroniza e tudo descarta, visando primordialmente o *status* e o lucro, não contabiliza os reflexos socioambientais que ocasiona. Desta forma, no próximo item analisa-se o tema do consumo conectado com a agricultura.

2. A AGRICULTURA E OS AGROTÓXICOS NA SOCIEDADE DE CONSUMO

O hiperconsumo na sociedade consumocentrista não se resume, como muitos imaginam, a consumo de bens de vestuário, joias, eletroeletrônicos, imóveis, automóveis, eletrodomésticos e lazer, mas também os alimentos, que já estão listados como causadores de várias doenças – algumas pelo consumo exagerado – diabetes, colesterol, etc., outras – pela intoxicação por produtos químicos usados na agricultura – câncer, anencefalia, etc.

Sabe-se que o modo de produção agrícola se alterou significativamente nos últimos anos, acarretando diversos impactos ambientais, sociais e econômicos. A agricultura moderna sofreu um notório crescimento em razão do constante processo de inovação a que vem sendo exposta, buscando maior produtividade, e parte desse “sucesso” se dá ao aparente progresso trazido pelas tecnologias que incrementam a produção agrícola.

Máquinas potentes, grãos geneticamente modificados e intensa utilização de agrotóxicos, que objetivam prevenir e reduzir os efeitos adversos de pragas nas lavouras são exemplos dos mecanismos utilizados pelos produtores para competir no mercado do agronegócio. A este fenômeno chama-se Revolução Verde, processo que, entre os anos 60 e 70, alterou significativamente o perfil da agricultura mundial, modernizando-a através de conhecimentos técnicos e científicos para aumento da produção. Sobre o tema, importante trazer as considerações de Bezerra (2003, p. 35):

Apresentou destacada relevância, na história da agricultura contemporânea, a época demarcada pelo final da década de 1960 e início de 1970. Ocorre que esse período retratou o tempo de maiores avanços no que concerne ao desempenho das atividades agrícolas sendo, todavia, que tal apreensão decorre da focalização no aumento da produtividade. O que se deu, em verdade, foi a substituição dos modelos de produção agrícola locais ou tradicionais por um padrão subordinado a um conjunto de inovações tecnológicas pautadas pelo incremento na mecanização nas lavouras, a adoção de variedades vegetais potencializadas e a utilização marcante de insumos de natureza química.

Num primeiro momento, parecia ser o objetivo da necessidade de aumento da produtividade o desejo de se exterminar a fome no mundo, que, segundo Rosa (1998, p. 19), tornava-se cada vez mais sério em várias partes do mundo, temendo o governo americano e grandes capitalistas que se tornasse elemento decisivo nas tensões sociais existentes em diversos países, o que poderia ampliar o número de nações sob regime comunista, principalmente na Ásia e América Central.

Desta forma, todo o cenário mundial convergia no sentido de se impulsionar a Revolução Verde: o pensamento modernista com forte viés capitalista; a evolução cada vez maior das tecnologias e maquinários; e o problema da fome. Foi assim que se efetivou, nas palavras de Bezerra (2003, p. 39), “a propagação mundial de um sistema de produção agrícola diferenciado” baseado, então, “na monocultura fundada na utilização intensiva de fertilizantes químicos subordinada às sementes potencializadas, além do emprego sistemático de agrotóxicos para controle de pragas.” Era a ciência e a tecnologia trabalhando a fim de impulsionar a produção alimentícia em todo o mundo, movimentando a economia e resolvendo o problema da fome.

Contudo, na prática, nem só benefícios a modernização trazida pela Revolução Verde desencadeou na agricultura. Profundos impactos foram gerados ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana, já que o homem sofre diretamente esses impactos, pois, além de ser parte da natureza, se alimenta de seus produtos, respira o ar, bebe a água, sendo que todos estes elementos também sofreram modificações com o processo de modernização da agricultura.

Além disso, há que se considerar também o aspecto social da questão, já que o modo de produção moderno é extremamente desigual e privilegia aqueles de maior poder econômico em detrimento dos pequenos produtores familiares. A implementação desenfreada de tecnologias com a promessa de aumentar a produtividade nas lavouras acabou por não considerar os seus impactos, tanto ao meio ambiente quanto à sociedade.

O objetivo de aumento da produção de alimentos trouxe drásticas mudanças ao sistema agrícola até então vigente, inserindo novas tecnologias com vistas a produzir safras extensivas (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2018). Contudo, trouxe consigo o uso excessivo e sem critério de substâncias químicas:

A adoção de agroquímicos no combate às pragas estava em consonância com um projeto científico, que objetivava desenvolver drogas mais eficazes. Contudo, em um primeiro momento, não se conseguia mensurar os efeitos colaterais dos produtos empregados na lavoura. Há por detrás do projeto científico o combate aos inimigos da lavoura, como se vê no sistema repressivo a busca por se eliminar ou por se prender os inimigos da sociedade. A visão maniqueísta que move o mundo, especialmente ocidental, tem trazido sérias consequências para a saúde e para a vida em sociedade. A ciência não pode ter compromisso apenas com o poder econômico, deve voltar-se para a preservação da vida. [...] A ciência deve ter, sobretudo, compromisso com a vida. Contudo, infelizmente, na sociedade política, a ciência está a serviço do capital (FAGUNDEZ, 2012, p. 87).

As substâncias químicas utilizadas no combate aos inimigos das lavouras também trouxeram efeitos colaterais para a saúde da sociedade e do meio ambiente, efeitos esses que precisam ser contrabalanceados aos efeitos econômicos, numa visão que não seja puramente lucrativa. Do ponto de vista técnico da utilização intensa de agrotóxicos na produção agrícola moderna, Bezerra (2003, p. 40) explica que, apesar do incremento considerável na produtividade vegetal, fruto da implementação das inovações do setor industrial agrícola, bem como das pesquisas realizadas nas áreas química e genética, foi constatada, sem demora, a deflagração de um relevante aumento no número de pragas e doenças atentatórias às mais diversas lavouras. Vislumbrou-se, assim, um círculo vicioso na produção agrícola moderna, já que a utilização maciça de pesticidas desencadeava uma proliferação de novas pragas causadas pela resistência adquirida pelos seres agressores e também pelo desequilíbrio nas cadeias naturais, tendo em vista a necessidade de se implementar de forma cada vez mais agressiva novos e mais potentes agrotóxicos, que vinham a resultar no agravamento ainda maior dos desequilíbrios ecológicos anteriores, que favoreciam o surgimento de novas pragas.

Segundo Ramos (2009, p. 216), a Revolução Verde é um paradigma do desenvolvimento, pois criou doenças de solo, desertificação e quebra dos ciclos de fertilidade da terra em prol de uma agricultura que produzia apenas visando o mercado.

A Revolução Verde destruiu sistemas agrícolas diversos adaptados a diferentes ecossistemas do planeta, globalizando a cultura e a economia de uma agricultura industrial. Eliminou milhares de culturas e variedades de culturas, substituindo-as por monoculturas de arroz, trigo e milho através do terceiro mundo, foi fomento ao desenvolvimento rural assistido pelo capital estrangeiro e planejado por especialistas estrangeiros. A Revolução Verde obteve um incremento de 30 a 40% na produção de alimentos na Ásia e América Latina. Tudo em nome de uma solução para a fome, ou seja, com o argumento de impedir que as pessoas não morram de fome, entretanto, acabem morrendo envenenadas (RAMOS, 2009, p. 216).

O uso abusivo de agrotóxicos, na produção alimentícia mundial está fortemente ligado à obsessão da sociedade moderna de consumo pelo crescimento econômico e pelo lucro fácil, passando pelo mascaramento do risco existente nesse pseudoprogresso, embalado pela cultura dos produtos sintéticos, pela compensação da falta de nutrientes por meio de sabores artificiais e pela conquista da satisfação do consumidor através de intensa publicidade (FAGUNDEZ, 2012, p. 76), além, é claro, da enganosidade levada ao consumidor pela beleza dos alimentos cheios de agrotóxicos, altamente prejudiciais à saúde humana, como se verá, mais claramente, no próximo item.

2.1. O USO INDISCRIMINADO DE AGROTÓXICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Faz-se necessário analisar, neste momento do trabalho, os efeitos da Revolução Verde embalada sobre a difusão do uso de pesticidas. É importante men-

cionar que houve muito estímulo por parte dos governos nas ações para fortalecimento da indústria química vinculada às produções agrícolas. Desta forma, materializou-se a proposta de se alcançar um elevado padrão de produtividade agrícola através da fabricação e consumo de agrotóxicos, objetivando a mudança do perfil da agricultura.

O tema dos agrotóxicos não se restringe ao consumismo exacerbado, característica da sociedade moderna, ou ao nobre desejo de saciar a fome no mundo, trazido pela Revolução Verde, conforme já aventado. Percebe-se que o lucro obtido pelas grandes multinacionais da indústria química é fator de peso para o crescente uso das substâncias, pois é um mercado que envolve enormes interesses econômicos e segue em ascensão no Brasil. Sabe-se que a indústria já vende ao produtor um “combo” da semente + o herbicida, incentivando-o a utilizar o veneno de sua marca e tornando-se dependente durante toda a escala produtiva (LUTZENBERGER, 1998).

Os agrotóxicos, apesar de serem capazes de combater algumas pragas, fizeram com que outras se fortalecessem e novas doenças surgissem, trazendo mais problemas de saúde pública e ambiental. Através do processo, conhecido como “modernização conservadora”, novas técnicas, como a utilização de insumos químicos, contribuíram para aumentar os níveis de produtividade, mas, por outro lado, também contribuíram para trazer problemas de saúde ao trabalhador do campo, causar significativas perdas ambientais e destruição de recursos naturais produtivos (FERRARI, 1985, p. 11).

Ao analisar com cuidado o processo de modernização da agricultura, percebe-se que o aparente progresso conquistado com a utilização de tecnologias para o aumento da produção através da utilização de tais substâncias se contrapõe aos riscos por elas gerados à saúde dos seres humanos e todos os demais seres vivos do planeta. A evolução científica utilizada pelo ser humano no caminho da evolução ameaça a manutenção e qualidade de vida no planeta. Há uma preocupação tão grande em se aumentar a produção, sob a cegueira do consumo, que o modo de produção moderno tornou-se uma espécie de veneno para a vida na Terra.

Lutzenberger (2001, p. 63) analisa a questão da insustentabilidade da agricultura moderna e considera que o homem se desconectou da lógica dos sistemas vivos naturais quando permitiu que a tecnologia invadissem e impedisse o desenvolvimento da atividade biológica natural. Segundo o autor, nossos ecossistemas de agricultura, ao impor atividades químicas e mecânicas ao solo, degradam o meio ambiente e empobrecem a diversidade, precisando compensar essa degradação com fertilizantes comerciais. Contudo, tais substâncias comerciais também são provenientes do meio ambiente e estarão brevemente esgotadas, pois todos esses insumos, como agrotóxicos e cada vez mais pesada maquinaria, são grandes consumidores de energia e recursos naturais (LUTZENBERGER, 1998).

Nessa seara, verifica-se que o uso intenso e muitas vezes indiscriminado de agroquímicos vem provocando incontáveis danos ambientais, alguns de caráter permanente, além de expor os trabalhadores rurais a intoxicações agudas ou crônicas, sendo muitos deles penalizados com o óbito, com o desenvolvimento de enfermidades degenerativas, especialmente alguns tipos de câncer e enfermidades do

sistema nervoso. Também existe o perigo de resíduos químicos que permanecem nos alimentos, expondo a saúde dos consumidores, sendo tema recorrente quando o assunto é saúde pública (CASTILLO, GRAFF, 2015, p. 231).

Ao se falar em saúde pública, é importante se pensar não somente nos consumidores de produtos com resíduos químicos, mas também em todas as pessoas despreparadas que manuseiam as substâncias sem qualquer orientação, colocando também sua saúde em risco já que “agricultores e empregados de indústrias fabricantes de agrotóxicos são os grupos de maior vulnerabilidade aos danos decorrentes da exposição aos pesticidas” (FERREIRA; FERREIRA; CEGLIO, 2012. p. 154).

No mundo dos agrotóxicos verificam-se vários produtos que trazem riscos à saúde humana e ao meio ambiente, como os organofosforados e os piretróides. Segundo pesquisa realizada pelo National Cancer Institute, do National Institute of Environmental Health Science, dos EUA, sob o título “The Agricultural Health Study”, as substâncias organofosforado, organoclorado, carbamato e piretróide trazem riscos à saúde humana no desenvolvimento de cânceres (ARAGÃO, 2012):

Tabela 01 – Tipos de câncer relacionados aos agrotóxicos organofosforado, organoclorado, carbato e piretróide.

Tipo de câncer	Família química	Risco Relativo*
Todos os cânceres	Organofosforado	1,58
Pulmão	Organofosforado	5,30
Cólon	Carbato	4,10
Reto	Organofosforado	3,25
Reto	Organoclorado	4,30
Leucemia	Organoclorado	2,60
Leucemia	Organofosforado	3,36
Linfoma	Organoclorado	2,60
Mieloma Múltiplo	Piretroide	5,72
Próstata	Organofosforado	1,83
Cérebro	Organofosforado	4,03

**Risco Relativo é uma medida que expressa quantas vezes o risco de desenvolver uma doença é maior entre indivíduos expostos em relação aos que não foram expostos, sendo neste caso a exposição aos agrotóxicos.*

Fonte: ARAGÃO, Alexandra *et al.* (Org.). **Agrotóxicos: a nossa saúde e o meio ambiente** em questão: aspectos técnicos, jurídicos e éticos. Florianópolis: FUNJAB, 2012.

Se não bastassem os problemas à saúde humana e ao meio ambiente produzidos pelos agrotóxicos usados no mundo, no Brasil, como demonstra a tabela a seguir, muitos agrotóxicos proibidos em outros países são utilizados na agricultura.

Tabela 02 - Agrotóxicos proibidos em outros países e utilizados no Brasil

Substância	Onde é proibida	Algumas culturas onde é utilizada	Problemas relacionados
Acefato	União Europeia (UE)	Amendoim, batata, brócolis, couve, feijão, melão, repolho, soja.	É cancerígeno e provoca danos aos sistemas nervoso e reprodutivo. No processo de reavaliação, a ANVISA alterou os limites e as recomendações de uso dessa substância.
Carbofurano	EUA e UE	Amendoim, arroz, banana, batata, café, cenoura, feijão, milho, repolho, tomate, trigo.	Pode desregular o sistema endócrino. Considerado um dos venenos mais eficazes que existe.
Fosmete	UE	Frutas cítricas, maçã, pêssego.	É nocivo ao sistema nervoso e pode provocar fraqueza e insuficiência respiratória. No processo de reavaliação, a ANVISA alterou os limites e as recomendações de uso dessa substância.
Lactofem	EUA, UE	Soja.	É cancerígeno e extremamente tóxico.
Paraquate	UE	Arroz, batata, beterraba, cacau, café, couve, feijão, milho, soja, trigo e várias frutas.	Causa doença de Parkinson, segundo a ANVISA. A exposição pode levar ao aparecimento de fibrose pulmonar irreversível.
Parationa metílica	UE, Japão, China, EUA (uso restrito)	Alho, arroz, batata, cebola, feijão, milho, soja, trigo.	É cancerígeno e pode causar mutações genéticas e danos aos sistemas nervoso e endócrino.
Tiram	EUA	Amendoim, arroz, batata, ervilha, feijão, milho, soja, trigo.	Provoca mutações genéticas e danos ao sistema endócrino.

Fonte: ANVISA

Tabela 03 – Tipos de câncer relacionados aos agrotóxicos organofosforado, organoclorado, carbato e piretróide

Tipo de câncer	Família química	Risco Relativo
Todos os cânceres	Organofosforado	1,58
Pulmão	Organofosforado	5,30
Cólon	Carbato	4,10
Reto	Organofosforado	3,25
Reto	Organoclorado	4,30
Leucemia	Organoclorado	2,60
Leucemia	Organofosforado	3,36
Linfoma	Organoclorado	2,60
Mieloma Múltiplo	Piretroide	5,72
Próstata	Organofosforado	1,83
Cérebro	Organofosforado	4,03

**Risco Relativo é uma medida que expressa quantas vezes o risco de desenvolver uma doença é maior entre indivíduos expostos em relação aos que não foram expostos, sendo neste caso a exposição aos agrotóxicos.*

Fonte: ARAGÃO, Alexandra *et al.* (Org.). **Agrotóxicos: a nossa saúde e o meio ambiente em questão**: aspectos técnicos, jurídicos e éticos. Florianópolis: FUNJAB, 2012.

Não é preciso muito para concluir que tal forma de produção é insustentável: traz consequências graves à saúde humana, polui o meio ambiente natural, degradando os ecossistemas, poluindo as águas, o ar e as terras. Todos esses aspectos fazem com que a forma escolhida para obtenção de lucro e progresso científico mostre-se insustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desta pesquisa, foi possível observar que a concepção de progresso na modernidade é marcada pela busca incessante de desenvolvimento científico e tecnológico, estando estes, por sua vez, eminentemente em função do desenvolvimento econômico, ficando o consumo exacerbado fixado como elemento central das relações sociais, como importante característica da sociedade contemporânea.

Desta forma, a preocupação com as consequências do estilo evolutivo adotado pela modernidade em relação ao meio ambiente e à saúde humana fica em segundo plano, como se demonstrou ao longo do presente trabalho. A exploração da natureza para fins econômicos é o padrão. Contudo, diversos riscos socioambientais são provenientes desse *modus vivendi*, sendo necessário discutir o assunto em todas as esferas da sociedade, principalmente as locais, buscando levar informação aos envolvidos.

Especificamente, no que se refere aos agrotóxicos, ficaram claramente demonstradas as consequências nefastas que estes produtos inferem à saúde humana e ao meio ambiente. Demonstrou-se, inclusive, os tipos de doenças trazidas ao ser humano pelo consumo e manipulação desses pesticidas.

São riscos – e porque não dizer perigos – inaceitáveis à pós-modernidade, que já se anuncia próxima, ou presente. O discurso de acabar com a fome no mundo através dos agrotóxicos é um discurso falacioso que apenas esconde os reais interesses – lucro – sobre uma sociedade consumocentrista, voltada, exclusivamente, para o consumo de bens sem a preocupação de como esses bens são produzidos – quais os impactos ambientais e sociais causados – e se eles guardam em si a consistência da qualidade de vida para serem consumidos.

Conclui-se, portanto, que as formas de produção alimentícia precisam seguir um caminho sustentável, utilizando o progresso em prol do bem-estar – qualidade de vida – de toda a sociedade e não somente no benefício financeiro de uma pequena parcela humana, que detém o poder econômico, a qual não está preocupada com os riscos advindos de um modelo de desenvolvimento que agride o meio ambiente e o próprio ser humano. Verificados todos esses aspectos nefastos, é imprescindível uma nova racionalidade agrícola, onde os defensivos agrícolas utilizados sejam somente aqueles ecologicamente sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, Alexandra *et al.* (org.). **Agrotóxicos**: a nossa saúde e o meio ambiente em questão: aspectos técnicos, jurídicos e éticos. Florianópolis: FUNJAB, 2012.
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade e ambivalência**. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1999.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Ed. 34, 2010.
- BEZERRA, Paulo Ricardo de Souza. **Poluição por agrotóxicos e tutela ambiental do Estado**: considerações sobre as competências do município. Belém: Paka-Tatu, 2003.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Agrotóxicos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Quantidade de Agrotóxico Comercializado por Classe de Periculosidade Ambiental**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/11294-quantidade-de-agrotoxico>. Acesso em: 30 dez. 2018.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Agrotóxicos**: ANVISA é contrária ao PL 6.299/02. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-ao-pl-6299-02-/219201/pop_up?_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_viewMode=print&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_languageId=pt_BR. Acesso em 30 jan. 2019.

- CANCLINI, Néstor García. **Consumidores e cidadãos:** conflitos multiculturais da globalização. 6. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.
- CASTILLO, Armando Meraz. GRAFF, Laíse. La presión del consumo sobre el medio ambiente: alimentos, producción agrícola y seguridad alimentaria. In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; HORN, Luiz Fernando Del Rio. **Relações de consumo:** políticas públicas. Caxias do Sul: Plenum, 2015.
- DUPAS, Gilberto. **O mito do progresso:** ou progresso como ideologia. 2. ed. São Paulo: UNESP, 2012.
- FAGUNDEZ, Paulo Roney Ávila, *et al.* Considerações éticas acerca da gestão dos agrotóxicos no Brasil. In: ARAGÃO, Alexandra *et al.* (org.). **Agrotóxicos:** a nossa saúde e o meio ambiente em questão: aspectos técnicos, jurídicos e éticos. Florianópolis: FUNJAB, 2012.
- FERRARI, Antenor. **Agrotóxicos:** a praga da dominação. 2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1986.
- LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patrick de Araújo. **Direito ambiental na sociedade de risco.** 2. ed. Rio de Janeiro: 2004.
- LIPOVESTKY, Gilles. **A felicidade paradoxal:** ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo. São Paulo, Companhia das Letras, 2007.
- LIPOVETSKY, Gilles. **A era do vazio.** Lisboa: Relógio D'Água, 1989.
- LIPOVETSKY, Gilles. **Os tempos hipermodernos.** São Paulo: Bazar da Liberdade, 2004.
- LUTZENBERGER, José Antônio. **Absurdo da agricultura moderna:** dos fertilizantes químicos e agrotóxicos à biotecnologia. 1998. Disponível em: <http://www.fgaia.org.br/texts/biotec.html>. Acesso em: 30 jun. 2018.
- LUTZENBERGER, José Antônio. **Manual de ecologia:** do jardim ao poder: volume 1. Porto Alegre: L&PM, 2001.
- PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. O impacto ambiental do hiperconsumo na sociedade moderna: as políticas públicas de sustentabilidade local. **Revista Jurídica**, Curitiba, v. 3, n. 44, 2016.
- PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. Os riscos ambientais advindos dos resíduos sólidos e o hiperconsumo: a minimização dos impactos ambientais através das políticas públicas. In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. **Resíduos sólidos:** consumo, sustentabilidade e riscos ambientais. Caxias do Sul, RS: Plenum, 2014.
- PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; GIRON, Jerônimo. Direito ambiental, sustentabilidade e pós-modernidade: os paradigmas da reconstrução. In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. **O direito ambiental e biodireito:** da modernidade à pós-modernidade. Caxias do Sul: Educs, 2008.
- PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe. Consumocentrismo e os seus reflexos socioambientais na sociedade contemporânea. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias

do Sul, RS, v. 6, n. 2, p. 267, 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4682/2605>. Acesso em: 20 jul. 2017.

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe. A sociedade moderna hiperconsumista e os riscos ambientais: as políticas públicas locais como forma de solução democrática. *In: RECH, Adir Ubaldó; MARIN, Jeferson; AUGUSTIN, Sérgio (org.). **Direito ambiental e sociedade**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2015.*

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe. Consumocentrismo e os seus reflexos socioambientais na sociedade contemporânea. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**. Caxias do Sul, RS, v. 6, n. 2, p. 264-279, 2016. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4682/2605>. Acesso em: 20 jul. 2018.

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe. A sociedade moderna hiperconsumista e os riscos ambientais: as políticas públicas locais como forma de solução democrática. *In: RECH, Adir Ubaldó; MARIN, Jeferson; AUGUSTIN, Sérgio (org.). **Direito ambiental e sociedade**. Caxias do Sul: Educs, 2015.*

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; LUNDGREN, Ana Paula; TONIASSO, Rachel Cassini. O hiperconsumismo e os riscos ambientais provocados por resíduos sólidos: uma análise da política nacional dos resíduos sólidos, tendo Caxias do Sul como referência. *In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; HORN, Luiz Fernando Del Rio. Hiperconsumo, riscos ambientais provocados pelos resíduos sólidos e políticas públicas nos municípios de Caxias do Sul e Passo Fundo. Caxias do Sul: Plenum, 2014.*

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; PEREIRA, Henrique Mioranza Koppe. A modernidade e a questão da vida. *In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide. **O direito ambiental e biodireito: da modernidade à pós-modernidade**. Caxias do Sul: Educs, 2008.*

PEREIRA, Agostinho; CALGARO, Cleide. A modernidade e o hiperconsumismo: políticas públicas para um consumo ambientalmente sustentável. *In: PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; HORN, Luiz Fernando Del Rio. **Relações de consumo: políticas públicas**. Caxias do Sul: Plenum, 2015.*

RETONDAR, Anderson Moebus. **Sociedade de consumo, modernidade e globalização**. São Paulo: Annablume; Campina Grande: EDUEFCG, 2007.

ROSA, Antônio Vitor. **Agricultura e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998.

AGROTÓXICOS E O PRINCÍPIO DA INFORMAÇÃO: AVANÇOS E RETROCESSOS NA RELAÇÃO DE CONSUMO

Jéssica Lopes Ferreira Bertotti¹
Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza²

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-9>

INTRODUÇÃO

Com base no cenário que se chama contemporâneo, no Brasil, vê-se que a agricultura é um importante setor econômico; entretanto, muitas são as discussões que estão surgindo sobre o tema. Portanto, com um viés jurídico faz-se indispensável observar as normas que versam sobre a proteção ao consumidor frente ao uso de agrotóxicos nos produtos alimentares.

Compreende-se que a atual sociedade encontra-se inserida na sociedade dita de “massa”, em que esta é formada pela Indústria de Massa, marcada pela somatória de empresas e instituições que têm como principal fim o lucro e em meio a este universo nota-se que há inclusive modismos alimentares, nos quais as pessoas passam a consumir com fundamento em “dietas da moda”.

Entretanto, não se sabe ao certo o que realmente se consome. A Cultura de Massa, segundo BOSI (2008, p. 95), diferentemente do folclore (cultura popular), “não tem raízes na vivência cotidiana do homem da rua, ela produz moda”.

É importante mencionar-se que, nesse cenário, o papel da sustentabilidade traduz-se como um meio de equalizar esta relação entre consumidor de produ-

1 Advogada (OAB/SC 48252), Doutoranda em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí. Mestra em Ciência Jurídica pela UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí. Especialista em Jurisdição Federal pela ESMAFESC – Escola Superior da Magistratura Federal de Santa Catarina. Especialista em Direito Ambiental e Urbanístico pelo CESUSC. Atua como Procuradora do Município de Governador Celso Ramos. É membro da Comissão de Direito Ambiental da OAB/SC. E-mail: jessicalfbertotti@gmail.com.

2 Doutora e Mestra em “Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad” pela Universidade de Alicante - Espanha. Mestra em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí - Brasil, Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí - Brasil. Professora Permanente no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Jurídica, nos cursos de Doutorado e Mestrado e, na Graduação no Curso de Direito da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Coordenadora do Grupo de Pesquisa “Direito Ambiental, Transnacionalidade e Sustentabilidade” cadastrado no CNPq/EDATS/UNIVALI. Membro vitalício à Cadeira n. 11 da Academia Catarinense de Letras Jurídicas (ACALEJ). Membro Efetivo do Instituto dos Advogados Brasileiros (IAB). Membro da Comissão de Direito Ambiental do IAB (2016/2018). Advogada e Consultora Jurídica. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8118-1071>. E-mail: mclaudia@univali.br.

tos de agrotóxicos, sendo o agricultor exposto a alto contato e risco por manuseio em longo prazo do produto e grandes corporações produtoras de agrotóxicos que, visando menos dispêndio de dinheiro e risco, propagam o uso inadequado e exacerbado de agrotóxicos tão prejudiciais ao meio ambiente como um todo. Tal prática fere, muitas vezes, até mesmo os Direitos do Consumidor que por vezes paga para consumir algo que não lhe é informado sobre possíveis danos de saúde em médio e longo prazo, como se verá, tendo negligenciado inclusive o Direito à informação.

O assunto é latente em nossa sociedade atual: afinal, em janeiro de 2019, o Ministério da Agricultura aprovou o registro de agrotóxicos de alta toxicidade e dentre os produtos estão químicos que já foram banidos na União Europeia e nos EUA. O que nos leva à reflexão: Qual rumo tomará a temática agrotóxicos em nosso País?

Partiu-se, desse modo, do tema: Uso de agrotóxicos em contraponto com o Direito do Consumidor. Tem-se, a partir disso, o problema de pesquisa: O uso de agrotóxicos na agricultura brasileira contemporânea é realizado de modo adequado e em consonância com os Direitos do Consumidor e Sustentabilidade? Além disso, como objetivo geral: analisar a relação entre o excesso de uso de agrotóxicos e de que modo isso influi nas relações de consumo e Direito do Consumidor. Quanto ao referencial metodológico registra-se que, na fase de investigação foi utilizado o Método Indutivo, na fase de tratamento de dados o Método Cartesiano, e o Relatório dos Resultados expresso na presente pesquisa é composto na base lógica indutiva.

1. PRINCÍPIO DA INFORMAÇÃO

O direito de informação como direito reconhecido internacionalmente é anterior à própria Constituição Federal brasileira e, assim como se entende que vai a problemática da omissão vai muito além de apenas rotular agrotóxicos, é preciso fazer saber ao consumidor agricultor que o alimento está sendo contaminado por agrotóxicos e de que modo esse uso contínuo pode interferir na sua saúde e na saúde de seu produto alimentar.

Ademais, diferentes documentos legislativos de direitos humanos ou universais que ergueram o direito à informação ao nível de direito universal, tendo este recebido reconhecimento internacional como direito fundamental.

Nesse contexto, cita-se que, anteriormente à Constituição, a Organização dos Estados Americanos (OEA), desde a sua fundação, em 1948, protege as liberdades de pesquisa, opinião e expressão, mas somente reconheceu formalmente o direito de acesso à informação quando, em 1969, na sua Série sobre Tratados nº 36, adotou a Convenção Americana sobre Direitos Humanos, também conhecida como Pacto de San José da Costa Rica (DECLARAÇÃO DE CHAPULTEPEC, 1994).

Um tratado com força de lei que prevê a liberdade de expressão em seu artigo 13. No ano 1994, reuniu-se um conjunto de princípios que debate a garantia

da liberdade de expressão positivada no artigo 13 da Convenção Americana sobre Direitos Humanos, tendo essa carta de princípios sido denominada Declaração de Chapultepec (DECLARAÇÃO DE CHAPULTEPEC, 1994). Tal Declaração vem ganhando prestígio em muitos países no continente americano, sendo referência na proteção da liberdade de expressão, pois inseriu, expressamente, o direito de acesso à informação detida pelos órgãos públicos, adotando o direito à informação como direito fundamental:

I – Não há pessoas nem sociedades livres sem liberdade de expressão e de imprensa. O exercício dessa não é uma concessão das autoridades, é um direito inalienável do povo.

II – Toda pessoa tem o direito de buscar e receber informação, expressar opiniões e divulgá-las livremente. Ninguém pode restringir ou negar esses direitos.

III – As autoridades devem estar legalmente obrigadas a pôr à disposição dos cidadãos, de forma oportuna e equitativa a informação gerada pelo setor público. Nenhum jornalista poderá ser compelido a revelar suas fontes de informação.

Como usar do direito nacional para fazer frente a projetos de corporações transnacionais que controlam o mercado mundial de agrotóxicos?

Relacionado a esses direitos do consumidor e com relação às informações prestadas por fornecedores de produtos com componentes agroquímicos, observa-se que, quanto a esses alimentos, não há estudos claros que apontem que possa ser negada a existência de um risco potencial na produção e consumo desses alimentos em médio e longo prazo de modo gradativo. Desse modo, deve ser assegurado a todos o direito às informações sobre tais produtos, até mesmo para que se possibilite que consumidor faça uma análise do produto e para que este exerça dignamente o seu direito de escolha. Por conta disso, aponta-se o direito à informação como sendo um direito da personalidade (SILVA, 2006. p. 7).

Pode-se concluir, portanto, que o direito internacional reconhece a garantia de acesso à informação em posse de órgãos públicos como um direito fundamental. Além disso, essa garantia internacional do direito à informação estabelece uma presunção geral em favor da divulgação de informações mantidas por órgãos públicos, no sentido de que não apenas os Estados devam garantir o direito à informação, mas também que sistemas eficientes devam ser criados para concretizá-lo, assim como a sociedade civil e empresarial deve perseguir essa concretização.

Desse modo, o princípio que forma base para os demais direitos de personalidade é o princípio da dignidade da pessoa humana, inclusive o direito à informação deriva deste; deve então se fazer presente, principalmente nas relações que envolvem consumo (SILVA, 2006. p. 7).

Infirma-se que a dignidade humana se mostra como um valor máximo, e que pode ser visto por diversas formas e perspectivas (SARLET, 2007, p. 361-388).

Em âmbito filosófico, tem-se que é constituída pelo respeito a todas as condições necessárias para a boa existência, desenvolvimento de suas capacidades físicas e intelectuais e convívio pacífico do homem em sociedade, sendo, portanto, um atributo da pessoa humana essencial à sua existência (SILVA, 1998, p. 90).

Se vislumbrada sob a égide jurídico-normativo, a dignidade da pessoa humana mostra-se como princípio jurídico-constitucional, norteador e informador de toda a ordem jurídica nacionalmente constituída (SILVA, 2015, p. 95), onde se contém e se aglutinam os Direitos e Garantias Fundamentais (HARO, 2007. p. 13).

Pela carga valorativa que possui, a dignidade da pessoa humana pode (e deve) ser concebida sob a forma de princípio. Barroso (2001, p. 21) afirma, em suma, que os princípios constitucionalmente dispostos na era pós-positivista constituem-se como a síntese dos valores que refletem as ideologias da sociedade, seus fins e postulados.

Segundo Lôbo (2006. p. 108), os efeitos do direito à informação não estão contidos apenas no âmbito da legislação infraconstitucional, pois as constituições mais recentes conferiram a este o *status* de direito fundamental, sendo esse imprescindível para que o consumidor possa exercer de maneira digna seu direito de escolha. Além disso, como princípios gerais das relações de consumo que estão previstas no artigo 1º ao 7º do “Código de Defesa do Consumidor, do qual se extraem três princípios fundamentais: *a) princípio da transparência e o direito à informação; b) princípio da irrenunciabilidade de direitos e autonomia da vontade; c) princípio do equilíbrio contratual e vulnerabilidade do consumidor.*”

Verifica-se que há três vertentes importantes para que se analise o direito à informação, que são: o direito de informar, o direito de se informar e o direito de ser informado pelo fornecedor desses produtos sobre qual sua composição e procedência.

Relaciona-se a isso uma importante reflexão apresentada pelos pesquisadores Staffen e Oliviero (2015, p. 71-91), em que estes miram para o fato de que a progressiva globalização tem aumentado fortemente a importância qualitativa e quantitativa das influências externas, modificando a forma como o poder é exercido, merecendo, assim, uma mensuração da impotência do Estado com a alvorada de novas instituições transnacionais. Lapsos em que o Estado deixa a centralidade que ocupou com a modernidade e, com ele, o Direito moderno.

Staffen e Oliviero (2015, p. 71-91) elegem como relevantes e indispensáveis a participação e colaboração vertical e/ou horizontal dos indivíduos, inclusive dos Estados, nas novas políticas globais, sendo que, em ambos os casos, não deve ser determinante a nacionalidade dos sujeitos. Afinal, o direito à informação e à transparência devem ser contemplados nas searas do Direito Global, propiciando-se alternativas para os indivíduos (isto é, o homem), segundo pessoas jurídicas, organizações não governamentais e demais não legitimados pelo Direito Internacional confrontarem os episódios derivados dos fluxos de globalização, bem como transitarem além das fronteiras clássicas e territorializadas dos Estados. Isso tudo se observa na temática agrotóxicos e, em igual sorte, são condições de efetividade das normas globais/transnacionais, notadamente para a defesa dos objetivos consignados, sob pena de ampla deturpação dos valores centrais ou esvaziamento dos processos decisórios, citado pelos autores.

Além disso, o Direito à informação já é positivado há certo tempo: foi este proclamado pela Resolução de n. 39, da 248ª Assembleia das Nações Unidas em 16 de abril de 1985, e atualmente no Código de Defesa do Consumidor brasilei-

ro tem-se o art. 6º, inciso III, que “*são direitos básicos do consumidor: [...] III – a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como os riscos que apresentem. [...]*”.(CDC, 1990)”.

Em contrapartida, o fornecedor, na oferta e apresentação de seus produtos e serviços, tem o dever de assegurar que sejam disponibilizadas informações claras sobre o produto, de acordo com o art. 31 *caput*, do mesmo código supramencionado:

a oferta e apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores (CDC, 1990).

Alude-se, nesse ínterim, o seguinte questionamento: Como usar do direito nacional para fazer frente a projetos de corporações transnacionais que controlam o mercado mundial de agrotóxicos?

Apesar de não ser esse o foco pelo qual aqui se debruça, se faz importante uma análise de que a conscientização deve ser geral, transfronteiriça, de que de fato a natureza como um todo vem sofrendo com as escolhas de grandes corporações, e o que se encontra hoje é que, nacionalmente, quanto à prestação de informações adequadas pelos fornecedores, elas existem, mas que a Responsabilidade Civil do Estado também se faz presente. No caso de não respeito ao princípio da informação, o Estado possui a discricionariedade administrativa; portanto, nesse sentido, deve este fiscalizar e, caso não haja essa fiscalização, o produto rotulado de maneira incompleta, não rotulado ou de maneira não informatizada através da não informação poderá causar danos aos seus consumidores e o prejuízo decorrente disso deve ser arcado pela parte que causou o dano (MONTEVERDE; CARVALHOSA, 2014. p. 7).

Além disso, o mercado internacional tem se tornado cada vez mais exigente, em um cenário em que Estados não mais interferem em outros, mas também, e com maior peso, grupos de corporações privadas (empresas transnacionais) e associações civis pedem tomadas de atitudes para o maior controle do uso de agrotóxicos, assim como ocorre na seara do desmatamento desenfreado.

Ademais, com isso abre-se espaço para os novos atores na esfera do Direito Internacional, que contribuem para essa efetivação; ocorre uma mudança de paradigma no conceito de soberania e de direito, o qual se destina a reger a sociedade internacional de modo global, abandonando a ideia de exclusividade do Estado nacional.

Em meio a esses novos atores que assumiram lugar de destaque no cenário atual, encontram-se as empresas transnacionais que alcançaram, nos últimos tempos, poderio econômico muitas vezes superior ao de países em desenvolvimento. Sendo essa empresa transnacional, aquela que atua para além de fronteiras atuando por meio do estabelecimento, inclusive com pressões financeiras e tensões po-

líticas, conquistando áreas e temas que lhes são interessantes, sejam ambientais tributários, normativos, etc. (UNCTAD, 2016).

Acrescenta-se, nesse mesmo viés, que conforme aludem Monteverde e Carvalhosa (2014, p. 8):

[...] Ao editar a Medida Provisória 113/2003, o governo exigiu que todos os produtos obtidos a partir da soja modificada fossem identificados, desde que detectada uma presença de componentes transgênicos superiores a 1% do volume total do alimento vendido, seja para consumo humano ou animal.

Três dias após a publicação da Medida Provisória 113/2003, o Ministério da Agricultura admitiu que o governo ainda não tinha meios para fiscalizar a rotulagem. Esta só viria a ser regulamentada em março de 2004 pelo Ministério da Justiça, que publicou portaria de n. 2658/2003 criando o célebre símbolo triangular com a letra “T” em seu interior. As primeiras fiscalizações, efetuadas pela Secretaria Nacional do Consumidor, ligada ao Ministério da Justiça, só vieram a ocorrer de fato em outubro de 2004, por meio de testes realizados em amostras de 294 produtos recolhidos em vários estados.

Por conta do exposto, evidencia-se que em território nacional há a expressa falta de capacidade de fiscalização do governo, juntamente com a pouca vontade dos grandes empresários da indústria alimentícia em aderir a devida rotulagem, sob o argumento errôneo de que esta indústria não quer relacionar sua marca ou um produto a um alerta que leve a crer ser seu produto algo perigoso (MONTEVERDE; CARVALHOSA, 2014, p. 8).

Observa-se que a preocupação com relação à informação é muito voltada aos seus usuários diretos no plantio e que há descaso com o consumidor final. Afirma-se isso, pois, em 2019, houve mudança nas embalagens dos pesticidas, visando apresentar informações com a finalidade de orientar os agricultores na hora de usá-los. Os fabricantes terão um ano para se adaptar, sendo que no dia 23 de julho de 2020 esse prazo expirou.

A ANVISA diz que o novo critério segue um padrão internacional e é mais restritivo. Mas admite que, pelo novo método, produtos que atualmente são considerados muito tóxicos poderão ter uma classificação mais branda. Dos 2.201 agrotóxicos registrados no Brasil que estão no mercado, a ANVISA já recebeu dados para reclassificação de risco de 1.981 produtos. A agência estimou que o volume dos considerados “extremamente tóxicos” poderá baixar de 800 para 300 na nova metodologia; isso porque mudou o que será levado em conta na hora de dizer o quão perigoso é o produto (ANVISA, 2019).

Antes, pela lei que regia os agrotóxicos, da década de 1990, existiam quatro classificações; ademais, também podiam ser classificados como “extremamente tóxicos” (tarja vermelha) produtos que não necessariamente levariam à morte, mas causariam lesões ou irritação severa se ingeridos ou entrassem em contato com a pele ou olhos. Ou seja, risco de morte ou de graves lesões ou intoxicações eram tratados da mesma maneira.

Agora, com essa nova leitura, serão seis classificações, mas só irão receber o título de “extremamente tóxico” (tarja vermelha) ou “altamente tóxico” (ver-

melha) o produto que levar à morte se ingerido ou entrar em contato com pele e olhos. Os que podem causar intoxicação, sem risco de morte, levarão a classificação “moderadamente tóxico” (amarela), “pouco tóxico” (azul) ou “improvável de causar dano agudo” (azul) (ANVISA, 2019).

As mudanças geraram críticas de ambientalistas. A ANVISA, por sua vez, negou que estivesse acontecendo uma flexibilização dos critérios. Sobre isso, afirmou o diretor de agrotóxicos da agência, Porto (2019, p.20):

É uma palavra que pode ser utilizada [flexibilização], mas não é assim. Nós estamos igualando, o marco regulatório do Brasil com o marco regulatório do mundo. Então, se nós estamos flexibilizando, então o mundo está flexibilizando.

Para Porto (2019), essa mudança pode tornar mais rígido o registro de futuros produtos no país. Isso porque a lei diz que empresas que desenvolvem agrotóxicos só podem registrar itens de ação parecida se eles tiverem um risco menor do que os que já estão no mercado. *“Existe uma regra que um produto de ação similar só pode ser registrado se ele estiver em uma classe menos tóxica”*, explicou. *“Quando eu baixo essa régua dos produtos [já registrados], eu imponho que o próximo produto tenha um risco ainda menor. Assim, nós conseguimos espremer para baixo o nível de toxicidade”*.

A ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal (TOOGE; MANZANO, 2019), que representa as fabricantes de agrotóxicos no país, recebeu de forma positiva o novo marco. *“Devido à evolução científica do conhecimento em mais de duas décadas da lei que rege o sistema de defensivos agrícolas, é preciso avançar com a responsabilidade de responder às demandas do campo”*, disse a entidade, em nota.

Para Lacôrte (2020), do Greenpeace, a mudança da metodologia acompanha uma movimentação do governo para maior aprovação dos agrotóxicos. O Greenpeace informa que essa era uma discussão que estava em debate no “Pacote do Veneno”, projeto de lei que tramita na Câmara e propõe mudanças no registro de agrotóxicos (CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto de Lei 6299/2002. 1989).

Vê-se uma parte deste pacote sendo aplicada diretamente pelo Executivo, de forma repentina; inclusive utiliza o termo “Pacote do Veneno” para referir-se a essas regras que flexibilizaram a classificação.

O ritmo de liberações de agrotóxicos neste ano é o mais alto já registrado. Para um produto ser aprovado, ele tem que ter o aval da ANVISA, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e do Ministério da Agricultura. O Brasil aprovou o registro de 474 agrotóxicos em 2019, maior número documentado pelo Ministério da Agricultura, que divulga esses dados, desde 2005. É um volume 5,5% maior do que o de 2018, quando foram liberados 449 pesticidas, um recorde até então. Os registros vêm crescendo no país desde 2016 (TOOGE; MANZANO, 2019).

Ademais, os tipos de registros de agrotóxicos atualmente se dividem, conforme Tooge (2020):

- a) Produto técnico: princípio ativo novo; não comercializado, vai na composição de produtos que serão vendidos.
- b) Produto técnico equivalente: “cópias” de princípios ativos inéditos, que podem ser feitas quando caem as patentes e vão ser usadas na formulação de produtos comerciais. É comum as empresas registrarem um mesmo princípio ativo várias vezes, para poder fabricar venenos específicos para plantações diferentes, por exemplo;
- c) Produto formulado: é o produto final, aquilo que chega para o agricultor;
- e) Produto formulado equivalente: produto final “genérico”.

Em resumo, o aval para um novo agrotóxico no país passa por três órgãos reguladores: ANVISA, que avalia os riscos à saúde; IBAMA, que analisa os perigos ambientais; Ministério da Agricultura, que analisa se ele é eficaz para matar pragas e doenças no campo. É a pasta que formaliza o registro, desde que o produto tenha sido aprovado por todos os órgãos.

Cita-se aqui também a força que ganhou o chamado Projeto de Lei apelidado de “Pacote do Veneno”. No Brasil, o Projeto de Lei nº 6299/2002, também conhecido como PL do Veneno, tem buscando flexibilizar o processo de liberação e consumo dos agrotóxicos no mercado brasileiro, trazendo como proposta a substituição da terminologia “agrotóxico” por “produtos fitossanitários”. Tal mudança fere de morte, como se pode ver, o princípio da informação, pois a questão da rotulagem é sim importante, assim como o etiquetamento de alimentos com informações claras de composição do produto. No entanto, o princípio da informação é para além disso, visando até mesmo a possibilidade de constituição do direito de escolha do consumidor agricultor, que sofre com o uso e exposição a longo prazo desses produtos.

Afinal, essa exposição direta e contínua a fertilizantes, que podem causar intoxicações graves e mortais, como as intoxicações registradas, tem sido considerada acidental, envolvendo produtos do grupo dos fosfatos, sais de potássio e nitratos. As intoxicações por fosfatos caracterizam-se por hipocalcemia, enquanto as causadas por sais de potássio provocam ulceração da mucosa gástrica, hemorragia, perfuração intestinal etc. Os nitratos, uma vez no organismo, se transformam, por meio de uma série de reações metabólicas, em nitrosaminas, que são substâncias cancerígenas.

A estas situações de risco para a saúde do trabalhador somam-se condições que afetam o conjunto dos trabalhadores brasileiros, como: baixos salários, condições sanitárias inadequadas, carência alimentar, deficiência dos serviços de saúde, entre outras; são esses diretamente expostos ao risco do uso dessas substâncias (SILVA, 2005, p. 891-903).

A comunidade científica prontamente se manifestou no sentido de repudiar a alteração proposta no referido projeto, considerando que a confusão conceitual, ao atribuir uma terminologia mais branda aos agrotóxicos, agravaria ainda mais os problemas oriundos de sua utilização, contrariando com o dever de informação ambiental e consumerista.

Faz-se, neste momento, uma análise importante que é relacionada à crescente desigualdade social a qual estamos expostos: a retirada dessa linguagem por imagem e assimilação pode levar à falsa impressão de que o perigo foi abrandado. Isso não faz sentido quando se fala de algum cidadão instruído, mas cidadãos do campo e com baixa escolaridade, por exemplo, podem ser muito prejudicados com essa forma de releitura dos rótulos.

Para Bocuhy (2020), presidente do Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (PROAM), o novo padrão não levou em conta os impactos do uso de agrotóxicos em médio e longo prazo para a população e o meio ambiente. Segundo Bocuhy (2020), *“infelizmente podemos dizer que é uma regulamentação voltada para aquele que manuseia o agrotóxico, muito mais relacionada à segurança do trabalho e muito menos protetiva no sentido de informar a sociedade do risco que está passando, digamos assim”*.

O novo padrão estabelecido é chamado de Sistema de Classificação Globalmente Unificado (*Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals – GHS*, em inglês). (PROAM, 2020). Endossado pela Organização das Nações Unidas (ONU), ele foi proposto pela primeira vez em 1992, na Eco 92. A partir de 2008, a comunidade europeia adotou esse padrão para classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e produtos. Além disso, 53 países já realizaram a implementação total e doze países a implementação parcial.

Nesse momento, mais evidente ainda, percebe-se que as grandes corporações econômicas nitidamente têm aumentado a variedade de agrotóxicos e, há dúvidas da dependência exacerbada de seus usos para a produção de alimentos no mundo. Trava-se aí o paradoxo central da discussão, dado que, pelo aumento da população mundial, aumenta-se a necessidade de alimentos e, pela dependência, o aumento do uso de inseticidas, pesticidas, etc.

O ato de consumo nos induz não exatamente ao que precisamos, ou ao que causa menor impacto ao meio ambiente; diante disso e, perante o capitalismo, é necessário um novo desdobramento do modo de produção, ou seja, mais empresas com responsabilidade social.

O uso de agrotóxicos está fundamentado no fato de que é um mal necessário, pois não seria possível abastecer o mercado mundial e erradicar a fome com produtos agrícolas, com quantidade e qualidade para atender a demanda mundial sem a aplicação destes; por outro lado, há a questão da segurança alimentar.

Refuta-se aqui esse argumento relacionado à necessidade extrema de manutenção do uso com a escusa da fome mundial, afinal, como pesquisas recentes (HARRARI, 2020) mostram, ainda há muita fome no mundo e em países subdesenvolvidos, mas hoje morrem mais pessoas de diabetes e sobrepeso do que de fome. Afinal, durante toda a sua existência, o homem teve que superar tragédias como fome, guerra e pestes para manter-se vivo. A fome dizimava populações inteiras, metade das pessoas na Terra podiam perecer a uma nova peste que matava rapidamente; durante séculos nações viveram em pé de guerra e os momentos de paz mundial eram apenas pequenos intervalos entre um conflito e outro. Já no século XXI, esses “problemas” foram minimizados: as pessoas morrem atualmente mais de diabetes e obesidade que de fome; novas doenças são rapidamente isoladas e

combatidas; conflitos entre nações ainda existem, mas a morte por homicídio e até suicídio superam as mortes em guerras.

2. AGROTÓXICOS E RELAÇÃO DE CONSUMO COM CONSUMIDOR FINAL

Frisa-se que o consumidor brasileiro paga a maior carga tributária do mundo sobre produtos alimentícios, mas ainda está longe de ter um alimento de qualidade em sua mesa. O controle e a fiscalização do uso abusivo de agrotóxicos na produção de alimentos ainda deixam muito a desejar. Cerca de 21,7% do preço final dos alimentos comercializados em nosso país, correspondem a tributos, o que é um recorde no mundo. É só mais um exemplo do quanto o consumidor brasileiro é onerado e não tem o retorno daquilo que paga em ações governamentais (FREIRE JÚNIOR; VIANA FILHO, 2013). Ademais, Oliveira (2020) comenta sobre a importância do Código de Defesa do Consumidor em seu texto:

O CDC – Código de Defesa do Consumidor foi instituído pela Lei Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, gerando importantes mudanças que, no decorrer dos anos 90 e na primeira década do século XXI, mudaram consideravelmente as relações de consumo, impondo uma maior qualidade na fabricação dos produtos, bem como no atendimento das empresas aos seus clientes. E o mais importante: o documento prevê padrões de conduta, prazos e penalidades em caso de desrespeito à lei, garantindo que os direitos do consumidor se concretizem. Além da punição dos que praticam atos ilícitos, violando os direitos do consumidor, o CDC esclarece os fabricantes, os fornecedores e os prestadores de serviços sobre suas obrigações para que todos ajam de forma íntegra, respeitando o consumidor para ampliar o seu mercado de consumo. Outros direitos também são garantidos, como a proteção da vida, da saúde e da segurança contra riscos provocados no fornecimento de produtos e serviços, proteção contra a publicidade enganosa e abusiva e prevenção e reparação de danos patrimoniais e morais”.

Cita-se, ademais, que, com relação ao papel do Estado, o Governo tem o papel de garantidor da qualidade dos produtos que são comercializados, haja vista o Princípio da Hipossuficiência do Consumidor frente aos interesses do mercado. Para isso, é preciso investir pesado em ações reguladoras, fiscalizadoras, avanço tecnológico nas áreas de pesquisa e monitoramento da produção e comercialização. Esse trabalho é fundamental para que o direito do consumidor possa ser respeitado. Diante disso diz o Código de Defesa do Consumidor: CAPÍTULO II - Da Política Nacional de Relações de Consumo, Lei 8078, de 11 de setembro de 1990 (BRASIL, 1990):

Art. 4º A Política Nacional das Relações de Consumo tem por objetivo o atendimento das necessidades dos consumidores, o respeito à sua dignidade, saúde e segurança, a proteção de seus interesses econômicos, a melhoria da sua qualidade de vida, bem como a transparência e harmonia das relações de consumo, atendidos os seguintes princípios: I – reconhecimento da vulnerabilidade do

consumidor no mercado de consumo; II – ação governamental no sentido de proteger efetivamente o consumidor: d) pela garantia dos produtos e serviços com padrões adequados de qualidade, segurança, durabilidade e desempenho. [...]V – incentivo à criação pelos fornecedores de meios eficientes de controle de qualidade e segurança de produtos e serviços, assim como de mecanismos alternativos de solução de conflitos de consumo.

O art. 4º do CDC deixa evidente que o consumidor tem direito à saúde e segurança, bem como a melhoria da sua qualidade de vida, sendo atendidos os princípios da vulnerabilidade do consumidor e a ação governamental no sentido de proteger efetivamente o consumidor. Não resta dúvida alguma que é o Estado, através de suas agências fiscalizadoras e reguladoras, quem tem o dever de garantir a aplicação dos direitos do consumidor.

E, ainda, o CDC explicita quais são esses direitos no CAPÍTULO III Dos Direitos Básicos do Consumidor (BRASIL, 1990):

Art. 6º São direitos básicos do consumidor: I – a proteção da vida, saúde e segurança contra os riscos provocados por práticas no fornecimento de produtos e serviços considerados perigosos ou nocivos; II – a educação e divulgação sobre o consumo adequado dos produtos e serviços, asseguradas a liberdade de escolha e a igualdade nas contratações; III – a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem; VI – a efetiva prevenção e reparação de danos patrimoniais e morais, individuais, coletivos e difusos; VII – o acesso aos órgãos judiciários e administrativos com vistas à prevenção ou reparação de danos patrimoniais e morais, individuais, coletivos ou difusos, assegurada a proteção Jurídica, administrativa e técnica aos necessitados; VIII – a facilitação da defesa de seus direitos, inclusive com a inversão do ônus da prova, a seu favor, no processo civil, quando, a critério do juiz, for verossímil a alegação ou quando for ele hipossuficiente, segundo as regras ordinárias de experiências [...]”.

Nesse capítulo, o legislador reforça a necessidade de proteção à vida e saúde do consumidor contra os possíveis riscos provocados pelo fornecimento de produtos perigosos ou nocivos à saúde.

Assim como ressalta a importância da informação e conscientização do consumidor, que tem o direito de ser informado a respeito do consumo adequado dos produtos, sobre a sua qualidade, bem como os riscos que apresentem à sua saúde. A prevenção e reparação de danos patrimoniais e morais, individuais, coletivos e difusos, situações que são passíveis da relação de consumo, também são apreciadas pela lei, bem como o acesso garantido aos órgãos judiciários e administrativos com vistas à prevenção e à reparação desses mesmos danos. E ainda que o consumidor deva ter facilitada a defesa dos seus direitos pelos diversos instrumentos jurídicos, sendo reconhecida a sua posição de inferioridade frente ao mercado e aos produtores.

Já o capítulo IV fala sobre a qualidade dos produtos, a prevenção e a reparação de danos que possam ocorrer. O art. 8º afirma que os produtos colocados no mercado de consumo não acarretarão riscos à saúde ou à segurança dos consumidores, exceto os considerados normais ou previsíveis, e obriga fornecedores a dar informações necessárias e adequadas a respeito do produto (BRASIL, 1990).

No art. 9º observa-se que os fornecedores de produtos potencialmente nocivos ou perigosos à saúde ou à segurança daqueles que os consomem deverão informar, de maneira ostensiva e adequada, a respeito da sua nocividade ou periculosidade, sem prejuízo da adoção de outras medidas cabíveis em cada caso concreto. E complementa, dizendo no art. 10º, que o fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto que sabe ou deveria saber apresentar alto risco de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança dos consumidores. Caso o fornecedor só saiba depois de ter colocado no mercado dos riscos apresentados pelo produto, deverá comunicar o fato imediatamente às autoridades competentes e aos consumidores, mediante anúncios de publicidade. Portanto, a lei deixa clara a responsabilidade do fornecedor em relação aos produtos que ele coloca no mercado de consumo, não o isentando, mesmo que fique sabendo dos riscos depois de ter fornecido seus produtos (BRASIL, 1990).

Segundo Freire Júnior e Viana Filho (2013, p. 23):

Podemos achar estranho, mas, se esse capítulo do CDC fosse seguido à risca ao comprar morangos no mercado, por exemplo, em sua embalagem deveria ter informações ao consumidor, tais como: Cuidado o consumo diário desse produto pode causar câncer de próstata, mama, fígado, rins, cérebro, etc. Distúrbios neurológicos, hiperatividade, depressão e suicídio. Problemas pulmonares e renais. Se consumido por gestantes pode causar aborto, parto prematuro, deformações e má formação no feto. Se consumido por lactantes pode causar a infertilidade no futuro do bebê [grifo nosso].

O morango é só um exemplo de vários produtos que têm índices altíssimos de agrotóxicos utilizados para a sua produção. Alguns produtores de morango não consomem o morango que produzem devido à enorme quantidade de “veneno” que utilizam para a sua produção. Não têm coragem de servi-los aos seus filhos, por que sabem o quanto eles estão “envenenados” (FREIRE JÚNIOR; VIANA FILHO 2013, p. 23).

Mas essas informações não são passadas ao consumidor. Em nenhum momento ele tem a informação dos riscos que corre ao consumir esses produtos. Portanto, é flagrante o desrespeito à lei: o consumidor não é informado de maneira alguma. A respeito da responsabilidade pelo produto, vejamos o que diz ainda o CDC (BRASIL, 1990):

Art. 12. O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.

Logo, a responsabilidade do fornecedor é do tipo objetiva, independentemente de comprovação de dolo ou culpa, devendo estar presentes os pressupostos ou requisitos da responsabilidade civil: ação – dano – nexo de causalidade.

Analisando os elementos tem-se: a ação de produzir e/ou fornecer produtos contaminados por agrotóxicos e a omissão da informação da nocividade e periculosidade dos produtos fornecidos; o dano que são os problemas ou a mera possibilidade de riscos à saúde causados pelo consumo desses produtos; e o nexo de causalidade já comprovado por diversos meios de que existe relação entre vários tipos de doenças e o consumo diário desses produtos. Logo, é possível constatar a presença de todos os requisitos que responsabilizam objetivamente produtores, fornecedores e fabricantes. Nos artigos a seguir a lei tipifica as condutas e impõe sanção (BRASIL, 1990):

Art. 61. Constituem crimes contra as relações de consumo previstas neste código, sem prejuízo do disposto no Código Penal e leis especiais, as condutas tipificadas nos artigos seguintes [...] Art. 63. Omitir dizeres ou sinais ostensivos sobre a nocividade ou periculosidade de produtos, nas embalagens, nos invólucros, recipientes ou publicidade: Pena – Detenção de seis meses a dois anos e multa. [...] Art. 76. São circunstâncias agravantes dos crimes tipificados neste código: V – serem praticados em operações que envolvam alimentos, medicamentos ou quaisquer outros produtos ou serviços essenciais [...].

Para que haja a defesa dos interesses e direitos dos consumidores e das vítimas, podem ser propostas ações individuais ou coletivas, como diz o *Art. 81: A defesa dos interesses e direitos dos consumidores e das vítimas poderá ser exercida em juízo individualmente, ou a título coletivo* (BRASIL, 1990).

No decorrer da presente pesquisa, confessa-se que se pensou inicialmente que seria comum o ingresso de ações individuais discutindo indenização por danos sofridos com alimentos contaminados ou tratando de intoxicação sofrida por agrotóxicos.

Ocorre que, além de ter constatado escassos casos, todos findaram em insucesso, pois, como as estudiosas da Fiocruz, Portela e Tourinho (2016) alertam:

Comprovar que um óbito foi causado por um agrotóxico é um desafio. Enquanto algumas substâncias podem permanecer décadas no corpo humano (tais quais os organoclorados como o DDT, que é eliminado progressivamente pelas fezes, urina e leite materno), outras não ficam nem uma semana no organismo, o que não significa que não causam estragos.

A pesquisadora do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH) da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/FIOCRUZ) Friedrich (apud PORTELA; TOURINHO, 2016) explica que há uma exigência de comprovações irrefutáveis da presença de um agrotóxico em exames clínico no sangue ou urina.

E isso é difícil ocorrer. Hoje em dia usamos muitos agrotóxicos – a maioria do grupo do organofosforados, neonicotinoides, piretróides – que são eliminados

pela urina 24h, 48h, até 72 horas depois que o trabalhador ou morador foi exposto. O fato dele sair rápido também não indica que ele é seguro. Nesse caminho pelo organismo ele pode ter alterado funções hepáticas, renais e hormonais e ele sai do organismo, mas já alterou moléculas, já deixou seu efeito, muitas vezes irreversível.

Neste cenário, como provar que um óbito teve como causa o consumo ou manuseio de agrotóxicos? Um dos fatores começa na própria notificação dos casos nos sistemas de informação de saúde, organizados e produzidos pelo próprio Ministério da Saúde, que ajudariam a diagnosticar e enfrentar o problema.

Bochner, coordenadora do SINITOX – Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas, defende a transformação desses casos em eventos sentinelas.

Ao lidar com óbitos decorrentes de intoxicações ocupacionais por agrotóxicos estamos na presença de eventos raros, dificilmente notificados, mas que aportam uma enormidade de significados e sentidos, mantendo atrás de si diversas outras vítimas (BOCHNER apud PORTELA; TOURINHO, 2016).

Explica, ainda, que a análise dessas informações pode levar as autoridades governamentais a algumas ações positivas em prol da saúde do trabalhador e da população:

As autoridades devem buscar o local da exposição e proceder com ações de vigilância, incluindo averiguação das condições de trabalho, verificação do uso de equipamentos de proteção individual (EPI), inclusive suas trocas periódicas, aplicação de exames específicos de sangue para intoxicações por agrotóxicos, por exemplo.

Bochner (apud PORTELA; TOURINHO, 2016) ainda comenta:

Um dos casos que confirmam a importância da notificação foi a história de VMS, já contada na matéria que abre a série “Agrotóxicos: a história por trás dos números”. VMS era almoxarife de uma multinacional na comunidade de Cidade Alta, em Limoeiro do Norte (Chapada do Apodi – Ceará). E, após dois anos e meio trabalhando como auxiliar no preparo da solução de agrotóxicos para borriço na lavoura de abacaxi, faleceu aos 31 anos.

Em 2013, a Justiça reconheceu que a morte de VMS foi motivada “pelo ambiente ocupacional”, ou seja, pelo trabalho com os agrotóxicos. A ação movida pela família do trabalhador foi ganha em primeira e segunda instâncias na Justiça do Ceará, e representa um marco histórico na luta contra o uso intensivo de agrotóxico, pois abre o precedente de se provar legalmente que a exposição a esses produtos, mesmo com “uso seguro” de EPIs, pode levar a morte.

Segundo o advogado da demanda SILVA (*apud* PORTELA, Graça; Tourinho, Raíza, 2016), esta foi “uma vitória não apenas para a autora da ação, mas uma sinalização positiva para milhares de trabalhadores e trabalhadoras submeti-

dos a situações semelhantes. São diversas situações de exposição aos agrotóxicos que permanecem no anonimato e injustiça”, afirma. Ele ressalta que a decisão é pioneira no Brasil, segundo afirmou a desembargadora que relatou o acórdão no Tribunal Regional do Trabalho (TRT-7).

A interposição da ação de Reclamação Trabalhista com Indenização por Danos Materiais e Morais resultou no reconhecimento, pela Justiça do Trabalho, “do nexo de causalidade entre a exposição contínua do trabalhador aos agrotóxicos e o dano (morte)”, explica o advogado, que também é membro da Rede Nacional de Advogados Populares e realiza assessoria jurídica a movimentos populares, associações civis, sindicatos, ONGs e organizações de Diretos.

No processo da família de VMS, a equipe jurídica que cuidou do caso teve não encontrar testemunhas, mas o que ocorreu foi o contrário, pois havia uma forte mobilização dos empregados da empresa condenada. “A gravidade do fato sensibilizou os colegas. A principal dificuldade era o receio de retaliação por parte das empresas do agronegócio. Os depoimentos apresentados foram decisivos para configuração do ambiente laboral”, explica Claudio Silva.

A ação já foi vitoriosa na 1ª e na 2ª instância da Justiça, porém Silva reconhece que há limitações que dificultam não só o acesso à justiça como um todo, mas também às condições mínimas de atendimento socioassistencial. “Diversos profissionais da saúde e de atendimento assistencial e psicossocial não sabem ou não conseguem lidar com situações de intoxicação ocupacional. Uma abordagem qualificada certamente motivaria mais trabalhadores e trabalhadoras a buscar reparação no Judiciário” (PORTELA; TOURINHO, 2016).

Cita-se um documentário que elucida muito bem essa situação, o qual se chama “Nuvens de Veneno”, uma parceria da VIDEOSAÚDE Distribuidora da FIOCRUZ, com a Secretaria de Saúde de Mato Grosso e a produtora Terra Firme, realizado em 2013, que versa sobre os efeitos marcantes da intoxicação por agrotóxicos (FIOCRUZ, 2013).

É fundamental o trabalho de conscientização e sensibilização no sentido de não serem mais admitidas nem toleradas, como exigência da sociedade contemporânea e até mesmo da sustentabilidade da economia capitalista globalizada, a formação de novos passivos ambientais (SOUZA; SOUZA, 2020).

É importante remarcar que a finalidade precípua da proteção ambiental é a prevenção, principalmente mediante a incorporação das práticas de gestão e planejamento ambientais, atreladas a políticas, planos, programas e projetos de atividades concebidos e implementados sob a perspectiva do tripé da sustentabilidade (econômica, ecológico-ambiental e social) (SOUZA, 2012).

Conclui-se, assim, que um aperfeiçoamento no sistema de notificações com uma melhor estruturação de bancos de dados sobre os produtos, seus efeitos e tratamento para população geral e profissionais da área médica, sistemas de registro mais simplificados e interativos, capacitação de profissionais de saúde para entender e registrar agravos, organização de redes de pesquisadores independentes para aprofundar conhecimento sobre agrotóxicos e danos crônicos, por exemplo, poderá auxiliar nessa melhoria das informações que temos sobre quantas pessoas vem sendo afetadas pelo mal uso dos agrotóxicos.

Afinal, a sociedade brasileira já tem demonstrado manifestações de descontentamento com esse modelo de produção agrícola, assim como a produção acadêmica tem sido fundamental para revelar as reais consequências do uso dos agrotóxicos. Acrescenta-se observância do papel de protagonista do Judiciário e do Ministério Público do Trabalho que são os órgãos que têm dado atenção ao problema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por concludente, tem-se que o problema de pesquisa pode ser analisado de maneira incisiva no sentido de que o uso de agrotóxicos na agricultura brasileira contemporânea é feito, por vezes, de modo inadequado, o que faz com que haja a perda de equitatividade entre os Direitos do Consumidor e a produção agrícola de alimentos atual. Portanto, se não vislumbramos este equilíbrio, como consequência temos uma relação que foge a ótica sustentável que, pelos estudos feitos, deveria estar ocorrendo. Vê-se que há sim regras que amparam o consumidor frente a esse problema, porém, por vezes, não se consegue alcançar a fiscalização efetiva e controle do quão o uso desenfreado de agrotóxicos é prejudicial à saúde. Por isso, ainda assim, vê-se que os consumidores estão reféns da falta de informação sobre os danos que podem causar estes alimentos contaminados.

Por outro lado, convém ressaltar a necessidade da ciência produzir mais pesquisas para alicerçar as decisões sobre liberar ou negar a utilização de agrotóxicos nos produtos hortifrutigranjeiros. A incerteza científica paira sobre os agrotóxicos e deixa uma névoa de possibilidades de inter-relações entre doenças e uso de agrotóxicos. Daí ser necessário um maior embasamento teórico e pesquisas científicas para que as decisões de hoje possam ser defendidas com maior robustez e segurança perante as gerações presentes e futuras e, ao mesmo tempo, que a ciência também se volte para a busca de alternativas sustentáveis sem colocar em risco a produção de alimentos e a saúde dos trabalhadores, consumidores e o meio ambiente. Não é tarefa fácil pela complexidade que o tema dos agrotóxicos e produção de alimentos envolve. Com efeito, o consumidor desconhece quais os resíduos de agrotóxicos encontram-se no produto que está adquirindo, bem como desconhece os efeitos que o uso combinado pode ocasionar à sua saúde no médio e longo prazo, como intoxicação crônica, e o desenvolvimento de doenças neurológicas, hepáticas, respiratórias, renais, cânceres, entre outros já mapeados pela ciência.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. **ANVISA aprova novo marco regulatório para agrotóxicos**. 2019. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrp_x9qY7FbU/content/anvisa-aprova-novo-marco-regulatorio-para-agrotoxicos/219201. Acesso em: jun. 2020.

- BARROSO, Luís Roberto. Fundamentos teóricos e filosóficos do novo direito constitucional brasileiro. **Revista da Academia Brasileira de Direito Constitucional**, Curitiba, v. 1, p. 21, 2001.
- BOCUHY, Carlos. PROAM. **Entenda o que muda na classificação dos agrotóxicos pela ANVISA**. Disponível em: <http://www.proam.org.br/2008/default.asp?act=7&id=242>. Acesso em: jul. 2020.
- BOSI, Eclea. **Cultura de massa e cultura popular**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: maio 2020.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm. Acesso em: mar. 2020.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 6299/2002**. Ementa: Altera os arts 3º e 9º da 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. Dados Complementares: Dispõe que o registro prévio do agrotóxico será o do princípio ativo; dá competência à União para legislar sobre destruição de embalagem do defensivo agrícola. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichaDetramitacao?idProposicao=46249>. Acesso em: jun. 2020.
- FIOCRUZ. **Nuvens de Veneno**. Direção de Beto Novaes. Produção de Beto Novaes, Carlos Minayo e Wanderley Pignati. 1 DVD (23 min). Rio de Janeiro: Terra Firme; VideoSaúde; MP2 Produções, 2013. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/video-nuven-de-veneno>. Acesso em: jun. 2020.
- FREIRE JÚNIOR, Auler Baptista. VIANA FILHO, Jarbas de Sá. O uso abusivo de agrotóxicos frente ao direito do consumidor. **REVISTA IHU**. 2013. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/noticias/525969-o-uso-abusivo-de-agro-toxicos-frente-ao-direito-do-consumidor-por-aluer-baptista-freire-junior-e-jarbas-de-sa-viana-filho>. Acesso em julho de 2020.
- HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus: Uma breve história do amanhã**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.
- HARO, Guilherme Prado Bohac de. A dignidade da pessoa humana: o valor supremo. **Revista Intertem@s**, UniToledo, v. 13, n. 13, 1º Semestre 2007.
- SARLET, Ingo Wolfgang. As dimensões da dignidade da pessoa humana: construindo uma compreensão jurídico-constitucional necessária e possível. **Re-**

- vista Brasileira de Direito Constitucional – RBDC**, n. 9, p. 361-388, jan./jun. 2007.
- LACÔRT, Marina. #ChegaDeAgrotóxicos completa dois anos. **Greenpeace Brasil**. 18 mar. 2019. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/chegadeagrototoxicos-completa-dois-anos/>. Acesso em: jul. 2020.
- MARCÍLIO, Maria Luiza. **Declaração de Chapultepec**. 1994. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Documentos-não-Inseridos-nas-Deliberações-da-ONU/declaracao-de-chapultepec-1994.html>. Acesso em: jul. 2020.
- MONTEVERDE, Jorge Fernando Sampaio; CARVALHOSA, Wallace Ferreira. Responsabilidade do Estado na Rotulagem dos alimentos transgênicos: A educação do consumo. **Portal Publica Direito**. 2014. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=456414ddfffd645d>. Acesso em: jun. 2020.
- OLIVEIRA, Andréa. CDC – **Código de Defesa do Consumidor Lei Nº 8.078 atualizado, completo e interativo**. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cdc/codigo-de-defesa-do-consumidor-lei-n-8078-atualizado-completo-e-interativo>. Acesso em: jul. 2020.
- PORTELA, Graça; Tourinho, Raíza. O desafio de se comprovar na Justiça a intoxicação por agrotóxicos. **FIOCRUZ**. 7 jan. 2016. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/o-desafio-de-se-comprovar-na-justica-intoxicacao-por-agrototoxicos>. Acesso em: jun. 2020.
- PORTO, Renato. ANVISA aprova novo marco regulatório para agrotóxicos. **ANVISA**. 2019. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_public/sher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-aprova-novo-marco-regulatorio-para-agrototoxicos/219201. Acesso em: jun. 2020.
- PROAM. **Entenda o que muda na classificação dos agrotóxicos pela ANVISA**. Disponível em: <http://www.proam.org.br/2008/default.asp?act=7&id=242>. Acesso em: jul. 2020.
- SILVA, Gilson Hugo Rodrigo. **Alimentos transgênicos: Direito do Consumidor e aspecto fundamental da personalidade**. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Direito)– Programa de Pós Graduação em Ciências Jurídicas, Centro Universitário de Maringá, Maringá, PR, 2006. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp025596.pdf>. Acesso em: maio 2020.
- SILVA, Jandira Maciel da *et al.* Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Revista Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 891-903, dez. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000400013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: ago. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232005000400013>.

- SILVA, José Afonso da. A Dignidade da Pessoa Humana como Valor Supremo da Democracia. **Revista de Direito Administrativo**, v. 212, p. 90, 1998.
- SILVA, José Afonso da. **Curso de Direito Constitucional Positivo**. São Paulo: Malheiros, 2015. p. 95.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de; LORENZ, Nelson Alex *In*: VEI-GA, Fábio da Silva; FINCATO, Denise Pires. **Estudos de Direito, Desenvolvimento e Novas Tecnologias**. Porto: Universidade Lusófona do Porto, 2020. p. 295-312.
- SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de. 20 Anos de Sustentabilidade: reflexões sobre avanços e desafios. **Revista da Unifebe** (Online), n. 11, p. 239-252, dez. 2012.
- STAFFEN; Márcio Ricardo; OLIVIERO, Maurizio. Transparência enquanto pretensão jurídica global. **A&C – R. de Dir. Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 15, n. 61, p. 71-91, jul./set. 2015.
- TOOGE, Rikardy Governo libera o registro de 22 pesticidas químicos. **Associação Brasileira de Defensivos Pós-patente – AENDA**. 2020. Disponível em: https://www.aenda.org.br/midias_post/governo-libera-o-registro-de-22-pesticidas-quimicos/. Acesso em: jul. 2020.
- TOOGE, Rikardy; MANZANO, Fabio. Entenda o que muda na classificação dos agrotóxicos pela ANVISA. **G1 GLOBO**. 24 jul. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/07/24/entenda-o-que-muda-na-classificacao-dos-agrotoxicos-pela-anvisa.ghtml> Acesso em: jun. 2020.
- UNCTAD, **Relatório sobre investimentos no mundo em 2016**. Nacionalidade de Investidores: Desafios para a formulação de políticas. 2016.

NANOAGROTÓXICOS: (IM)PREVISÕES NO DIREITO AMBIENTAL BRASILEIRO

Sarah Hoerlle Moreira¹
Juliane Altmann Berwig²
Ana Paula Atz³

DOI: <https://doi.org/10.29327/529131.1-10>

INTRODUÇÃO

A criação, o desenvolvimento e a aplicação da nanotecnologia⁴ estão possibilitando um momento histórico à humanidade, “novo renascimento da ciência e tecnologia”, tendo em vista que a sua utilização é um meio de garantir inovação e competitividade no mercado.

Assim, as inovações e avanços tecnológicos, a partir do século XXI, ganham destaque no campo da ciência, com as descobertas acerca da nanotecnologia, que possui aproximadamente 8.958 produtos no mercado contendo a nova tecnologia. A sua utilização possibilitou que objetos e estruturas fossem examinados em menor escala, propiciando também a manipulação de diversos materiais, com inúmeros benefícios, o que a tornou objeto de interesse de diversas áreas, tendo em vista sua dimensão multidisciplinar e sua aplicação no cotidiano da sociedade. Assim, o problema principal para questão de debate consiste na per-

- 1 Graduada em Direito pela Universidade Feevale. E-mail: sarah11moreiranh@hotmail.com.
- 2 Doutora em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos com bolsa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo Programa de Excelência Acadêmica (Proex). Mestra em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, especialista em Direito Ambiental Nacional e Internacional pela Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul e graduada em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul. Professora no curso de Direito da Universidade FEEVALE e Pesquisadora. Advogada. E-mail: julianeberwig@feevale.br.
- 3 Doutora em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, bolsista CAPES/PROSUP, com período sanduíche na Fordham University – Nova Iorque/Estados Unidos com bolsa CAPES. Mestra em Direito Público pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, período em que foi bolsista CNPq-Brasil na linha de pesquisa Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização. Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Professora no curso de Direito da Universidade Feevale e Pesquisadora. Advogada. E-mail: atzanapaula@gmail.com.
- 4 O conceito de nanotecnologia define-se como a “manipulação da matéria na escala de um bilionésimo de metro ou menos. A aferição de um bilionésimo de metro é caracterizada como um nanômetro (nm), nesta escala”, ocorre a interação de “átomos e moléculas”. Portanto, ela consiste em empenhos humanos para assimilar as características e estruturas da matéria dos níveis atômicos e moleculares em tamanhos reduzidos (BORGES; GOMES; ENGELMANN, 2014, p. 6-7).

gunta: Qual o posicionamento do Direito Ambiental Brasileiro diante dos riscos ambientais e humanos que os nanoagrotóxicos apresentam?

No campo alimentar, onde obteve destaque, ocorre a inclusão de nanoagrotóxicos em todo processo produtivo de alimentos e produtos industrializados. Assim, alguns autores descrevem que os nanoagrotóxicos oferecem tanto pontos positivos quanto negativos. O presente trabalho pretende identificar, além dos benefícios, os riscos apresentados pelos nanoagrotóxicos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana. Em um segundo momento, será estudado o papel dos princípios jurídicos da prevenção e precaução no gerenciamento dos riscos dos nanoagrotóxicos, bem como perspectivas atuais de criação de um marco regulatório de sua utilização no Brasil.

Este trabalho foi realizado através da utilização da metodologia da interpretação histórica e dos dados obtidos a partir das pesquisas bibliográficas de diversos autores. Ainda busca demonstrar o papel do Direito frente às inovações tecnológicas e quais as possíveis respostas do Direito Ambiental considerando a revolução científica.

1. A UTILIZAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL

A agricultura contemporânea é definida pela utilização de novas técnicas e equipamentos, para “elevação do número de pesquisas agrônômicas e o uso de uma diversidade de insumos, como agrotóxicos e fertilizantes”. Os agrotóxicos, também conhecidos como pesticidas, arrecadam bilhões de dólares em todo mundo, “foi durante a Segunda Guerra Mundial que ocorreu a produção, expansão e síntese de diversos compostos químicos, com propriedades inseticidas”; a promessa era de baixo custo e durabilidade (STOPPELLI, 2005, p. 91-100).

Inicialmente, a função do agrotóxico era destruir insetos e pragas que conseguissem impedir a produtividade do setor agrícola, tendo em vista que, após a guerra, existia um “grande estoque desse veneno e alta capacidade de produção instalada nos parques industriais”, associada à insuficiência de alimentos, as fábricas inativas passaram a produzir agrotóxicos em massa (RIBEIRO; PEREIRA, 2016, p. 14-26).

No Brasil, não foi diferente: “a história agrícola está ligada à história do processo de colonização no qual a dominação social, a política e a econômica da grande propriedade foram privilegiadas, a grande propriedade impôs-se como modelo socialmente reconhecido” e ganhou incentivos taxativos na política agrícola que buscou revolucionar e assegurar sua reprodução, o que proporcionou a agricultura familiar continuamente preencher “um lugar secundário e subalterno na sociedade brasileira” (WANDERLEY, 2014, p. 25-44).

Pode-se constatar que a agricultura brasileira teve como finalidade somente o aumento de sua produtividade, não levando em conta os recursos naturais utilizados. “O que se tinha como meta era produzir de forma que o retorno fosse o maior e o mais rápido possível”. A referência “agrícola adotada no Brasil nas décadas de 60 e 70 era voltada ao consumo de capital e tecnologia externa: grupos

especializados passavam a fornecer insumos, desde máquinas, sementes, adubos, agrotóxicos e fertilizantes”. A possibilidade de adquirir os agrotóxicos era assegurada pelo “acesso ao crédito rural, determinando o endividamento e a dependência dos agricultores” (BALSAN, 2006, p. 126-127). Por fim, tendo em vista que a utilização de agrotóxicos se tornou “um fato corrente no campo,” permanecendo presente no cotidiano de muitos produtores, fora necessário criar um marco regulatório a seu respeito (ANDRADES; GANINI, 2007, p. 44-46).

Ademais, a regulamentação dos agrotóxicos surgiu após a criação da Lei nº 7.802/1989: “anteriormente os agrotóxicos eram somente submetidos a avaliações toxicológicas e de eficácia agronômica, a partir desta lei passaram a ser exigidas também avaliação e classificação do potencial de periculosidade ambiental”. Conforme a legislação atual, “compete ao Ministério da Agricultura e Abastecimento realizar a avaliação da eficácia agronômica, ao Ministério da Saúde realizar a avaliação e classificação dos tóxicos, ao Ministério do Meio Ambiente avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental, devendo realizar a fiscalização e o controle da comercialização destes produtos os órgãos estaduais e o Distrito Federal (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003, p. 21-41).

O Instituto Brasileiro de Meio Ambiente classificou os agrotóxicos quanto aos riscos à biodiversidade, dividindo-os em quatro classes: “I) altamente perigoso, II) muito perigoso, III) perigoso e IV) pouco perigoso” (POL, 2019, p. 54). O Decreto nº 4.074, artigo 48, ressalta que “deverão constar obrigatoriamente do rótulo de agrotóxicos e afins os dados estabelecidos” (BRASIL, 1989). De acordo com a Lei nº 7.802/1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, os agrotóxicos consistem em “produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas” (BRASIL, 1989).

Sua classificação abrange um enorme número de moléculas químicas, com diversas toxicidades e modos de ação, sendo divididos em três grandes classes: “inseticidas, fungicidas e herbicidas”. Os inseticidas combatem os insetos considerados nocivos, fungicidas combatem os fungos e herbicidas controlam as plantas invasoras. Dentre a classificação dos agrotóxicos, “os herbicidas representam 48%, seguidos pelos inseticidas com 25% e os fungicidas com 22%” (POL, 2019, p. 53).

Além disto, também são separados conforme sua ação “e agrotóxicos sistêmicos e agrotóxicos de contato ou não-sistêmicos”. Os primeiros consistem naqueles que, quando utilizados em plantas, transportam por meio da seiva através de todos os tecidos vegetais, de forma a se dividir uniformemente e aumentar seu tempo de ação; já os segundos são aqueles que atuam externamente na planta, tendo indispensavelmente que entrar em contato com o alvo biológico. A classificação de acordo com a respectiva “ação também tem o intuito de contribuir para o entendimento de que a simples lavagem dos alimentos em água corrente não é o suficiente para remover o resíduo químico dos produtos”, ou seja, boa parte dos agrotóxicos de contato e os sistêmicos permanecem nos alimentos mesmo após sua lavagem, pois são absorvidos por tecidos internos da planta (MILKIEWICZ; DAMACENA, 2019, p. 82-83).

Inclusive os agrotóxicos encontram-se classificados como os mais influentes poluentes químicos que se emitem pelo mundo. Os países mais desenvolvidos, além de exportarem agrotóxicos para os países em desenvolvimento, inserem empresas designadas para sua produção (HUPFFER; SUSIN; POL, 2019, p. 143-144).

Outrossim, “o Brasil possui muitos agrotóxicos registrados”, visto que a mão de obra é de baixo custo e as leis existentes possuem regras menos rigorosas, ou seja, dentre as nações que mais consomem agrotóxicos legalmente, o Brasil ganha posição de destaque (MILKIEWICZ; DAMACENA, 2019, p. 77-78), sendo o segundo maior consumidor, justamente por estar entre os maiores produtores agrícolas do planeta, ocupando a posição de segundo maior exportador de alimentos, “o que gera a necessidade do uso intensivo de técnicas que utilizam sementes transgênicas fertilizantes e agrotóxicos” (POL, 2019, p. 83).

Ainda a aplicação de agrotóxico, quando em excesso, “em desacordo com as prescrições técnicas, falta de informação e monitoramento de riscos adquire caráter potencialmente catastrófico”, ou seja, existe o risco de o agrotóxico afetar não só local de sua aplicação, mas outros componentes do meio ambiente além do solo, como a saúde humana e animal. “Pode-se destacar a ocorrência de doenças e mortes que poderiam ser evitadas entre elas, o câncer. A exposição a estes compostos químicos é diária, configurando-se como um grande problema de saúde pública e ambiental” (MILKIEWICZ; DAMACENA, 2019, p. 77-78).

A contaminação humana é sistemática e exposta por três vias principais: i) inalação: é a rota principal para os trabalhadores agrícolas, desde a “utilização na lavoura, transporte, manuseio dos alimentos nos espaços de comercialização”; ii) ingestão: que ocorre de forma indireta “por meio da migração dos agrotóxicos para os alimentos”; iii) absorção: “onde entra em contato com o organismo através da ingestão, no momento do consumo” (FLORES; ATZ; HUPFFER, 2019, p. 26).

Portanto, o impacto das consequências na utilização de agrotóxicos na saúde humana e ambiental tem gerado grande debate por parte de pesquisadores, que, ao analisarem e compararem o município de origem de pacientes, qual seja, neste caso, o estado de São Paulo, com “câncer de fígado, leucemia linfóide e câncer de próstata, observaram que são fortes os indícios de correlação positiva do uso dos agrotóxicos com o desenvolvimento do câncer”, tendo em vista que grande parte do acréscimo destes tipos de câncer acontecem nos indivíduos que tiveram ou ainda tem contato direto com os agrotóxicos (FLORES; ATZ; HUPFFER, 2019, p. 26).

Além disto, as informações referentes ao comportamento ambiental “químico, toxicidade, cancerogenicidade, mutagenicidade, volatilidade e a meia vida do produto podem ser obtidas no sistema ‘Sistema de Informações sobre Agrotóxico’, disponível *online*”. Trata-se de um significativo meio de informação pouco divulgado, disponível para os agentes do Direito e demais cidadãos (MILKIEWICZ; DAMACENA, 2019, p. 82).

Entretanto, ao longo do tempo o entusiasmo mundial pelos agrotóxicos foi perdido, tendo em vista que, após observar os insetos, percebeu-se que estes

criavam resistência aos compostos químicos, o que gerava um acúmulo no meio ambiente, assim, “estes fatos promoveram a ação de diversos governos no sentido de banir ou restringir o uso de pesticidas”. A busca por agrotóxicos “menos persistentes no meio ambiente e mais potentes em relação às pragas” se tornou necessária, tendo em vista as consequências obtidas como os “comprometimentos relativos à contaminação do ar, solo, água e seres vivos”, sendo necessária, assim, a criação de agrotóxicos menos prejudiciais e com resultados eficazes (STOPPELLI; MAGALHÃES, 2005, p. 91-100).

2. A EVOLUÇÃO DOS NANOAGROTÓXICOS: BENEFÍCIOS E RISCOS

Desta forma, surgem, a partir destas pesquisas, os nanoagrotóxicos, que consistem justamente na introdução de nanotecnologia nos agrotóxicos, deixando-os mais potentes, “a maioria das grandes empresas de agroquímicos tem pesquisas de nanoagrotóxicos”, buscam justamente formulações em nanoescala “dos ingredientes ativos que já existem, pois uma nova formulação química normalmente significa uma nova patente, o que estende o monopólio exclusivo sobre um antigo agrotóxico” (BARROS, 2011, p. 30-32).

Ainda outro benefício no desenvolvimento da tecnologia consiste no fato de que “o agroquímico” (nanoagrotóxico) “tem a sua capacidade de matar aumentada, as partículas menores não entopem os bicos dos pulverizadores e, como se dissolvem bem na água, não é necessário agitar os tanques com tanta frequência”. Ou seja, dispensa a necessidade de constante dedicação do agroquímico em relação aos tanques, sendo inclusive dispensável neste caso. “Os agroquímicos usados até agora são responsáveis por poluir o solo, a água, os ecossistemas, reduzir a biodiversidade e afetar a saúde humana” (BARROS, 2011, p. 30-32).

O termo nanoagrotóxicos compreende uma enorme “variedade de produtos e não pode ser utilizado para representar uma única categoria. Nanoformulações que resultam em nanoagrotóxicos combinam vários polímeros e nanopartículas de metal na faixa de tamanho de nanômetros”. O propósito dos nanoagrotóxicos, de modo geral, é o mesmo de outros pesticidas, diferenciando-se apenas em relação ao destino ambiental que é pouco pesquisado e compreendido. Seu objetivo consiste “em fornecer novos compostos agroquímicos e novos mecanismos de entrega para atingir seu alvo, melhorando a produtividade das culturas e, inclusive, com a velha promessa de reduzir os agrotóxicos” (HUPFFER; ARTMANN; POL, 2017, p. 173).

Assim, o estímulo “à pesquisa de aplicações nanotecnológicas no agronegócio” do país vem acontecendo desde “a segunda metade da década de 90 e, em 2006, quando foi inaugurado o Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), como resultado de um investimento conjunto entre Embrapa e Finepe”, totalizando o valor de investimento em torno de quatro milhões de reais. Já a partir de 2013, passou a integrar o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO), sendo instrumento de grande estratégia para o país. Ainda o país ganha destaque na competitividade acerca das patentes na área

de fertilizantes com nanotecnologia, “em 2012, o Brasil aparece como nono país (empatado com a Austrália) em depósitos de patentes e de fertilizantes nanotecnológicos” (HOHENDORFF; LEAL; ENGELMANN, 2019, p. 117).

Dentre as pesquisas realizadas com agrotóxicos, um caso bem-sucedido foi do grupo que estudou a atrazina (SYNGENTA, 2019), “composto usado para combater plantas daninhas e um dos herbicidas mais amplamente aplicados no Brasil”. Na União Europeia, o uso dessa substância se tornou proibido depois que análises indicaram que o composto contaminava lençóis subterrâneos e águas superficiais. O grupo criou uma forma de encapsulamento da substância que coloca o ingrediente “e quimicamente ativo em contato direto com as plantas daninhas”. Desse modo, a eficácia do produto foi multiplicada por dez – ou seja, a quantidade necessária de atrazina passou a ser de 300 gramas por hectare. A tecnologia já foi patenteada e licenciada no ano passado; todavia, o químico Fraceto, que liderou as pesquisas, destacou ser “vital manter em mente que, antes de serem disponibilizadas no mercado, essas inovações sejam testadas de forma metódica. É essencial que sejam realizados estudos que demonstrem a segurança desses sistemas para a saúde humana e para o ambiente” (BRITTO, 2019).

Similarmente, os nanoagrotóxicos podem estar presentes em diversas etapas, desde a lavoura até o consumo final, ou seja, “buscando uma agricultura mais produtiva, sem perdas e mais segura uma vez que os agrotóxicos produzidos a partir de nanoformulação dissolvem mais prontamente na água o que facilita sua aplicação, ampliando também seu poder de ação”. Outro destaque são os “materiais nanoencapsulados” que proporcionam a liberação mais lenta do nanoagrotóxico, proporcionando diversos benefícios no controle de pragas, reduzindo a “exposição dos trabalhadores a agrotóxicos e eliminando a necessidade de solventes tóxicos e inflamáveis” (HOHENDORFF; LEAL; ENGELMANN, 2019, p. 118-119).

Assim, utiliza-se o termo nanoalimento (ou *nanofood*) a fim de caracterizar os alimentos que foram plantados, produzidos ou embalados, por meio da aplicação da nanotecnologia, nanomateriais ou nanoagrotóxicos. Sua aplicação pode ser empregada em todas as etapas de produção dos alimentos; na primeira fase podem ser utilizadas substâncias químicas nanoformuladas para prolongamento de seu resultado em comparação às convencionais e utilizados nanomateriais na purificação da água e limpeza do solo. “Os nanoagrotóxicos não são eliminados na colheita, podendo resultar em potencial exposição ao consumidor”. Na fase de processamento, a nanotecnologia surge em maquinários de produção, onde “os nanoagrotóxicos têm contato direto com os alimentos, por exemplo, no revestimento de máquinas que usam nanopeneiras para eliminar bactérias (BARROS, 2011, p. 16).

Contudo, sua utilização também gera riscos, conforme demonstrado nos estudos “*in vitro*, fica claro que existe possibilidade das nanopartículas de prata produzir danos ao organismo humano, entretanto, poucos são os estudos que tratam especificamente do uso dessas nanopartículas em alimentos ou cosméticos” (HOHENDORFF, 2014, p. 144). Inúmeras são as dúvidas referentes aos riscos dos nanoagrotóxicos em “contato com nanopartículas para o meio ambiente, para

a saúde, segurança dos trabalhadores e consumidores” (BERGER FILHO, 2010, p. 139-140).

Do mesmo modo, o principal problema é a respeito da inalação de nanopartículas, pois, devido ao fato das partículas serem muito pequenas, elas vencem barreiras naturais do aparelho respiratório, sendo depositadas e acumuladas nos alvéolos pulmonares, responsáveis pela troca gasosa de oxigênio e gás carbônico com a corrente sanguínea. “Quando inaladas, podem alcançar os pulmões, podendo ficar acumuladas “neste órgão e provocar doenças crônicas, como inflamação pulmonar, pneumonia entre outras” (ALMEIDA *et al.*, 2015, p. 93).

Portanto, as nanopartículas, se absorvidas por meio dos nanoagrotóxicos, também geram riscos, tendo em vista que podem “viajar até a cadeia de alimentos de humanos e de animais utilizados para consumo humano, de forma semelhante ao DDT”, através da ingestão de alimentos ou pela inalação e absorção da pele, “estando no corpo, as nanopartículas podem ser transportadas para todos os órgãos sem encontrar nenhuma barreira, ou seja, elas podem viajar livremente e se alojar em determinada parte do organismo humano”. Outro risco que pode acontecer “é a bioacumulação de nanopartículas no organismo humano sem que se saiba como elas podem reagir entre si e reagir ao longo do tempo” (ALMEIDA *et al.*, 2015, p. 89-97).

Conclui-se que, em relação à compreensão dos riscos e às dúvidas acerca da ingestão de alimentos nanoengenhierados, da elaboração até as estantes de mercados e demais locais de consumo, “os nanoalimentos são elevados à categoria de difícil controle e monitoramento. A modernização reflexiva não se dá sem refletir profundamente sobre os benefícios e os riscos das inovações tecnológicas e sobre a segurança dos alimentos”. Sendo assim, é necessário sancionar leis em “favor da vida, da saúde pública e do meio ambiente. Para além disso, os desafios que se apresentam com o desenvolvimento de alimentos nanoengenhierados” constituem a obrigação de elaborar “marcos regulatórios com mecanismos de supervisão e novos modelos de gestão de riscos para alimentos” (HUPFFER; ARTMANN; POL, 2017, p. 181-182).

Assim, grande parte da população planetária desconhece o efeito de aditivos alimentares desenvolvidos, que utilizam inclusive nanopartículas para integrar os alimentos que são consumidos diariamente, sem qualquer controle ou regulamentação por parte do Estado, utilizando mecanismos de supervisão nanoespecíficos obrigatórios para fins de proteção da saúde pública e meio ambiente (SANTOS, 2010, p. 74).

3. OS PRINCÍPIOS DA PREVENÇÃO E PRECAUÇÃO COMO MEIOS DE GERENCIAMENTO DOS RISCOS DOS NANOAGROTÓXICOS

A abordagem com precaução dos nanoagrotóxicos requer a utilização de “mecanismos de supervisão nanoespecíficos obrigatórios que considerem as características típicas dos materiais. Dentro desses mecanismos, a proteção da saúde pública e a segurança dos trabalhadores” necessitam de um comprometimento

maior com a pesquisa de “risco crítico e uma ação imediata para mitigar as possíveis exposições até que fique provada a sua segurança. Deve ser colocada a mesma ênfase nas medidas que salvaguardem o meio-ambiente”. A fiscalização deve atender a requisitos mínimos, quais sejam a transparência e o acesso à informação, “com respeito à tomada de decisões, aos testes de segurança e aos produtos” (HOHENDORFF; LEAL; ENGELMANN, 2019).

As reflexões acerca do alcance da nanotecnologia devem abranger os impactos sociais e éticos, necessitando, portanto, da adoção do princípio da precaução, tendo em vista que é classificado como (HOHENDORFF, 2014, p. 144) “princípio fundante e primário da proteção dos interesses das futuras gerações”, que torna imperativo adotar “medidas preventivas e justifica a aplicação de outros princípios, como o da responsabilização e da utilização das melhores tecnologias disponíveis” (CANOTILHO; LEITE, 2008, p. 6-9).

Igualmente o sistema do Direito Ambiental brasileiro necessitava de princípios jurídicos para obterem um norte: assim surgem os princípios jurídicos os quais “contêm força normativa, muito embora haja diferença na estrutura entre princípios e regras”. Tendo em vista sua influência jurídica-normativa, os princípios são essenciais para o avanço do Direito Ambiental, “especialmente para auxiliar na interpretação e suprir as lacunas existentes nas regras” (SARLET; MACHADO; FENSTERSEIFER, 2015, p. 192-193).

Conforme entendimento de Ávila, regras são “normas imediatamente descritivas primariamente retrospectivas e com a pretensão de decibilidade e abrangência, para cuja aplicação se exige a avaliação da correspondência sempre centrada na finalidade que lhes dá suporte ou nos princípios”. Em contrapartida, os princípios “são normas finalísticas, primariamente prospectivas e com pretensão de complementaridade e de parcialidade, cuja aplicação se demanda uma avaliação de correlação entre o estado das coisas a ser promovidos e os efeitos decorrentes da conduta havida necessária” (ÁVILA, 2003, p. 70).

Dentre estes mecanismos de supervisão, aplica-se o princípio da precaução, que tem sua origem “no Direito Alemão, em meados dos anos 70, pelo planejamento e ações que evitassem a implantação de empreendimentos que pudessem oferecer a degradação ambiental” (GONÇALVES; COELHO, 2003, p. 225-262), o que instigou inúmeros países, em nível mundial, que sentiram o dever de adotar políticas de proteção.

No entendimento de Engelmann, Flores e Weyermuller, “na análise das nanotecnologias, no ponto mais elevado da pirâmide estará o princípio da precaução” (ENGELMANN; FLORES; WEYERMULLER, 2010, p. 208). “No Brasil, o princípio da precaução surge apenas em 1992, em três momentos de destaque: i) na Declaração do Rio de Janeiro de 1992; ii) na Convenção sobre Diversidade Biológica; iii) na Convenção das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima” (GONÇALVES; COELHO, 2003, p. 230-231).

Também encontra amparo legal na Constituição de 1988, no artigo 225, tendo em vista a previsão “de imposição de controle de atividades que possam vir a pôr em risco o meio ambiente por serem de impacto ainda desconhecido para a ciência” (HOHENDORFF, 2014, p. 145).

O princípio tem como finalidade impossibilitar a ação de tudo que entende como desastre provável. Sendo assim, objetiva “durabilidade da sadia qualidade de vida das gerações humanas e à continuidade da natureza existente no planeta” (MACHADO, 2014, p. 96). Ademais, em relação à sua aplicação, existem duas versões: a primeira mais aplicada e sólida e a segunda menos utilizada e limitada. A primeira é legitimada pelo setor produtivo, e que não requer que os desenvolvedores de uma nova tecnologia demonstrem primeiramente que “não terá impactos negativos ao meio ambiente, ficando como o órgão regulador o ônus desta prova”.

Além disto, o desenvolvimento dos nanoagrotóxicos “acelerara o desenvolvimento e a comercialização de produtos”; todavia, sem “avaliação de seus riscos, o que instou organismos internacionais e a sociedade civil organizada a invocar o princípio de precaução”, o qual objetiva “frear as pesquisas nesse campo e a consequente transferência de seus resultados para o mercado”. Sendo assim, a adoção deste princípio é uma diretriz, que busca desacelerar a “comercialização de ‘nanoprodutos’ sem uma cuidadosa avaliação das incertezas que os cercam” (TAVARES; SCHRAMM, 2015, p. 244-255).

Diferentemente do princípio da precaução, o princípio da prevenção aplica-se aos casos já conhecidos, ou melhor, aos já ocorridos: “com segurança é possível estabelecer o nexo de causalidade suficiente para identificação dos impactos futuros prováveis” (ANTUNES, 2016, p. 50-51). Nas palavras de Milaré, “quando o perigo é certo e quando se tem elementos seguros para afirmar que uma determinada atividade é efetivamente perigosa” (MILARÉ, 2013, p. 262). A sua finalidade, conforme Dr. Dunda, “é o de impedir que ocorram danos ao meio ambiente, concretizando-se, portanto, pela adoção de cautelas, antes da efetiva execução de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais” (DUNDA, 2014).

Outrossim, a adoção deste é “fundamental para a proteção dos bens e interesses tutelados pelo Direito Ambiental, os quais, pela sua natureza e especialidade não admitem na maioria das vezes, a reparação”. Para que a prevenção ocorra é essencial compreender “o que se pretende por essa forma proteger. Sem conhecimento prévio não há prevenção”, sendo necessário, portanto, realizar um levantamento de dados, a fim de compreender qual o intuito na utilização da prevenção (RAMOS, 2007).

Também encontra amparo legal nos artigos 225 e respectivos da Constituição Federal: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1989). A prerrogativa a um meio ambiente ecologicamente estabilizado obriga, ao poder público, uma série de deveres quanto “à avaliação e fiscalização de processos e produtos que possam compor riscos ao meio ambiente e aos seres humanos” (BERWIG, 2019).

Nas palavras de Mirra, “se existem fundamentos de ordem científica para concluir-se que uma determinada atividade causa degradação ambiental ou é suscetível de causá-la, por força do princípio da precaução torna-se indispensável adotarem-se medidas eficazes para impedir essa atividade, ainda que o seu caráter

lesivo seja passível de contestação científica”. A possibilidade de risco significativo e “fundado da ocorrência de uma degradação, ainda que não haja certeza científica absoluta, impõe a adoção de medidas para impedi-la ou obstá-la, inclusive pela via judicial” (MIRRA, 2001, p. 96).

Sua aplicação verifica-se quando o “prejuízo ambiental é conhecido, mais ou menos mensurável em seus efeitos e relacionado de forma direta a determinado empreendimento, atividade ou tecnologia. O licenciamento ambiental, assim como os estudos de impacto ambiental exigidos pela legislação”, ou ainda demais instrumentos de controle, são modelos claros da utilização do princípio da aplicação, cabe destacar que sua utilização exige atualização e reavaliação (BERWIG, 2019, p. 289-291).

Nas palavras de Berwig (2019, p. 291), é “aplicável aos impactos ambientais já conhecidos com possível verificação do nexo de causalidade entre a atividade e os futuros danos ambientais prováveis”. Outro ponto fundamental para utilização eficaz do princípio é a vinculação com o princípio da informação, o qual possibilita ao indivíduo “estar informado e participar direta ou indiretamente da tomada de decisões, isso se torna mais difícil em uma sociedade que atualmente, em sua maioria, desconhece os riscos dos produtos que consome e das atividades econômicas que os circundam”, consequência da ausência de preocupação do poder público e das fábricas “de informar de forma clara e precisa sobre o risco potencial destes”.

Ainda, em nível nacional, mesmo existindo normas relativas à rotulagem de transgênicos, substâncias químicas perigosas e agrotóxicos, encontram-se no mercado diversos produtos sem a informação adequada ao consumidor e as pesquisas sobre danos e riscos são quase inexistentes (BERGER FILHO, 2010, p. 161).

Da mesma forma, a utilização de nanoagrotóxicos enquadra-se claramente nesta situação de “desinformação e desinteresse quanto aos riscos, com um agravante: não existem normas que imponham a identificação” de produtos com nanoagrotóxicos. Em nível nacional, o nível de informação sobre estes é reduzidíssimo, ainda mais no caso de suas aplicações na agricultura, área esta onde tem sido mais aplicado (BERGER FILHO, 2010, p. 161).

Diante disso, os princípios da precaução e prevenção devem ser utilizados para fiscalização das nanotecnologias e nanomateriais, especialmente porque “a questão da regulamentação da nanotecnologia ainda não está definida em muitos países, inclusive no Brasil, o que não tem impedido que muitos produtos com nanoagrotóxicos estejam presentes no mercado”. Este cenário tem gerado grande ansiedade e aflição em vários “segmentos da sociedade como a científica, organismos não-governamentais e empresariado” (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2011, p. 29).

Outrossim, na falta de base científica sólida, exige-se do Direito resolução jurídica vinculada “em condições de incerteza, ou seja, decisões de sim ou não sobre suas atividades, produtos, substâncias ou técnicas relacionadas aos nanoagrotóxicos de modo que os juristas devem agir com prudência e um especial bom senso na aplicação de medidas evitatórias”, com a finalidade de melhores condições de enfrentar os contratempos sobrevivendo da nova tecnologia (HOHENDORFF, 2014, p. 150).

4. AS POSSÍVEIS RESPOSTAS DO DIREITO AMBIENTAL PARA OS RISCOS DOS NANOAGROTÓXICOS

A situação complica quando se chega à conclusão de que “a ciência ainda não tem todas as respostas sobre os riscos e perigos dos agrotóxicos no seu tamanho maior, que dirá ter informações seguras e compreensíveis para os consumidores sobre as propriedades dos nanoagrotóxicos” e suas ações com outras nanopartículas (HUPFFER; ARTMANN; POL, 2017, p. 177-178).

Isto posto, se o agrotóxico por si só já motiva tantas adversidades à saúde humana e ao meio ambiente, suponha esse mesmo item desenvolvido e “consumido na escala nano”. Os seres humanos “podem estar produzindo novas patologias de difícil mensuração e que se ampliam com outras nanopartículas que vão sendo inseridas nos processos de cadeia alimentar até chegar à mesa do consumidor”. É indispensável uma compreensão aprofundada a respeito dos resultados dos nanoagrotóxicos e sua destinação após a aplicação, indagações sobre nanoagrotóxicos devem ser uma preferência para a prevenção da “qualidade da cadeia alimentar, da segurança alimentar, do meio ambiente e da saúde humana” (HUPFFER; ARTMANN; POL, 2017, p. 177-178).

Do mesmo modo, em nível nacional, não há regras distintivas sobre a utilização da “tecnologia nano aos alimentos ou produtos diversos. A lei ainda não distingue produtos com partículas em escala normal e produtos com nanopartículas, embora já haja comprovação de que as nanopartículas produzem consequências distintas”. A variedade de ferramentas adotadas e os diferentes moldes de “exposição humana, voluntária ou não, demonstram a complexidade e dificuldade de regulação da matéria. Contudo, enquanto não são elaboradas diretrizes regulatórias específicas”, é fundamental propiciar a discussão, a fim de tornar público os principais riscos resultantes desses produtos. Apesar destas incertezas, “os produtos já estão no mercado, à disposição dos consumidores, que são atraídos pela forte propaganda que exalta a eficiência da tecnologia nano” (ENGELMANN; ALDROVANDI, 2012, p. 693-694).

No entanto, não são apresentados “os resultados das pesquisas sobre a potencial toxicidade” dos produtos com nanoagrotóxicos, “até porque faltam investimentos para pesquisas com esse fim”. Atualmente, é impossível afirmar algo sobre a segurança dos alimentos ou produtos com nanoagrotóxicos, considerando “o desconhecimento sobre a toxicidade que há pouco vem sendo avaliada na escala nano. Ainda estamos longe do estabelecimento de critérios para níveis de segurança sobre a exposição aos nanomateriais” (ENGELMANN; ALDROVANDI, 2012, p. 693-694).

Mesmo nestas circunstâncias, as indagações são insatisfatórias “e as consequências da exposição humana aos nanoalimentos são ainda desconhecidas, cabe o alerta ao consumidor, que tem direito à informação, sobre os riscos do produto, com o objetivo de prevenir eventuais prejuízos à sua saúde”. A referência “clara sobre os riscos do produto demonstra a boa-fé e a transparência defendidas nas relações de consumo, sendo pressuposto do exercício da liberdade de optar pela exposição ou não às consequências ainda desconhecidas”. Todavia, descumpe “esse

direito aquele produtor ou fornecedor que não atende a essas exigências legais” (ENGELMANN; ALDROVANDI, 2012, p. 693-694).

Do mesmo modo, os nanoagrotóxicos “exigirão uma nova Teoria das Fontes do Direito, que promova um efetivo diálogo entre todas elas, sem uma hierarquia específica, mas canais de comunicação e complementação conteudísticos” (ENGELMANN; BERGER FILHO, 2010, p. 82). Além disso, deverá “ocorrer o trabalho em conjunto das fontes do Direito com as demais ciências, tanto no âmbito nacional, quanto internacional, para solucionar as múltiplas demandas do caso em concreto, harmonizando os múltiplos interesses e, estando no núcleo da discussão, a Constituição da República” (AYALA, 2010, p. 330).

Ayala elucida a utilidade do sistema jurídico do futuro, o qual deve oferecer a devida proteção: “a organização jurídica do futuro relaciona risco, decisão e democracia” em um empenho de melhoria dos canais de cooperação, introdução e “protagonismo decisório na decisão sobre os riscos, em que outros aspectos não científicos deverão ser levados em consideração pelo direito (*legal considerateness*)”, como questões consideráveis na criação das possibilidades sobre as ameaças iminentes, alcançando distinção “o tempo (futuro) e a dignidade jurídica da natureza” (AYALA, 2010, p. 330).

Por outro lado, é indispensável a obrigação planetária de verdade: “o reconhecimento do fato de que todos nós que compartilhamos o planeta dependemos uns dos outros para o nosso presente e futuro; de que nada que fazemos ou falhamos ao fazer é indiferente para o destino de qualquer pessoa; e que já não podemos”, nenhum de nós, alcançar e encontrar “abrigos privados para tempestades originadas em qualquer parte do globo” (BAUMAN, 2011, p. 35).

Ainda salienta-se que não “existe um caminho preexistente para conciliar os riscos advindos dos nanoalimentos. Contudo, juntamente com a ciência jurídica, faz-se necessária uma reflexão filosófica e, nesse sentido,” nos associamos a ideais indicados por Hans Jonas, especialmente sobre as concepções “sobre o princípio da responsabilidade. Esse princípio, em suma, alerta que qualquer ação ou decisão deverá ser levada em conta as gerações futuras como um pacto fundamental, pois viver o presente sem limites é condenar o futuro” (WEYERMULLER; SILVA; FIGUEIREDO, 2017, p. 200-201).

Destarte, o marco regulatório acerca dos nanoagrotóxicos, tanto em nível internacional quanto nacional, é excessivamente complicado, “devido a todos os interesses envolvidos, assim como as próprias características dessa tecnologia”. No Brasil, não se encontra uma lei específica definindo o tema: “os nanoalimentos ainda são uma dúvida, pois existem poucos estudos sobre seus benefícios e riscos, mesmo com esses produtos em breve estarem na mesa de boa parte da população mundial”. Assim, “não se pode aceitar a falta de regulamentação e controle efetivo sobre a utilização indiscriminada de alimentos, com esses componentes ainda tão pouco conhecidos em relação aos seus riscos” (WEYERMULLER; SILVA; FIGUEIREDO, 2017, p. 200-201).

Contudo, com tantas modificações e adversidades, existe a carência de ajustamento das normas jurídicas, com a finalidade de aplicar efetivamente diretrizes de sustentabilidade, mesmo que não se tenha convicção quanto aos efetivos

resultados da utilização de nanoagrotóxicos. “O Direito não pode se abster de tutelar os interesses das futuras gerações em relação às qualidades ambientais necessárias para uma existência digna, sob pena de negar a sua função de construção de um futuro desejado” e equilibrado (SILVA, 2015, p. 150-151).

Por fim, a sustentabilidade ambiental deve sempre ser considerada ao longo de todas as etapas e do ciclo de vida dos nanoagrotóxicos, a fim de frustrar o retrocesso ambiental. A preocupação com as consequências ambientais existe justamente pelo fato de que não atingem somente os seres humanos, mas um todo, inclusive os demais seres humanos presentes na natureza, o que deve ser levado em consideração, tendo em vista a “obrigação planetária”, conforme citado acima, e o não retrocesso ambiental. O desafio dos nanoagrotóxicos consiste na possibilidade de usufruir os seus benefícios e, ao mesmo tempo, limitar seus danos associados aos seres humanos e riscos ambientais (HOHENDORFF; LEAL; ENGELMANN, 2019, p. 132-133).

CONCLUSÃO

A inovação dos nanoagrotóxicos está em desenvolvimento na sociedade e as mercadorias oriundas desta manipulação estão sendo utilizadas e disponibilizadas sem que seus reais riscos e efeitos sobre o meio ambiente e a saúde humana sejam conhecidos. Outrossim, apesar das inovações humanas permitirem os avanços tecnológicos, a fim de modernizar a qualidade de vida, é necessário ponderar que o ser humano é elemento integrante da Terra e lhe incube, portanto, a obrigação de agir com responsabilidade em relação ao futuro e ao desconhecido, se dispondo a conhecer os riscos advindos dos nanoagrotóxicos e adotando princípios de supervisão, a fim de nortear estes mecanismos de supervisão nanoespecíficos obrigatórios, os quais buscam considerar as características típicas dos nanoagrotóxicos.

Abordou-se a necessidade de implementação de mecanismos de supervisão nanoespecíficos obrigatórios, a fim de obter uma limitação referente à sua utilização em larga escala na agricultura. Tendo em vista sua influência jurídica-normativa, os princípios são essenciais para o avanço do Direito Ambiental, especialmente para auxiliar na interpretação e suprir as lacunas existentes na legislação brasileira referente às novas tecnologias.

O governo segue atuando com significativas aplicações, utilizando como filtro para as influências de fora. O dever de adesão de medidas de segurança está vinculado diretamente à precaução e à prevenção apropriadas, sistemáticas (conjunto de leis, mecanismos de análise e administração de riscos), que regulamentem ou interrompam os danos, e alterações nocivas, relacionadas à supervivência da vida humana e de todas as formas de vida relacionadas à estabilidade e equilíbrio dos seres vivos e do meio ambiente.

Conclui-se que, referente os nanoagrotóxicos, cabe ao Direito Ambiental brasileiro a utilização de instrumentos sustentáveis, observando os acontecimentos ambientais, sociais e de saúde humana. O Estado, por meio do Direito, tem a obrigação de disponibilizar os conhecimentos existentes sobre o assunto, divul-

gando os benefícios, malefícios, além de seus riscos, para que cada indivíduo tenha a chance de escolha e de proteção frente aos nanoagrotóxicos.

Inclusive os sistemas econômico, governamental, forense e coletivo têm obrigação, pelos entendimentos tomados, e o que se nota, no Brasil, que não se autoriza definir sobre o tema corretamente, visto que o Direito reivindica convicções antecedentemente à tomada de decisões, bem como, frequentemente, aguarda ocorrer o fato danoso, para que então passe a atuar e regulamentar determinado fato. Dessa forma, os nanoagrotóxicos surgem como mais um desafio para o Direito brasileiro. Cabe ressaltar que a inspeção a respeito da manipulação dos nanoagrotóxicos é tão significativa quanto à constituição de um marco regulatório, uma vez que, sem um desempenho efetivo do poder público, o contexto atual não progredirá.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Cartilha de nanotecnologia**. Brasília: ABDI, 2010. Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br/images/publicacoes_teses_livros_resumo_cartilha_abdi.pdf. Acesso em: 20 abr. 2020.
- ALMEIDA, Carolina Ana Almeida Sérgio et al. Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos. **Polímeros**, São Carlos, SP, v. 25, p. 89-97, dez. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282015000700013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 maio 2020.
- ANDRADES, Thiago Oliveira de; GANINI, Rosângela Nesser. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, MG, v. 21, 2007. Disponível em: https://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf. Acesso em: 5 abr. 2020.
- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 18. ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: Atlas, 2016.
- ÁVILA, Humberto. **Teoria dos princípios**: da definição à aplicação dos princípios jurídicos. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2003.
- AYALA, Patryck de Araújo. A proteção jurídica das futuras gerações na sociedade de risco global: direito futuro na ordem constitucional brasileira. In: LEITE, José Rubens Morato; FERREIRA, Helene Sivini; BORATTI, Larissa Verri (orgs.). **Estado de Direito Ambiental**: tendências. 2. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2010.
- BALSAN, Rosane. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território**: Revista de Geografia Agrária, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/11787>. Acesso em: 18 maio 2020.

- BARROS, Silva Maria Rosa. **Nanoalimentos e nanotecnologias aplicadas a alimentos**: riscos potenciais necessidades regulatórias e proposta de instrumento para verificar opiniões sobre riscos potenciais à saúde e ao ambiente. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/24465>. Acesso em: 20 maio 2020.
- BAUMAN, Zygmunt. **A ética é possível num mundo de consumidores?** Tradução de Alexandre Werneck. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2011.
- BERGER FILHO, Guilherme Airton. Nanotecnologia e direito: entre a inovação e a prudência. **Interesse Público**, Belo Horizonte, n. 64, nov./dez. 2010.
- BERWIG, Juliane Altmann. **A gestão dos riscos ambientais na nanotecnologia a partir de estudo de um caso**: a elaboração de framework com fundamento no sistema do Direito Ambiental brasileiro. 2019. 480 f. Tese (Doutorado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/7791>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELMANN, Wilson. **Responsabilidade civil e nanotecnologias**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Disciplina 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. Brasília: DOU, 1989. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=614EC16F7D8D7AE269B0505528F1B7D.proposicoesWebExterno1?codteor=356265&filename=LegislacaoCitada+-PL+6189/2005. Acesso em: 25 abr. 2020.
- BRITTO, Sabrina. Com nanotecnologia, cientistas diminuem uso de agrotóxicos nas lavouras. **Revista Veja**, São Paulo, 29 mar. 2019. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/com-nanotecnologia-cientistas-diminuem-uso-de-agrotoxicos-nas-lavouras/>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato. **Direito constitucional ambiental brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.
- DUNDA, Bruno Faro Eloy. Os princípios da prevenção e da precaução no Direito Ambiental. **Blog Ebeji**, João Pessoa, 18 mar. 2014. Disponível em: <http://blog.ebeji.com.br/os-principios-da-prevencao-e-da-precaucao-no-direito-ambiental>. Acesso em: 17 maio 2020.
- ENGELMANN, Wilson; ALDROVANDI, Andreia. O direito à informação sobre a toxicidade dos nanoalimentos. **Pensar**, Fortaleza, v. 17, n. 2, p. 672-

- 698, jul./dez. 2012. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:6J_2xo7G6gMJ:periodicos.unifor.br/pen/article/download/2321/pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 9 abr. 2020.
- ENGELMANN, Wilson; BERGER FILHO, Airton Guilherme. As nanotecnologias e o Direito Ambiental: a mediação entre custos e benefícios na construção de marcos regulatórios. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 59, p. 50-91, 2010.
- ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010.
- FLORES, Paulo César Prestes; ATZ, Ana Paula; HUPFFER, Haide Maria. A atualidade das denúncias de Rachel Carson na obra primavera silenciosa em relação ao uso de glifosato no Brasil. In: HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson; WEYERMÜLLER, Rafael André (orgs.). **Os desafios jurídico-ambientais do uso de agrotóxicos**. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2019.
- GONÇALVES, Frederico Cezar; COELHO Paulo César. Princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. **Cadernos de Ciência e Tecnologia Embrapa**, Brasília, n. 2, v. 20, maio/ago. 2003.
- HOHENDORFF, Raquel Von. **Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil**: a gestão dos riscos a partir do diálogo entre as fontes do Direito. 2014. 223 f. Dissertação (Mestrado em Direito Público) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2014.
- HOHENDORFF, Raquel Von; LEAL, Daniele Weber; ENGELMANN, Wilson. Os nanoagroquímicos: mais um desafio ao Direito brasileiro. In: HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson; WEYERMÜLLER, Rafael André (orgs.). **Os desafios jurídico-ambientais do uso de agrotóxicos**. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2019.
- HUPFFER, Haide Maria; ARTMANN, Maicon; POL, Jeferson Jeldoci. Sociedade de risco e nanoagrotóxico: reflexões sobre os riscos invisíveis postos à mesa. In: ENGELMANN, Wilson; HUPFFER, Haide Maria (orgs.). **Impactos sociais e jurídicos das nanotecnologias**. 1. ed. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2017.
- HUPFFER, Haide Maria; SUSIN, Elizete Brando, POL, Jeferson Jeldoci. (Ir)responsabilidade organizada na liberação de agrotóxicos no Brasil. In: HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson; WEYERMÜLLER, Rafael André (orgs.). **Os desafios jurídico-ambientais do uso de agrotóxicos**. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2019.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental brasileiro**. 22 ed. rev. ampl e atual. São Paulo: Malheiros, 2014.

- MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 8. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.
- MILKIEWICZ, Larissa; DAMACENA, Fernanda Dalla Libera. Agrotóxicos, dignidade humana e algumas reflexões inconvenientes. In: HUPFFER, Haide Maria; ENGELMANN, Wilson; WEYERMÜLLER, Rafael André (orgs.). **Os desafios jurídico-ambientais do uso de agrotóxicos**. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2019.
- MIRRA, Álvaro Luiz Valery. Direito Ambiental: o princípio da precaução e sua aplicação judicial. **Revista de Direito Ambiental**, ano 6, n. 21, p. 102, jan./mar. 2001.
- PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa; DUBOIS, Gaetan Serge. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. **Scielo Books**, Rio de Janeiro, p. 21-41, 2003. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_01_veneno_ou_remedio.pdf. Acesso em: 3 abr. 2020.
- POL, Jeferson Jeldoci. **A aplicabilidade das normas jurídicas brasileira sobre agrotóxico nas decisões dos tribunais de justiça dos estados do Sul do Brasil e tribunais superiores no período 2007-2008 sob a perceptiva da teoria sistêmica**. 2019. 200 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2019.
- RAMOS, Carlos Fernando Silva. Princípio da prevenção. **Jus.com**, 18 abr. 2007. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/9574/principio-da-prevencao/1>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- RIBEIRO, Dayane Santos; PEREIRA, Tatiana da Silva, O agrotóxico nosso de cada dia. **Vitalle Revista de Ciência da Saúde**, v. 28, p. 14-26, 2016. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/6187>. Acesso em: 20 maio 2020.
- SANTOS, Carlos Lopes dos *et al.* Novos desafios para a proteção ambiental: nanotecnologia, nanotoxicologia e meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 15, n. 57, p. 71-85, jan./mar. 2010.
- SARLET, Ingo Wolfgang; MACHADO, Paulo Affonso Leme; FENSTERSEIFER, Tiago. **Constituição e legislação ambiental comentadas**. São Paulo: Saraiva, 2015.
- SILVA, Marcos Vinícius Viana. **Concretização do Direito Ambiental e novas tecnologias: mecanismos de enfrentamento da crise econômica transnacional**. 2015. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Jurídicas) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2010. Disponível em: <http://siaibib01.univali.br/pdf/Marcos%20Vinicius%20Viana%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.
- STOPPELLI, Illona Maria Brito Sá; MAGALHÃES, Cláudio Picanço. Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos. **Revista Ciência e Saúde Co-**

letiva, n. 10, p. 91-100, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v10s0/a12v10s0.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SYNGENTA. Herbicida Proof. São Paulo, 2019. **Syngenta Global**. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/product/crop-protection/herbicida/proof>. Acesso em: 22 abr. 2020.

TAVARES, Eder Torres; SCHRAMM, Fermin Roland. Princípio de precaução e nanotecnociências. **Revista Bioética**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 244-255, ago. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422015000200244&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 maio 2020.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. O campesinato brasileiro: uma história de resistência. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 52, supl. 1, p. 25-44, 2014. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/9248/5282>. Acesso em: 20 abr. 2020.

WEYERMULLER, André Rafael; SILVA, Bruno de Lima; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. O Direito e os nanoalimentos: regulação, riscos e incertezas. In: ENGELMANN, Wilson; HUPFFER, Haide Maria (orgs.). **Impactos sociais e jurídicos das nanotecnologias**. 1. ed. São Leopoldo, RS: Casa Leiria, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- ADIN 5.553 130, 131
Agência Nacional de Vigilância Sanitária 55, 151
agrobiotecnología 14, 17, 21
agroquímico 67, 71, 72, 77, 179
agroquímicos 6, 12, 67, 72, 73, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 131, 132, 145, 147, 157, 179, 190
agrotóxico 50, 52, 54, 56, 123, 124, 125, 134, 138, 151, 162, 163, 167, 168, 171, 172, 176, 178, 179, 185, 191
agrotóxicos 2, 6, 7, 11, 12, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 83, 87, 97, 117, 118, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 184, 185, 189, 190, 191, 199, 200
águas catarinenses 6, 31, 32, 33, 37, 43, 44
altamente tóxico 160
amicus curiae 130, 131
ANVISA 54, 55, 59, 62, 127, 149, 151, 160, 161, 162, 170, 171, 172, 173

B

- benefícios fiscais 130
biodiversidade 69, 89, 121, 122, 124, 143, 177, 179
biorremediação 6, 97, 103, 104, 106
biotecnologia 12, 68, 70, 74, 75, 77, 79, 84, 152
biotecnología 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 78
biotecnología verde 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
bolsa agrotóxicos 130

C

carcinogênico 53
carcinogénicos 98
CDC 159, 164, 165, 166, 172
co-contaminados 103, 104, 106, 107
Código de Defesa do Consumidor 158, 164, 171, 172
compliance 20, 21, 23
consumidor 14, 25, 30, 51, 52, 55, 61, 64, 84, 87, 90, 118, 130, 141, 143,
146, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 164, 165, 166, 170, 171, 172,
178, 180, 184, 185
consumismo 142, 147
Covid-19 7, 12, 57, 117, 118, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 131,
132, 133, 134, 135

D

degradação ambiental 58, 117, 118, 121, 122, 129, 132, 135, 138, 182, 183
Derechos Humanos 6, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
desastre 45, 118, 122, 131, 134, 183
desenvolvimento sustentável 37, 39, 49, 50, 57, 59, 61, 62, 66, 68, 82, 89, 90,
92, 94, 132
Dewayne Johnson *versus* Monsanto Company 68, 76
dignidade humana 56, 157, 191
Direito do Consumidor 156, 164, 171, 172
direito patentário 67, 69, 71, 72, 77
Direitos Humanos 12, 37, 60, 81, 89, 119, 126, 156, 157, 199
Dose de Referência Aguda 54

E

ecocídio hídrico 32, 33, 41, 43
ecossistema 32, 42, 49, 71, 74, 85, 86
ecossistemas 41, 67, 86, 97, 99, 100, 103, 105, 106, 119, 121, 122, 123, 124,
127, 128, 133, 143, 146, 147, 150, 179
extremamente tóxico 38, 149, 160

F

fitorremediação 6, 97, 103, 104, 106
flexibilização 7, 12, 117, 118, 127, 128, 161

G

gerações futuras 9, 57, 75, 91, 118, 132, 186
 glifosato 6, 12, 55, 59, 66, 67, 70, 71, 74, 76, 78, 80, 102, 103, 105, 190
 Governo Brasileiro 126
 Greenpeace 161, 172

H

herbicida 38, 70, 71, 76, 102, 147, 192
 herbicida Roundup 70
 herbicidas 55, 61, 72, 98, 99, 102, 105, 177, 180

I

incerteza científica 58, 73, 170
 intoxicação 53, 54, 55, 60, 62, 144, 161, 167, 169, 170, 172

L

legislação permissiva 126, 131

M

Micro(nano)plásticos 106
 microplásticos 6, 12, 97, 100, 101, 103
 modelo agrícola 49, 50, 52, 60, 61
 modelo químico-dependente 126

N

nanoagrotóxico 179, 180, 190
 nanoalimento 180
 nanoalimentos 181, 185, 186, 189, 192
 nanotecnologia 82, 83, 84, 85, 86, 88, 91, 92, 93, 175, 179, 180, 182, 184,
 188, 189, 191
 nanotecnología 94

O

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 82, 89, 94
 ODS 16, 17, 20, 26, 89, 90, 95
 OGM 13

P

patentes 6, 12, 34, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 162, 179, 180

pesticida 74, 103

pesticidas 6, 12, 17, 43, 45, 60, 86, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 112, 119, 122, 123, 124, 126, 132, 138, 146, 148, 151, 160, 161, 163, 173, 176, 179

Primavera Silenciosa 123

Princípio da Inafastabilidade da Jurisdição 56

Princípio da Informação 7, 12, 155, 156, 159, 162, 184

Princípio da Precaução 6, 12, 49, 58, 59, 62, 64, 66, 73, 91, 182, 183, 191

Princípio da Prevenção 183

Productos GM 14, 16, 17, 18, 19, 24, 26

Propriedade Intelectual 67, 68, 75, 77, 78, 79

Proteção Patentária 71, 73

prudência 74, 184, 189

Q

qualidade de vida 33, 57, 74, 77, 140, 147, 151, 164, 165, 183, 187

R

resíduos químicos 49, 50, 54, 148

responsabilidade 2, 4, 30, 42, 57, 82, 88, 91, 92, 117, 127, 133, 143, 159, 161, 163, 166, 167, 172, 186, 187, 189, 190, 199

retrocesso ambiental 88, 91, 127, 132, 187

risco 2, 6, 12, 34, 36, 37, 39, 44, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 72, 74, 81, 82, 83, 85, 89, 91, 92, 97, 117, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 138, 139, 140, 146, 148, 150, 151, 152, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 166, 170, 178, 181, 182, 184, 186, 188, 190, 199, 200

S

Segurança Alimentar 49, 50, 55, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 70, 75, 90, 128, 129, 163, 185, 191

setor agrícola 50, 55, 56, 60, 61, 85, 176

Sistema de Classificação Globalmente Unificado 163

sociedade consumocentrista 7, 137, 143, 144, 151

sociedade de consumo 138, 141, 142, 153

sociedade de risco 2, 44, 54, 55, 62, 117, 138, 139, 140, 151, 152, 188, 190, 199

solos contaminados 53, 100, 105, 106

T

toxicidade 53, 70, 71, 74, 78, 84, 85, 87, 91, 100, 101, 104, 132, 156, 161,
178, 185, 189

tóxico 38, 41, 149, 160, 161, 168, 193, 194



CASA LEIRIA
Rua do Parque, 470
São Leopoldo-RS Brasil
casaleiria@casaleiria.com.br

HAIDE MARIA HUPFFER: Pós-Doutora em Direito pela UNISINOS. Doutora e Mestre em Direito pela UNISINOS; Docente e Pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental e no curso de Direito da Universidade Feevale. Líder do Grupo de Pesquisa Direito e Desenvolvimento CNPq/FEEVALE. Coordenadora do Projeto Agrotóxicos e Sociedade de Risco: Limites e Responsabilidade pelo Risco Ambiental financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul -FAPERGS.

WILSON ENGELMANN: Pós-Doutor em Direito Público-Direitos Humanos pelo Centro de Estudios de Seguridad - CESEG, da Facultad de Derecho da Universidade de Santiago de Compostela; Coordenador Executivo, Professor e Pesquisador do Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios; Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Direito - Mestrado e Doutorado, ambos da UNISINOS; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; Líder do Grupo de Pesquisa JUSNANO, credenciado junto ao CNPq.

ANDRÉ RAFAEL WEYERMÜLLER. Pós-doutor em Direito pela PUC-Rio. Pós-doutorando na URI. Doutor em Direito pela Unisinos. Mestre em Direito Público pela Unisinos. Pesquisador e Docente no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental e no mestrado profissional em Indústria Criativa da Universidade Feevale. Docente permanente no Mestrado Profissional em Direito da Empresa e dos Negócios da Unisinos. Docente no Curso de Graduação em Direito da Universidade Feevale e da Unisinos. Advogado.

Simplificações e generalizações são cada vez mais comuns na atual quadra da história, sendo que tal realidade fica ainda mais evidente na temática ambiental, infelizmente. Os sistemas sociais da Economia e do Direito e sua improbabilidade comunicativa são os sistemas-chave que permitem observar a complexidade da sociedade na atualidade. A utilização de agrotóxicos tem evidente motivação econômica e óbvia implicação ambiental. Talvez por isso o tema exija tantas pesquisas de áreas diferentes para ser enfrentado com mais efetividade. A obra proporciona essa dimensão ao congregar reflexões sobre risco, princípios, tecnologias, direitos, complexidade e consumo, entre outros aspectos que compõem um conjunto maior, um sistema.

A qualidade e a profundidade das pesquisas aqui publicadas merecem destaque e divulgação, como mais um elemento de contribuição da Academia em benefício da ciência, da sociedade, do meio ambiente e do futuro.

Prof. Dr. Leonel Severo Rocha

Prof. Dr. André Rafael Weyermüller

