

# **VI ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI**

## **BIODIREITO E DIREITOS DOS ANIMAIS**

**JANAÍNA MACHADO STURZA**

**LIVIA GAIGHER BOSIO CAMPELLO**

**HERON JOSÉ DE SANTANA GORDILHO**

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

**Diretoria - CONPEDI**

**Presidente** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

**Diretora Executiva** - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - UNIVEM/FMU - São Paulo

**Vice-presidente Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

**Vice-presidente Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

**Vice-presidente Sudeste** - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

**Vice-presidente Nordeste** - Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

**Representante Discente:** Prof. Dra. Sinara Lacerda Andrade - UNIMAR/FEPODI - São Paulo

**Conselho Fiscal:**

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - ESDHC - Minas Gerais

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM - Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - Ceará

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR - São Paulo

**Secretarias**

**Relações Institucionais:**

Prof. Dra. Daniela Marques De Moraes - UNB - Distrito Federal

Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - UNIVEM - São Paulo

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie - São Paulo

**Comunicação:**

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - Paraíba

Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro - UNOESC - Santa Catarina

**Relações Internacionais para o Continente Americano:**

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

**Relações Internacionais para os demais Continentes:**

Prof. Dr. José Barroso Filho - ENAJUM

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - São Paulo

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicritiba - Paraná

**Eventos:**

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - Minas Gerais

Profa. Dra. Cinthia Obladen de Almendra Freitas - PUC - Paraná

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - Mato Grosso do Sul

**Membro Nato** - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UMICAP - Pernambuco

B615

Biodireito e direitos dos animais [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Heron José de Santana Gordilho; Janaína Machado Sturza; Livia Gaigher Bosio Campello – Florianópolis; CONPEDI, 2023.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-706-9

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: Direito e Políticas Públicas na era digital

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Bio direito. 3. Direito dos animais. VI Encontro Virtual do CONPEDI (1; 2023; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



# VI ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

## BIODIREITO E DIREITOS DOS ANIMAIS

---

### **Apresentação**

#### BIODIREITO E DIREITOS DOS ANIMAIS I

O VI Encontro Virtual do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (CONPEDI), o maior encontro da pesquisa e pós-graduação jurídica do país, teve como tema “Direito e Políticas Públicas na era digital”. Como de costume, o Encontro Virtual do CONPEDI promoveu uma ampla integração acadêmica, com a participação de pesquisadores de todas as regiões do país e do exterior.

Neste cenário, o GT Biodireito e Direito dos Animais I contou com trabalhos de grande relevância no que concerne às mais diferentes possibilidades de interlocução com as pautas vinculadas ao biodireito e aos direitos dos animais, sendo que, para uma melhor discussão dos temas, dividiu-se o GT em dois blocos. O primeiro bloco tratou dos direitos dos animais:

O artigo A coexistência entre o direito à vida digna de animais no contexto dos cultos de matriz africana “Candomblé”, do professor Doutor Valmir Cesar Pozzetti (UFAM e UEA) defende que o sacrifício indiscriminado de animais em rituais de candomblé, religião de matriz africana, viola o direito à vida, devendo ser combatida pelo direito positivo, por meio de criação de normas efetivas que visem uma harmoniosa relação de intersubjetividade dos reinos humano e animal, garantindo a estes últimos a titularidade de direitos, como prevê o novo constitucionalismo latino americano.

O artigo Políticas de Alteridade Animal: o percurso do bem semovente à condição de sujeito de direitos garantida por lei da professora Ângela Maria Griboggi (FESP e FATEC) propõe a implementação de políticas públicas para os animais, a partir de uma perspectiva de alteridade, que reconhecendo-o como um ser vivo senciente, detentor de direitos e garantias que lhes resguardem dignidade e respeito, como se verifica na Lei Municipal nº 3.917/21, de São José dos Pinhás no Estado do Paraná.

O artigo A teoria dos motivos determinantes no julgado da vaquejada: questões após a Emenda 96/2017, de Juan Hatzfeld dos Santos, o bacharel em Direito PELA FADERGS analisa a aplicação da teoria da transcendência dos motivos determinantes no julgado da Vaquejada, avaliação da ratio decidendi e do núcleo da modificação constitucional trazido pela EC 96/2017

O artigo Estado de Direito Ecológico e a natureza como sujeito de direitos: um panorama da jurisprudência do Supremo Tribunal Federal, do professor Denny Vital (Universidade Corporativa da Polícia Rodoviária Federal), analisa que embora o STF ainda não abraçe essa tese, a jurisprudência avançou nos últimos anos em direção a um projeto político-jurídico que visa inserir o cuidado com a natureza entre as atribuições precípua do Estado, com o reconhecimento da natureza como sujeito de direito.

O artigo Proteção animal: a necessidade de superação de coisa para sujeito de direito, do professor Marcos Vinícius Tombini Munaro (Centro Universitário da Fundação Assis Gurgariz - FAG), analisa a necessidade de alteração do artigo 82 do Código Civil brasileiro, para o fim de considerar os animais como sujeitos de direitos.

O texto Biohacking e o risco socioambiental, de Maximiliano Evaristo de Castro Lucchesi, propõe-se a analisar os impactos das modificações artificiais no genoma humano desenvolvidas por meio da prática da edição genética privada e amadora, o chamado movimento biohacking, bem como os riscos socioambientais de ocorrência de um desastre antropogênico nos moldes do desastre da talidomida, em razão da massificação dessa prática por particulares, dado o barateamento e ao acesso do mercado da ferramenta CRISPR-Cas9.

O artigo Malefícios do uso indiscriminado de antimicrobianos e alternativas para a produção na avicultura de corte, de Keny De Melo Souza , Mateus Diniz , Sébastien Kiwonghi Bizawu, objetiva discutir sobre a regulamentação e o uso de antimicrobianos e antibióticos de melhoramento de desempenho em frangos de corte; em contraponto, apresentar uma linha de frangos criados segundo o programa de bem-estar animal.

Já o segundo bloco contou com trabalhos que trataram de temas vinculados ao biodireito:

O artigo A responsabilidade civil pela perda de uma chance: um estudo à luz da ciência médica, de Maria Eduarda Mikiewicz Desplanches , Priscila Zeni De Sa , Helena Maria Zanetti de Azeredo Orselli, objetiva a análise da possibilidade de aplicação da teoria da perda de uma chance na responsabilidade civil médica.

O artigo A visão jurídica do suicídio assistido no direito estrangeiro: breve análise sobre os parâmetros utilizados em ordenamentos jurídicos em que a prática é permitida, de autoria de Daniela Zilio, busca investigar o suicídio assistido no direito estrangeiro, com recorte em alguns países em que ele é permitido, quais sejam: Estados Unidos da América, Holanda, Luxemburgo e Suíça.

O texto Criogenia como ato de disposição de última vontade, de autoria de Jéssica Feitosa Ferreira, trata da importância do estudo dos direitos da personalidade, desde a forma de aquisição destes até a sua extinção, evidenciando ainda a proteção e perpetuação dos direitos da personalidade no momento pós morte, objetivando resguardar a dignidade da pessoa falecido.

O artigo Desenvolvimento, biotecnologia e os direitos do homem, de autoria de Geilson Nunes , Daniel Barile da Silveira teve por objetivo tratar sobre o Desenvolvimento e os aspectos das novas tecnologias ligadas à inovação, sob a forma de Biotecnologia, como uma nova vertente tecnológica de atuar sobre o ser humano através de suas interfaces com vistas a maior qualidade e vitalidade às pessoa.

O texto A laicidade estatal: a influência religiosa no tocante ao aborto, de autoria de Ana Paula Floriani de Andrade , Helena Maria Zanetti de Azeredo Orselli , Priscila Zeni De Sa, analisou a laicidade estatal e a influência religiosa no direito, no que se refere à questão do aborto.

O artigo Limites éticos da reprodução humana como fundamentos para o biodireito na perspectiva habermasiana: apontamentos necessários em uma era pós-metafísica, de Marcio Renan Hamel, fez uma análise dos limites das práticas de engenharia genética e fertilização in vitro, de maneira específica no que diz respeito à eugenia negativa e positiva.

O artigo O consentimento informado como elemento de proteção à dignidade humana do paciente em intervenções médicas, de Gerson Diogo Da Silva Viana , Stella Litaiff Ispier Abrahim Candido , Juliano Ralo Monteiro, teve por finalidade abordar a importância do consentimento informado do paciente submetido a intervenções médicas como verdadeira expressão de sua dignidade humana e respeito à autonomia, na medida em que a relação médico-paciente demanda um cuidado especial do direito, considerando que a atividade desse profissional cuida da vida e da integridade física e psíquica das pessoas.

O artigo O dilema das técnicas de manipulação genética aplicadas ao genoma humano na interface entre os direitos humanos e a bioética, de Nicole Felisberto Maciel , Marcos Leite Garcia, abordou sobre os dilemas das técnicas ZFN, TALENs e CRISPR-Cas9 na realização desse padrão que é inatingível, demonstrando como elas têm retomado os debates de caráter eugênico e, sobretudo, como podem ameaçar a evolução da espécie humana.

O artigo O direito de os titulares do material genético identificarem o sexo do embrião pré-implantatório: análise sob a ótica da lei geral de proteção de dados, de Cassia Pimenta

Meneguice , Rita de Cassia Resquetti Tarifa Espolador , Germano Matheus Codognotto da Cunha, tematizou eventual direito dos titulares do material genético identificarem o sexo do embrião criopreservado por meio da técnica da fertilização in vitro antes da implantação.

O artigo O papel da inteligência artificial no controle da vida e da morte: implicações bioéticas e jurídicas na era digital., de Anna Kleine Neves , Airto Chaves Junior, teve por objetivo abordar o papel da inteligência artificial no controle da vida e da morte, discutindo as implicações bioéticas e jurídicas na era digital.

O artigo O sistema/modelo ético subjacente à resolução normativa do conselho federal de medicina relacionada ao descarte de embriões humanos criopreservados, de Carlos Antônio Avelino, fez uma análise qualitativa, por meio do método indutivo, da resolução do Conselho Federal de Medicina – CFM, Brasil, que trata da regulação da prática de criopreservação de embriões humanos na hipótese de serem descartados.

O artigo População em situação de rua: aonde o direito não chega na era digital, de Maria José Corrêa de Souza , Elda Coelho De Azevedo Bussinguer, analisou a ausência de políticas públicas para a população de rua metropolitana da Grande Vitória-ES.

O artigo Reprodução assistida post mortem: uma análise dos efeitos sociais e jurídicos do método à luz da bioética, de Bruna Mendes Coelho , Daniel de Jesus Rocha, centraliza sua análise nas questões morais e legais relacionadas a reprodução assistida post mortem e seus efeitos sociais e jurídicos.

As interlocuções estabelecidas a partir das discussões vinculadas às pautas do Biodireito e dos Direitos dos Animais, demonstradas pelos diferentes trabalhos apresentados, asseveram que, de fato, a sociedade está em um processo de reconstrução e de muitas transformações.

Janaína Machado Sturza – UNIJUI

Livia Gaigher Bosio Campello – UFMS

Heron José de Santana Gordilho – UFB

# BIOHACKING E O RISCO SOCIOAMBIENTAL

## BIOHACKING AND THE SOCIO-ENVIRONMENTAL RISK

**Maximiliano Evaristo de Castro Lucchesi**

### **Resumo**

A presente pesquisa propõe-se a analisar os impactos das modificações artificiais no genoma humano desenvolvidas por meio da prática da edição genética privada e amadora, o chamado movimento biohacking, bem como os riscos socioambientais de ocorrência de um desastre antropogênico nos moldes do desastre da talidomida, em razão da massificação dessa prática por particulares, dado o barateamento e ao acesso do mercado da ferramenta CRISPR-Cas9. Para tanto, a pesquisa examinará a regulamentação existente relacionando-a à doutrina balizada sobre o tema. A pesquisa foi realizada por meio do método analítico de abordagem dialética e por meio de um estudo exploratório descritivo. A pesquisa identificou a imperiosa necessidade de uma efetiva fiscalização por parte do Estado, em razão da ausência de pesquisas científicas específicas acerca dos efeitos futuros nos seres humanos tendo em vista que o movimento biohacking utiliza produtos que colocam em risco à saúde, à vida, à dignidade da pessoa humana, das futuras gerações e, como se quer demonstrar nesta pesquisa, inclusive ao meio ambiente. Fatores que agravam o risco de um desastre socioambiental antropocêntrico.

**Palavras-chave:** Biohacking, Crispr-cas9, Edição genética privada, Risco socioambiental, Talidomida

### **Abstract/Resumen/Résumé**

This research aims to analyze the impacts of artificial modifications in the human genome developed through the practice of private and amateur genetic editing, the so-called biohacking movement, as well as the socio-environmental risks of an anthropogenic disaster occurring similar to the thalidomide disaster, due to the massification of this practice by individuals, given the cost reduction and access to the CRISPR-Cas9 tool market. Therefore, the research will examine the existing regulation, relating it to the guided doctrine on the subject. The research was conducted through the analytical method of dialectical approach and through a descriptive exploratory study. The research identified the imperative need for effective state oversight, due to the absence of specific scientific research on future effects on humans, given that the biohacking movement uses products that pose a risk to health, life, human dignity, future generations and, as demonstrated in this research, even the environment. Factors that increase the risk of an anthropocentric socio-environmental disaster.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Biohacking, Crispr-cas9, Private genetic editing, Risk socio-environmental, Thalidomide



## 1 Introdução

A edição genética humana e não humana, como manifestação livre e feitas por cientistas amadores, desenvolvem o conhecimento científico, entretanto, agravam os riscos de eventos extremos na saúde e coloca a humanidade diante de uma revolução genética ao possibilitar a alteração do genoma de qualquer ser vivo.

A disponibilização pelo mercado de *kits* comerciais de *biohacking*, que utilizam a tecnologia CRISPR-Cas9, permite a aplicação ou utilização da engenharia genética de forma não tradicional, fora de uma grande corporação ou laboratório acadêmico, executada por cientistas amadores em suas próprias casas, por conta própria e sem fiscalização, fazendo com que primeiros a usar a tecnologia sejam equivalentes às cobaias e sofram com os efeitos colaterais e adversos.

A presente pesquisa busca analisar a relação do chamado movimento *biohacking* e o possível agravamento dos riscos de ocorrência de um desastre socioambiental antropogênico, questionando se a prática de edição genética humana feita por indivíduos sem vinculação com empresas privadas ou órgão estatais para tratamentos de doenças ou melhoramentos genéticos, poderá causar danos na ordem do desastre da talidomida, tendo em vista as possíveis manipulações em células germinativas, cujas consequências nas gerações seguintes podem ser similares as dos bebês que nasceram com membros encurtados devido à má formação fetal causada pela ingestão do fármaco pelos genitores antes ou durante a gestação. Apesar dos efeitos da talidomida não serem transmitidos para o código genético das futuras gerações, as consequências ocorreram efetivamente na prole dos consumidores da talidomida.

A tragédia da talidomida, é considerada por autores como Anastas (1998, p. 2/6) como um dos principais desastres socioambientais antropogênicos da segunda metade do século XX, que impulsionaram a sociedade na tomada de consciência pública e coletiva, em razão do consumo desenfreado de medicamentos partindo do ponto de vista da química verde, que sempre foi envolto de polêmicas na comunidade jurídica por se tratar de assunto que impacta a todos.

Dessa forma, pretende-se analisar se o movimento *biohacking* oferece riscos de danos futuros à saúde, à vida, à dignidade da pessoa humana ou à espécie humana e, consequentemente às futuras gerações, ao defender a prática amadora da edição genética humana, feita em terceiros ou auto aplicada, para tratamentos de doenças ou melhoramentos genéticos.

Assim, o presente estudo, por meio do método analítico de abordagem dialética e por meio de um estudo exploratório descritivo, buscará responder se a edição genética humana amadora utilizada para o tratamento de doenças ou melhoramento genético desenvolvidos por indivíduos e estimulada pelo movimento *biohacking* teria o potencial de causar um desastre socioambiental antropogênico, como o ocorrido no desastre da talidomida.

Diante desse quadro, utilizando-se da doutrina especializada na área, buscar-se-á responder à questão norteadora:

## **2 Tecnologia CRISPR-Cas9**

A manipulação dos genes humanos proporcionou o incremento da técnica da terapia gênica que “[...] consiste no tratamento de doenças, herdadas ou adquiridas, em que se manipulam os genes defeituosos a fim de alcançar a cura ou estagnação da anomalia.” (SÁ; NAVES, 2018, p. 283) A terapia gênica, segundo leciona Linden (2008, p. 29) é “um procedimento destinado a introduzir em um organismo, com o uso de técnicas de DNA recombinante, genes sadios para substituir, manipular ou suplementar genes inativos ou disfuncionais”. Trata-se da alteração genética por meio de engenharia e manipulação de um organismo para utilizá-lo no tratamento de variadas doenças.

As duas espécies basilares de terapia gênicas são: a somática e a germinativa. A terapia somática se dá pela alteração genética em células com material genético completo (46 cromossomos) porquanto na terapia germinativa obtém-se nas células reprodutoras (óvulos e espermatozoides). Na terapia somática a alteração genética atinge somente o indivíduo em tratamento ou melhoramento genético, já a terapia germinativa atinge a descendência do paciente — filhos, netos, bisneto, etc. — posto que a “modificação genética é passada às gerações futuras”. (SÁ; NAVES, 2018, p. 284).

As tecnologias de DNA recombinante são, na sua essência, ferramentas que possibilitam *cortar, emendar e consertar* diretamente os genes para substituí-los ante a existência de um gene defeituoso ou não. Ademais, as técnicas de DNA recombinante permitem a introdução de um gene sadio, não manipulado, em um gene defeituoso, de modo a propiciar a produção de uma determinada proteína para tratamento de uma doença específica ou aprimoramento de certa característica genética. O gene sadio inserido no organismo chama-se “gene terapêutico”. (LINDEN, 2008, p. 30).

As aplicações mais importantes da terapia gênica estão na possibilidade de incrementar o DNA, aumentar a resistência celular, aguçar o reparo ou a regeneração celular e “[...]”

recompor características funcionais específicas de determinados sistemas orgânicos, mediante modulação de genes não necessariamente associados à causa da doença”. Outrossim, a vacina de DNA consiste na recepção pelo paciente do gene portador da proteína típica do gene agressor, fazendo com que o organismo passe a produzir a proteína exógena, fomentando o seu sistema imunológico, ao revés das tradicionais vacinas que se utilizam de uma proteína específica ou de um vírus geneticamente desativado. (LINDEN, 2010, p. 34).

Entretanto, a grande inovação desenvolvida na área da biotecnologia que desencadeou a revolução na medicina molecular e expandiu os limites do imaginável foi reprodução em laboratório da tecnologia de edição genética CRISPR-Cas9. A tecnologia surgiu a partir do descobrimento das técnicas usadas por bactérias contra os ataques de vírus que consiste na identificação de fragmentos do código genético do invasor e no corte preciso do gene correspondente, neutralizando imediatamente o vírus (KAKU, 2019, p. 224).

A tecnologia CRISPR-Cas9, é um acrônimo do significado em inglês de “*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats e CRISPR Associated Protein-9*” (tradução livre em português: curtas repetições palindrômicas regularmente inter espaçadas” e agrupadas e proteína associada-9). Essa ferramenta funciona como um “bisturi molecular programável” que controla a mudança na sequência de DNA, pois ao ser acionado vai até a posição pretendida, corta o gene e introduz artificialmente a nova sequência palindrômica, que pode ser natural ou artificialmente criada (KAKU, 2019, p. 224).

A ferramenta CRISPR-Cas9 ganhou notoriedade mundial a partir dos bebês CRISPR no ano de 2018, o famoso caso das bebês gêmeas Nana e Lulu que tiveram o seu DNA editado pelo biofísico He Jiankui realizada na Universidade de Ciências e Tecnologia do Sul, localizada na cidade de Shenzhen, China, para que fossem resistentes ao vírus HIV (CYRANOSKI, 2021, p. 154/155).

Na época, a MIT Technology Review (CYRANOSKI, 2021, p. 154/155). publicou em primeira mão a experiência com a seguinte manchete: *Chinese Scientists Are Creating CRISPR Babies*, e logo foi confirmada pelo próprio cientista He Jiankui em Hong Kong, na Segunda Cúpula Internacional sobre Edição do Genoma Humano. O fato impactou enormemente os conferencistas presentes na época, justamente porque a conferência um dos principais objetivos da conferência era justamente discutir as diretrizes internacionais para o desenvolvimento das novas tecnologias de edições genéticas humanas de linhas germinativas (ISAACSON, 2021, p. 330/331 e 337/338).

Apesar disso, a tecnologia CRISPR-Cas9 rendeu o prêmio Nobel de Química de 2020 para Jennifer Doudna e Emmanuelle Charpentier, sendo que Doudna, já havia se recusado a

trabalhar com He Jiankui em seu laboratório como pesquisador visitante, justamente por “[...] ele não parecer interessado nas questões éticas envolvidas nas edições de gene em embriões [...]”. Doudna considerou o caso das bebês CRISPR inconcebível, pois como a tecnologia nunca havia sido testada, equivaleu à experimentação com seres humanos (ISAACSON, 2021, p. 322 e 336).

Essa tecnologia permite e proporciona ao cientista entrar no DNA, remover ou substituir uma parte do código genético da célula, como se fosse um editor de texto onde se pode copiar, editar e colar o DNA, reescrevendo assim o *código da vida*. A tecnologia CRISPR-Cas9 fornece aos cientistas um meio de regenerar órgãos, membros, tecidos, além de possibilidade de reparar ou corrigir mutações genéticas, reparar genes danificados, curar doenças como distrofia muscular, fibrose cística, Alzheimer precoce, anemia falciforme, dentre outras doenças genéticas ou não genéticas (ISAACSON, 2021, p. 153).

Ainda, a tecnologia CRISPR-Cas9 permite a edição genética de células da linha germinativa atingindo a descendência do indivíduo que sofreu a manipulação do seu genoma, posto que nesse tipo de intervenção a “[...] modificação genética é passada às gerações futuras [...]” (NEVES; SÁ, 2018, p. 284) tendo em vista possibilidade de editar no gene a unidade responsável pela hereditariedade. A manipulação gênica nas células de linha germinativa transmite as mudanças genéticas aos descendentes, visto que ao alterar os espermatozoides e os óvulos, todos sucessores genéticos do indivíduo passam a herdar o gene artificialmente alterado (KAKU, 2019, p. 225).

As possibilidades de aplicação da tecnologia CRISPR-Cas9 podem ser ilimitadas no sentido de erradicação de doenças congênitas e não congênitas, de aperfeiçoamento do ser humano e na produção remédios efetivos. Contudo, surgem perigos decorrentes da ambição humana, tendo em vista que as modificações das células de linhagem germinativa (óvulos e espermatozoides) serão transferidas para as gerações futuras, gerando enormes impactos no ser humano enquanto espécie e, conseqüentemente, na sociedade e que devem ser analisadas com todos os cuidados e precauções possíveis.

A tecnologia CRISPR-Cas9 é ao mesmo tempo uma grande oportunidade e uma grande preocupação, pois, devido ao seu baixo grau de complexidade e baixo custo, empresas privadas passaram a comercializar *kits* domésticos de química para a edição genética de microrganismos, plantas e animais.

Entretanto, não demorou para que esses *kits* passassem também a oferecer a oportunidade de editar geneticamente células humanas, como é o caso da empresa norte

americana *The Odin*<sup>1</sup>, que vende livremente seus produtos pela rede mundial de computadores para o consumidor sem nenhuma fiscalização.

Ocorre que em todo experimento científico, a imprevisibilidade é uma constante e não se pode antecipar as consequências da edição genética. Erros nessa área podem causar grandes problemas para a sociedade, além de colocar indivíduos e ecossistemas inteiros em risco, visto que a edição genética pode afetar diferentes áreas da vida dos seres humanos e do meio ambiente.

Assim, por se tratar de produtos cujas incertezas científicas são maiores do que as certezas, deve-se sopesar os riscos inerentes, sob pena da ocorrência de danos retardados ou irreversíveis, pois em se tratando de manipulação genética humana como possível causadora de desastre socioambiental às futuras gerações, deve-se observar o princípio da precaução como meio de garantia da justiça intergeracional, justamente por ser “um princípio de justiça na sua acepção mais clássica” (ARAGÃO, 2008, p. 21).

O princípio da precaução foi positivado no ordenamento jurídico brasileiro com a promulgação da Lei de Biossegurança (Lei nº 11.105/05), cujo art. 1º refere trata dos organismos geneticamente modificados e seus derivados, tem dentre outras diretrizes a observância do princípio da precaução, diferentemente da Constituição Federal de 1988 que não há menção expressa (BRASIL, 2005).

Assim, o princípio da precaução foi consagrado pela Lei de Biossegurança, que segundo Fensterseifer:

[...] veio regular a matéria relativa à biossegurança, com especial destaque para os organismos geneticamente modificados (transgênicos), consagrando de forma expressa o princípio da precaução no seu art. 1º, caput, para fins de proteção da vida e da saúde humana, animal e vegetal, bem como da proteção ambiental como um todo. (FENSTERSEIFER, 2008, p. 81)

Contudo, os riscos decorrentes dessa nova tecnologia podem vir a causar um desastre ambiental antropogênico dado ao alcance intergeracional que os danos podem causar à sociedade, todavia, tal risco parece ser ignorado pelos indivíduos que desenvolvem pesquisas particulares e amadoras no campo da edição genética humana, os chamados *biohackers*, conforme se verá a seguir:

### **3 Biohacking**

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.the-odin.com/>. Acesso em 15 ago 2021.

O *biohackers*, acreditam que o futuro será dominado pela engenharia genética e o *design* genético será decidido pelo próprio consumidor. São pesquisadores particulares, amadores e renegados que buscam democratizar a medicina molecular por meio de uma “ciência cidadã” ao oferecer essa tecnologia à sociedade por meio mercado e seus consumidores. Os *biohackers* são em geral cientistas de várias áreas, adeptos ao “faça-você-mesmo” que desistem de trabalhar em grandes empresas ou universidades para se dedicarem a projetos particulares e de baixo orçamento, que não se preocupam com patentes e querem manter a ciência da edição genética livre de limitações, regramentos e, principalmente, livre de *royalties* que impedem o acesso livre às tecnologias. Esse movimento guarda certa semelhança com os *hackers* de computadores e a transposição das fronteiras digitais. (ISAACSON, 2021, p. 271/272)

O advento do movimento *biohacker* teve um grande impulso com a chegada da tecnologia CRISPR-Cas9 para a edição de genes, que por ser barata e de fácil manipulação, possibilitou a criação de diversas empresas como a loja *on line* *The Odin* de propriedade de Josiah Zayner (ISAACSON, 2021, p. 271) que disponibiliza *kits* do tipo “faça-você-mesmo” com as sequências do DNA, dados e métodos que possibilitam a criação de organismos únicos que não existem na natureza ao custo alguns dólares, ou *kits* que possibilitam alterar a genética de sapos, além de *kits* de engenharia genética que podem ser aplicados em células humanas que custam entre \$169 e \$1.999 dólares (ISAACSON, 2021, p. 273). Esse mercado, apesar de novo, cresce a cada dia com pessoas a desenvolver projetos particulares sem supervisão médica ou fiscalização do Estado.

O cientista Josiah Zayner ficou conhecido ao improvisar em si mesmo um procedimento CRISPR-Cas9 para aumentar sua massa muscular durante uma conferência em São Francisco, contudo, segundo ele não foi perceptível pois precisaria de várias aplicações para se ter o resultado esperado (ISAACSON, 2021, p. 273).

Assim, Josiah Zayner *inaugurou* o movimento *biohacking* ao ser a primeira pessoa a tentar editar o seu próprio DNA, pois estaria em busca de uma revolução na engenharia genética para torná-la aberta ao público e à comunidade, transformando a medicina e a agricultura em escala global. (ISAACSON, 2021, p. 273)

Entretanto, apesar dos argumentos de Josiah Zayner, a edição genética aplicada por *biohackers* traz perigos que não se pode aferir, diante do fato de que experiências médicas demandam muito tempo para atingir uma conclusão científica segura acerca dos efeitos que poderão ocorrer na presente e nas futuras gerações.

Ocorre que a edição genética humana desenvolvida por *biohackers* aumenta exponencialmente a possibilidade de ocorrência de um desastre socioambiental antropogênico,

diante das incertezas científicas quanto à eficácia clínica e as incertezas dos efeitos futuros nas gerações vindouras decorrentes desses procedimentos em células germinativas.

À primeira vista, é possível afirmar que a edição genética humana desenvolvida por *biohackers*, desprovida de qualquer regulação fere a dignidade humana, põe em risco a vida e periclita a saúde diante de tantas incertezas científicas, podendo causar um evento desastroso nas futuras gerações semelhante ao desastre da Talidomida, diante da possibilidade de grandes perdas de vidas humanas.

#### **4 O risco de ocorrência de um desastre socioambiental similar ao desastre da Talidomida**

O ideal de dominação da natureza por meio da técnica leva à uma proporcional ameaça de uma catástrofe ou de um desastre à própria existência humana, que, na lição de Jonas (2006, p. 235), reside na magnitude do seu êxito biológico. Esse “[...] controle biológico do homem, especialmente o controle genético, levanta questões éticas de um tipo totalmente novo, para as quais nem a práxis anterior nem o pensamento precedente nos preparou”. (JONAS, 2017, p. 233).

O sentido de desastre encontra-se no estudo sincrônico entre causas e consequências capazes de comprometer a estabilidade social (CARVALHO; DAMASCENA, 2013, p. 24/25). Todavia, a ideia de que possa ocorrer um desastre decorrente do uso da edição genética em células humanas germinativas pelos *biohackers* parece distante, visto que “[...] quando falamos do perigo corrido pelas espécies em vida tememos os riscos dos perigos biofísicos e não os perigos sociais ou mesmo culturais”. (MOSCOVICI, 2007, p. 168).

Ocorre que se levando em consideração os impactos causados pela utilização nos seres humanos de tecnologias de edição genética como a CRISPR-Cas9 sem que haja a efetiva comprovação da eficácia e da segurança clínica, criam-se as condições possíveis para ocorrência de um evento desastroso, ante a impossibilidade de antecipação aos perigos e aos riscos e perigos tecnológicos capazes de desestabilizar um sistema ao ponto de perder a capacidade de diferenciá-lo funcionalmente e de operacionalizá-lo e assimilá-lo, como a mortandade ou o adoecimento em massa de seres humanos em decorrência do uso da ferramenta tecnológica referida anteriormente (CARVALHO; DAMASCENA, 2013, p. 31-32).

Os potenciais riscos de efeitos colaterais — como os bebês que nasceram com os membros curtos em razão dos pais terem ingerido a Talidomida antes ou durante a gestação — pelo resultado da utilização das tecnologias de edição genética humana quando não exaustivamente testadas ou aprovadas por órgãos de controle estatal, podem ser elevados à

condição de desastre socioambiental bastando que somente sejam “[...] 100 (cem) pessoas atingidas [...]” pelos efeitos negativos, segundo os critérios para a caracterização de desastres formulados pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* – CRED (CARVALHO; DAMASCENA, 2013, p. 28).

Essa hipótese é perfeitamente possível, dada à quantidade de pacientes que poderão utilizar os produtos de terapias alternativas no Brasil, como as terapias gênicas baseadas na ferramenta CRISPR-Cas9, que no ano de 2022 apurou 13 (treze) milhões de portadores de doenças raras, tais como Acromegalia, Diabetes Insípida, Esclerose Lateral Amiotrófica, Fenilcetonúria, Fibrose Cística e Talassemia, que por sua vez em 95% (noventa e cinco por cento) são incuráveis. (RÁDIO SENADO, 2022).

Os efeitos colaterais e riscos em potencial decorrentes da utilização pelos *biohackers* de ferramentas de edição genética humana em um curto espaço de tempo ameaçam a segurança genética, pois ensaios seguros e com certezas científicas podem levar décadas para serem classificados (KAKU, 2012, p. 167), posto que “ainda que que o genoma esteja 99,99999% correto, uma falha mínima pode invalidar a sequência inteira” (KAKU, 2012, p. 286). Nesse sentido, Beck (2011, 98) refere que os efeitos colaterais imprevistos no manejo da natureza — aqui leia-se natureza humana — podem se transformar em ameaças globais para as pessoas em termos medicinais, sociais e econômicos.

De outro lado, além de efeitos colaterais indesejados há também a possibilidade da ocorrência de erros e equívocos, que conforme leciona Morin “[...] certo número de acidentes genéticos, não de reproduções idênticas, de lesão no sistema informacional pode verdadeiramente ser acompanhado por degradações; e, nesse sentido é lícito falar de erros”. O autor também refere que “[...] o erro está ligado à vida, e, portanto, à morte” e “em todos os níveis, uma quantidade muito grande de erros provoca a morte”. (MORIN, 2019, p. 142/143).

Os erros e os equívocos nas intervenções genéticas são irrevogáveis na totalidade de seus passos, em virtude do atributo da irreversibilidade das modificações estruturais orgânicas no genoma humano. A gravidade dos danos (mortos ou feridos) decorrentes de um eventual desastre decorrente do consumo de ferramentas de edição genética, em especial a humana, cuja eficácia clínica não fora nem de longe comprovada, exige a observação do dever ético da precaução, como referido alhures, em razão de se tratar de uma intervenção do ser humano em sua própria natureza por meio da biotecnologia. (JONAS, 2013, p. 171 e 176).

A prática da edição genética humana desenvolvida pelos *biohackers* sem que haja a comprovação ou segurança científica da inoccorrência de potenciais riscos de danos e inseguranças científicas às futuras gerações, mostra a ausência de precaução, visto que diante



da “racionalidade da dúvida e incerteza científica” (FENSTERSEIFER, 2008, p. 80) o fio condutor deveria ter sido a *responsabilidade* e a cautela para a tutela dos bens jurídicos ameaçados: os direitos fundamentais à vida, à saúde, ao meio ambiente equilibrado e à dignidade humana. Esse também é o pensamento de Dworkin (2009, p. 122), o qual defende que o Direito deve proteger de formas variadas a integridade biológica da vida humana.

Dessa forma, a prática da edição genética humana feita por *biohackers* pode ser temerária tendo em vista os riscos de danos e inseguranças científicas para as futuras gerações, pois segundo Aragão (2008, p. 20) “[...] os riscos são importantes demais e as consequências graves de mais para ficarmos à espera das provas irrefutáveis e do consenso científico geral, em torno delas”. Ainda, a mesma autora (ARAGÃO, 2008, p. 24) alerta também para a ocorrência de “riscos globais, irreversíveis e retardados” quando se tratar de organismos geneticamente modificados, o que mais uma vez demonstra a potencialidade de ocorrência de um desastre socioambiental *antropogênico* (CARVALHO; DAMASCENA, 2013, p. 25).

Ocorre que a falta de mais dados e pesquisas científicas em produtos farmacológicos foi um dos fatores que levou o desencadeamento do “*thalidomide disaster*” (conhecido no Brasil como o desastre da talidomida) “*responsible for the biggest medical disaster in history, causing severe birth defects in more than 10,000 children, globally, between 1957 and 1962*” (GUPTA, 2017) e cuja taxa de mortalidade oscilou entre 40% e 45%, ficou conhecido mundialmente por causar ao feto das pacientes que fizeram uso do fármaco antes do terceiro mês de gravidez:

[...] a distinctive type of congenital malformation, caused by faulty development of the long bones in the arms and legs, as well as hands and feet which varied from rudimentary to normal [...] hearing loss, ocular alterations, deafness, facial paralysis, malformations in the larynx, trachea, lungs, and heart, and mental retardation in 6.6% of affected individuals. (MORO; INVERNIZZE, 2017, p. 04).

A talidomida passou a ser comercializada em 1956 como antigripal pela empresa Grünenthal e alcançou o sucesso de vendas, chegando a ser vendida com 52 nomes comerciais diferentes em diversos países, dentre eles o Brasil.

Entretanto, em 1958 surgiram os primeiros casos na Alemanha de “[...] neuropatias periféricas, traduzidas por câimbras intensas, fraqueza muscular e perda da coordenação motora [...]”, o que culminou com uma publicação científica no *British Medical Journal*, em que James Murdoch recomendava não utilizar o fármaco por longo período, posto que não haviam estudos conclusivos sobre seus efeitos a longo prazo. A talidomida não foi autorizada pelo FDA nos Estados Unidos porque, segundo Frances Kelsey, não haviam testes suficientes e após a tragédia, passou a ter a regulação de medicamentos como foco principal do órgão americano

tornando-se referência mundial em regulação de medicamentos. (MORO; INVERNIZZE, 2017, p. 4).

No Brasil, a talidomida ganhou lei própria no ano de 2003 com a promulgação da Lei nº 10.651/03 (BRASIL, 2003) que trouxe medidas amplas de prevenção e controle dos riscos do medicamento, como a permissão do uso para mulheres em idade fértil com a disponibilização de contraceptivos para impedir a gravidez concomitantemente ao tratamento, que apesar de tardio, reconheceu a exposição do ser humano ao risco enquanto consumidor, que por sua vez, teve a sua exposição agravada diante de sua vulnerabilidade e hipossuficiência técnica, visto que utiliza o produto para tratar problemas de saúde e, portanto, deve ter acesso à toda informação disponível para avaliação dos riscos e tomada de decisão quanto ao consumo.

Assim, ao contrário do caso da talidomida, em que o Estado reconheceu a vulnerabilidade do ser humano após a tragédia ocorrida, o mesmo não ocorre no caso da edição genética humana quando desenvolvidas por iniciativas particulares, como é o caso dos *biohackers*, posto que os usuários não tem condições de distinguir se existem ou não riscos à sua saúde, bem como os riscos inerentes à uma possível alteração dos dados genéticos da espécie humana, ao utilizar produtos de tecnologia avançada, diante da pouca informação disponível acerca dessa dos efeitos futuros (CONSTANTINOV, 2020, p. 83), o que agrava ainda mais a sua vulnerabilidade na relação com o vítima de um desastre em potencial.

De outro lado, sendo incumbência do Estado o controle da produção, da comercialização, do emprego de técnicas, dos métodos e das substâncias que comportem risco à vida, qualidade de vida, às futuras gerações e ao próprio meio ambiente, conforme o art. 225<sup>2</sup> *caput* e V da CF/88, o Estado, ao não exercitar o controle da concessão do registro de produtos de edição genética humana, comete uma grave falha ao colocar a dignidade da pessoa humana e a saúde em risco, ante à falta de certeza científica quanto à prática de edição genética humana por cientistas amadores oferecer benefícios seguros “[...] à saúde dos indivíduos, ou que possam implicar em alterações ou mutações de características inatas dos seres vivos”. (CONSTANTINOV, 2020, p. 153).

---

<sup>2</sup> Art. 225. 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.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

[...]

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

O Estado, ao não cumprir com o dever constitucional de fiscalizar a prática de edição genética humana pelos *biohackers*, deixa de dar efetividade ao princípio da dignidade da pessoa humana e das futuras gerações ante ao risco de uma real catástrofe socioambiental como a da talidomida, tendo em vista que podem ocorrer facilmente “[...] grandes falhas nos experimentos na área da modificação genética – assim como estão passíveis de erros todo tipo de experimentação – porém, no caso da genética, as consequências podem ser irreversíveis”. (CONSTANTINOV, 2020, p. 166).

Outrossim, é possível observar que o Estado não está atuando precavidamente ao não proteger e não preservar a vida, a saúde e a dignidade humana dos riscos inerentes da prática de edição genética humana pelos *biohackers* em relação às futuras gerações e ao próprio ecossistema, visto que perante das incertezas científicas atuação lógica de seria obviamente *in dubio pro natura* (FENSTERSEIFER, 2008, p. 84) devendo a proteção prevalecer até o domínio da técnica científica.

A possibilidade de ocorrência de um evento desastroso como a tragédia da talidomida diante da incerteza científica que paira sobre a prática de edição genética humana exercida por *biohackers* e traduz-se em uma evidente ameaça ao direito fundamental à vida, a saúde e a dignidade humana da presente e das futuras gerações, em razão do evidente potencial de causar sérias lesões aos seres humanos enquanto espécie, cuja proteção, nas palavras de Harbemas (2004, p.52) “não podem ser reduzidas à representações axiológicas”.

Destarte, ante as análises expostas no presente estudo, denota-se que a prática da edição genética humana desenvolvida por *biohackers*, tem o potencial de causar um desastre socioambiental antropogênico semelhante à tragédia da talidomida, dada a similaridade das incertezas científicas havida entre ambos, bem como imperiosa a urgente atuação do Estado no seu papel constitucional no controle de produtos que ponham em risco a vida, a saúde, a presente e as futuras gerações, além do próprio meio ambiente.

## **5 Considerações Finais**

A análise das abordagens teóricas trazidas no presente estudo que tratou da edição genética humana operada por *biohackers* e o conseqüente agravamento dos riscos de ocorrência de um desastre socioambiental antropogênico similar à tragédia da Talidomida, demonstram que a incerteza científica quanto aos potenciais riscos de danos às futuras gerações e a imprescindibilidade de testes e fiscalização para averiguar a segurança científica da ferramentas de edição genética amadora são os dois principais fatores a serem destacados.

A prática da edição genética humana exercida por *biohackers* demonstra a falha do Estado no dever constitucional de controlar os produtos que ponham em risco à saúde, à vida, à dignidade da pessoa humana, as futuras gerações e o meio ambiente ao permitir a comercialização sem a fiscalização dos *kits* caseiros que possibilitam a edição genética em células germinativas, concorrendo para o agravamento dos riscos de danos catastróficos futuros — como a tragédia da talidomida —, visto que não há certeza científica quanto aos efeitos futuros nas pessoas que testarem em si mesmas ou em terceiros, bem como aos efeitos nas gerações seguintes.

O tema é novo e prescinde de regulamentação e fiscalização urgente, tendo em vista a rapidez com que o mercado e a sociedade se movimentam. Assim, diante desse vácuo regulamentar, a consciência socioambiental surge como um norte na tomada de decisão dos pesquisadores privados que impulsionam o movimento *biohacking*, posto que ao implementarem seus projetos particulares, podem estar alterando as características de uma espécie inteira sem que haja fiscalização do Estado ou participação da sociedade, prevista no art. 225, *caput* e V da CF/88.

Outrossim, considerando-se a possibilidade de muitos indivíduos utilizarem-se da edição genética humana, está-se diante de um possível desastre socioambiental das mesmas proporções da tragédia da Talidomida, que passados tantos anos de sua ocorrência, trouxe a lição de que os riscos decorrentes da comercialização de medicamentos cujos efeitos clínicos se dão a longo prazo e são agravados pela falta de investigação científica exaustiva e compromissada.

Finalmente, conclui-se que aparentemente a prática de edição genética humana desenvolvida por *biohackers*, sem a comprovação efetiva de sua eficácia clínica e na dependência de novas provas e estudos científicos acerca dos efeitos futuros, não leva em consideração a análise de riscos de danos ou a possibilidade de ocorrência de um evento catastrófico da dimensão da tragédia da Talidomida, posto que estes restam agravados diante dessas duas incertezas científicas.

## Referências

ARAGÃO, Alexandra. **Princípio da precaução: manual de instruções**. Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do urbanismo e do Ambiente, Coimbra, Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, ano XI, n. 22, p. 9-58, 2008.

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 8 ago. 2022.

BRASIL. **Lei no 10.651, de 16 de abril de 2003**. Dispõe sobre o controle do uso da talidomida. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.651.htm). Acesso em: 14 jan 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005**. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2005]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm). Acesso em: 8 abr. 2023.

CARVALHO, Deltón Winter de; DAMASCENA, Fernanda Dalla Libera. **Direito dos desastres**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

CONSTANTINOV, Givanildo Nogueira. **Terapia Gênica: análise à luz da constitucionalização do direito privado**. Curitiba: Juruá, 2020.

CYRANOSKI, David. **What crispr-baby: prison sentences: mean for research Chinese court sends strong signal by punishing He Jiankui and two colleagues**. Nature. vol. 577, p. 154/155, Jan 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00001-y>. Acesso em 01 ago 2021.

DWORKIN, Ronald. **Domínio da Vida: aborto, eutanásia e liberdades individuais**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. Revisão da tradução de Silvana Vieira. 2ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

FENSTERSEIFER, Tiago. **Direitos fundamentais e proteção do meio ambiente: a dimensão ecológica da dignidade humana no marco jurídico constitucional do estado socioambiental de direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2008.

GUPTA, Ramesh C. **Reproductive and Developmental Toxicology**. Second Edition. 2017. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/book/9780128042397/reproductive-and-developmental-toxicology#book-description>. Acesso em 14 jan 2021.

HABERMANS, Jürgen. **O futuro da natureza humana: a caminho de uma eugenia liberal**. Tradução de Karina Jannini. Revisão de tradução de Eurides Avance de Saouza. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

ISAACSON, Walter. **A decodificadora: Jennifer Doudna, edição de genes e o futuro da espécie humana**. Tradução de Rogério W. Galindo e Rosiane Correia de Freitas. 1ª ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2021.

JONAS, Hans. **Ensaio filosófico: da crença antiga ao home tecnológico**. Tradução de Wendell Evangelista Soares Lopes. São Paulo: Paulus, 2017.

JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Tradução de Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2006.

JONAS, Hans. **Técnica, medicina e ética: sobre a prática do princípio da responsabilidade**. Tradução do grupo de trabalho Hans jonas da ANPOF. São Paulo: Paulus, 2013.

KAKU, Michio. **O futuro da humanidade: Marte, viagens interestelares, imortalidade e nosso destino para além da Terra**. Tradução de Jaime Baggio. São Paulo: Planeta, 2019.

KAKU, Michio. **O futuro da mente: a busca científica para entender, aprimorar e potencializar a mente**. Tradução Angela Lobo. Rio de Janeiro: Rocco, 2015.

KAKU, Michio. **A física do futuro: como a ciência moldará o destino humano e o nosso cotidiano em 2100**. Tradução Talita M. Rodrigues. Rio de Janeiro: Rocco, 2012.

LINDEN, Rafael. **Genes contra doenças: terapia gênica: uma nova era na genética**. Rio de Janeiro: Vieira e Lent. 2008.

LINDEN, R. **Terapia gênica: o que é, o que não é e o que será**. *Estudos Avançados*, v. 24, n. 70, p. 31-69, 1 jan. 2010.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2005.

MORO, Adriana; INVERNIZZE, Noela. **The thalidomide tragedy: the struggle for victims' rights and improved pharmaceutical regulation**. *Hist. cienc. saude-Manguinhos* vol.24 no.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2017.

MOSCOVICI, Serge. **Natureza: para pensar a ecologia**. Tradução Marie Louise Trindade Conilh de Beyssac e Regina Mathieu. Coord. de ed. brasileira Maria inácia D'Avila e Tania Barros Maciel. Rio de Janeiro: Mauad X/Instituto Gaia, 2007.

NOBEL DE QUÍMICA 2020 VAI PARA EMMANUELLE CHARPENTIER E JENNIFER DOUDNA PELO DESENVOLVIMENTO DO CRISPR, MÉTODO DE EDIÇÃO DO GENOMA. **Ciência e Saúde**. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/10/07/nobel-de-quimica-2020-vai-para-emmanuelle-charpentier-e-jennifer-a-doudna.ghtml>. Acesso em: 10 jul. 2022.

VARGAS, Paula. O novo escândalo da talidomida. **VEJA SAÚDE**. São Paulo - 18 nov 2019. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/blog/com-a-palavra/o-novo-escandalo-da-talidomida/>. Acesso em 14 de jan de 2023.

VELLAI, T.; VIDA, G. **The origin of eukaryotes**: the difference between prokaryotic and eukaryotic cells. Proc. Biol. Sci., v.266, n.1428, p.1571-7, 1999.

SÁ, Maria de Fátima Freira de; NAVES, Bruno Torquato de Oliveira. **Bioética e biodireito**. 4ª ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2018.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Tiago. **Princípios do direito ambiental**. 2ª ed.. São Paulo: Saraiva, 2017.

TEIXEIRA, Raquel. Doenças raras atingem cerca de 13 milhões de brasileiros. **Rádio Senado**. Disponível em <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2022/02/02/doencas-raras-atingem-cerca-de-13-milhoes-de-brasileiros#:~:text=Acromegalia%2C%20Diabetes%20Ins%C3%ADpida%2C%20Esclerose%20Lateral,em%20cada%2010%20mil%20indiv%C3%ADduos>. Acesso em: 23 abr. 2023.

THE ODIN. Disponível em <https://www.the-odin.com/>. Acesso em 15 ago 2022.