

Edição genética: as implicações na sociedade contemporânea da técnica *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat* (CRISPR-CAS9) - Uma análise ética, jurídica e social (*)

Genetic editing: the consequences of the *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat* (CRISPR-CAS9) - in contemporary society - an ethical, juridical and social analysis

Edición genética: las consecuencias en la sociedad contemporánea de la técnica *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat* (CRISPR-CAS9) - Un análisis ético, legal y social

Greiciane Gaburro Paneto¹

Margareth Vetis Zaganelli²

Mateus Miguel Oliveira³

(*) Recibido: 29/12/2019 | Aceptado: 04/05/2020 | Publicación en línea: 01/07/2020.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

- ¹ Doutora em Biociências e Biotecnologia aplicadas à Farmácia, área de concentração: Biologia Molecular, pela Universidade Estadual Paulista de Mesquita (UNESP); no Instituto de Medicina Legal, Universidade de Münster, Alemanha (bolsista DAAD/CNPq); Mestrado em Análises Clínicas, área de concentração: Biologia Molecular, pela UNESP. Graduação em Farmácia-Bioquímica (bacharelado) pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004). É professora Associada I da Universidade Federal do Espírito Santo, campus de Alegre. Atua na área de Genética e Biologia Molecular com experiência em Genética Forense humana e não-humana, análise de SNPs, identificação de espécies por DNA Barcode (Código de Barras de DNA) e desenvolvimento de novas tecnologias de análise de DNA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8035-4199>. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8176374147579841>. ggpaneto@gmail.com
- ² Doutora em Direito (UFMG). Mestre em Educação (UFES). Estágios Pós-doutorais na *Università degli Studi di Milano - Bicocca* (UNIMIB), na *Alma Mater Studiorum Università di Bologna* (UNIBO) e na *Università degli Studi Del Sannio* (UNISANNIO). Professora Titular de Direito Penal, Bioética e Direito Comparado da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Membro da Comissão de Relações Internacionais-OAB/SP. Coordenadora do Grupo de Pesquisa *Bioethik* (UFES). Professora membro do Projeto Erasmus+ Jean Monnet Module "Emerging 'moral' technologies and the ethical-legal challenges of new subjectivities" - cofinanciado pela União europeia. mvetis@terra.com.br
- ³ Graduando no curso de Direito pelo Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória (IESFAVI); graduando em Lic. em Língua Port. e Literat. de Língua Port. pela Universidade Federal

Rodolfo Moreira Baptista⁴

Sumário: Introdução. 1. Manipulação do patrimônio genético e a quarta geração ou dimensão de direitos. 2. Desenvolvimento científico e tecnológico: impactos sociais. 3. O biodireito e os efeitos da engenharia genética na sociedade. 4. Descobertas genéticas: eugenia universal e particular. 5. A edição de genes: divergências acerca de sua aplicação. – Considerações finais. – Referências bibliográficas.

Resumo: O presente estudo tem por escopo os avanços tecnológicos no âmbito da engenharia genética. Descreve os impactos na sociedade mundial contemporânea das edições genéticas, mormente a técnica *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat – CRISPR-CAS9*, por intermédio de metodologia de natureza exploratória e revisão bibliográfica. Assim, busca assinalar a fronteira determinante entre a ética e a violação aos Direitos Humanos, tema recorrente nos estudos de Bioética.

Palavras-chave: edição de genes, sistema *CRISPR-CAS9*, eugenia, bioética, direitos humanos

Abstract: The present research aims to analyse the technological advances in the genetic engineering field. From that, it describes the impacts of gene editing (also called genome editing) on the contemporary society, focused on the Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat – *CRISPR-CAS9* technique. The study was conducted based on an exploratory research in addition to a bibliographic review and intends to draw a clear line between ethics and human rights violation, which is a recurrent theme in Bioethics study.

Key words: gene editing, CRISPR-CAS9 system, eugenics, bioethics, human rights

Resumen: El presente estudio tiene como objetivo los avances tecnológicos en el campo de la ingeniería genética. Describe los impactos en la sociedad mundial contemporánea de las ediciones genéticas, especialmente la técnica *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat – CRISPR-CAS9*, a través de metodología exploratoria

do Espírito Santo (UFES). Membro do Bioethik - Grupo de Estudos e Pesquisas em Bioética (UFES) e do Grupo de Estudos e Pesquisas "Direito & Ficção". CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2502036335068023>. mateus.miguel624@gmail.com

⁴ Graduando no curso de Farmácia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Desenvolve a avaliação in vitro da atividade antileishmania e composição química de óleos essenciais e Controle de Qualidade de Medicamentos Fitoterápicos; experiência em Segurança Alimentar e Nutricional por meio de análises genéticas; membro do Grupo de Pesquisa em Implementação e Integração do Cuidado Farmacêutico no Sistema de Saúde (UFES). CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8498440937043522>. rodolfombaptista@outlook.com

y revisión bibliográfica. Por lo tanto, trata de señalar el límite determinante entre la ética y la violación de los Derechos Humanos, un tema recurrente en los estudios de Bioética.

Palabras clave: edición genética, sistema *CRISPR-CAS9*, eugenesia, bioética, derechos humanos.

Introdução

Os impactos sociais das novas tecnologias levantam questionamentos acerca de costumes éticos e morais, sobretudo os que englobam temáticas relacionadas aos direitos, à dignidade da pessoa humana, à vida e à morte, assim, segregando posicionamentos divergentes⁵.

Um relevante exemplo das notórias técnicas da biotecnologia, que impactam e dividem o pensamento social, é a *edição de genes* que estimula debates internacionais⁶. Concluído em 2012, este método de manipulação genética consiste na inserção, remoção ou substituição do ácido desoxirribonucleico (DNA) no genoma do organismo por meio de enzimas que “cortam” as ligações da molécula, as nucleases. O corte ocorre em regiões determinadas do genoma, onde ocorre o rompimento da cadeia dupla do DNA, porém, as cadeias podem ser reparadas por meio de mecanismos de união homóloga ou não homóloga, mesmo após perda de nucleotídeos, que compõem da molécula⁷.

O sistema *CRISPR-CAS9* (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat*) de edição de genes foi criado a partir de mecanismos imunológicos de bactérias. É capaz de clivar a molécula de DNA por meio de uma endonuclease (Cas9), controlada por uma sequência pareada de ácidos ribonucleicos (RNA), nas regiões-alvo. Devido a essa habilidade, o sistema é aplicado em regiões no DNA de células de diversas origens, para a promoção da clivagem nas sequências-alvo da dupla fita. Em resposta a interrupção da sequência, a maquinaria celular repara a clivagem, mesmo com a alteração realizada, aceitando, assim, a modificação do genoma⁸.

⁵ VENTER, J. Craig. The Sequence of the Human Genome. *Rev. Science*, n. 291, p. 1304-1351. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1058040>. Acesso em: 13 ago. 2019.

⁶ LANDER, Eric S. International summit on human gene editing: a global discussion. *National Academies of Sciences, Engineering, and medicine*. Washington: The National Academies Press; p. 1-8. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK343651/>. Acesso em: 13 ago. 2019.

⁷ BERGEL, Salvador Darío. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. *Rev. Bioética*. Brasília, DF, n. 3, v. 25, p. 454-61, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422017000300454&lng=es&tlng=es Acesso em: 16 ago. 2019.

⁸ SANDER, Jeffrey D.; JOUNG, J. Keith. CRISPR-Cas systems for editing, regulating and targeting genomes. *Rev. Nat Biotechnol*, n. 32, p. 347-55, 2014. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nbt.2842#article-info>. Acesso em: 15 ago. 2019.

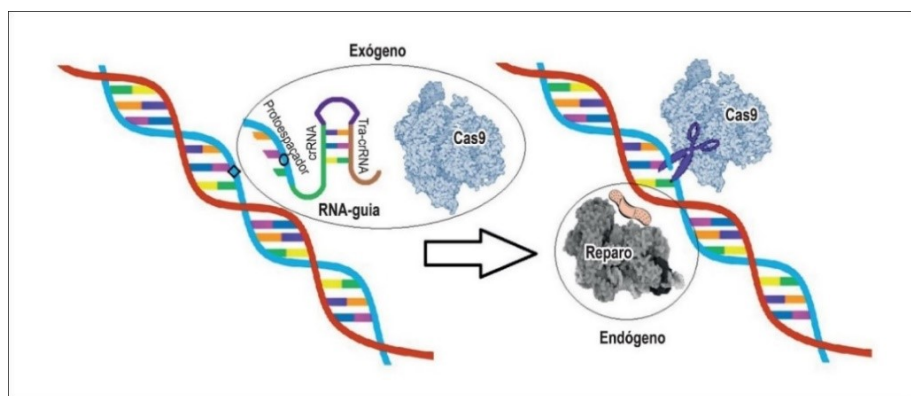


Figura 1: Sistema CRISPR-Cas9: mecanismo de identificação da região alvo mediado pelo RNA- guia⁹.

Desse modo, considerando os avanços tecnológicos no âmbito da engenharia genética, que vêm obtendo grande espaço na sociedade mundial contemporânea, a presente investigação tem o intento de suscitar os questionamentos acerca dos impactos sociais que a edição genética pode ocasionar, destacando as posições contrárias e favoráveis de teóricos e especialistas no tema.

1. Manipulação do patrimônio genético e a quarta geração ou dimensão de direitos

Os questionamentos concernentes as novas tecnologias, voltados para âmbito da engenharia genética, já se demonstravam como objeto de estudos, ou hipóteses teóricas há certo tempo. Bobbio suscitou a temática em sua obra, *A era dos direitos*, publicada em 1990, tratando sobre as formas de tutela aos interesses das sociedades, mas, ainda, para além do conceito contemporâneo de sociedade, tutela aos interesses da humanidade.

Nesse sentido, os ensinamentos constituídos por Bobbio faziam alusão ao momento de cada período histórico vivido pela humanidade, cada qual com suas questões específicas e suas implicações práticas, mediatas e imediatas. Inclusive, dispondo que: “Novos carecimentos nascem em função da mudança das condições sociais e quando o desenvolvimento técnico permite satisfazê-los”¹⁰.

Assim, tal entendimento, levou-o a esquematizar a tese denominada *geração de direitos* ou *dimensões de direitos*, de forma que esta pressupõe a ideia de coexistência dos direitos fundamentais do ser, na medida em que são postulados, enquanto aquela, na visão de muitos teóricos, alude o entendimento de sobreposição dos direitos, gradativamente, de acordo com a necessidade de efetivação. Porém, tal discussão é apenas de fim terminológico e teórico, não sendo objetivo do presente trabalho.

⁹ AREND, Marcela C.; PEREIRA, Jessica O.; MARKOSKI, Melissa M. O Sistema CRISPR/Cas9 e a Possibilidade de Edição Genômica para a Cardiologia. *Rev. Arq. Bras. Cardiol*, São Paulo, v. 108, n. 1, jan. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0066-782x2017000100081&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 19 ago. 2019.

¹⁰ BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Tradução de Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. — Nova ed. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. — 7ª reimpressão. p. 10.

Concernente a aplicabilidade da tese, tem-se que, inicialmente, cogitou-se a existência de 3 fases de direitos humanos fundamentais: “[...] o desenvolvimento dos direitos do homem passou por três fases”¹¹. Assim, ponderou que a primeira geração (Direitos negativos - liberdade) se tratava de dos direitos concernentes à liberdade, que presumia uma forma não impositiva e absolutista do Estado, ou seja, a liberdade era o objetivo de uma sociedade idealizada, em respeito à liberdade da pessoa humana.

Já na segunda geração de direitos (Direitos positivos – igualdade), tinha-se como objetivo a ação positiva do Estado, a efetivação dos direitos sociais. Assim, buscava-se tutelar aos interesses da coletividade, o que resulta nos conceitos de povo, sociedade e afins, dando efetividade a atuação do Estado para assegurar a população o direito de igualdade.

Nos direitos de terceira geração (Direitos difusos e coletivos – fraternidade e solidariedade) chegou ao entendimento da manutenção de um meio ambiente não poluído, concluindo ser um direito da humanidade - presentes e futuras gerações -, não viver em um ambiente poluído; mas em um ambiente harmônico, onde prenomina a proteção aos patrimônios histórico-culturais da humanidade.

Por conseguinte, finaliza a sua hipótese suscitando o questionamento acerca da quarta geração, sendo esta atinente aos assuntos da biotecnologia e manipulação genética em geral, ponderando o seguinte entendimento, *verbis*:

Mas já se apresentam novas exigências que só poderiam chamar-se de direitos de quarta geração, referentes aos efeitos cada vez mais traumáticos da pesquisa biológica, que permitirá manipulações do patrimônio genético de cada indivíduo. Quais são os limites dessa possível (e cada vez mais certa no futuro) manipulação? Mais uma prova, se isso ainda fosse necessário, de que os direitos não nascem todos de uma vez. Nascem quando devem ou podem nascer¹².

Com efeito, pode-se destacar que a quarta geração pressupõe o direito a democracia, igualdade e pluralismo genético da humanidade, apresentando-se uma prévia preocupação no que tange a necessidade de efetivação de normas que controlem os efeitos da pesquisa biotecnológica. No entendimento de Oliveira, “através dessa geração se determinam os alicerces jurídicos dos avanços tecnológicos e seus limites constitucionais”¹³.

Evidencia-se com a breve sinopse da obra de Bobbio que as implicações sociais acarretadas pelo campo da pesquisa em edições de genes, merecem uma visão crítica e consciente no tocante à sua manutenção, posto que os estudos neste aspecto podem ser direcionados de diversas formas, positivas ou negativas.

¹¹ BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Tradução de Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. — Nova ed. — Rio Em síntese, refugiado é aquele que tem seus direitos fundamentais violados ou ameaçados no Estado onde reside. Por isso, busca proteção em outro Estado que possa oferecer de Janeiro: Elsevier, 2004. — 7ª reimpressão. p. 20.

¹² BOBBIO, Norberto. *A era dos direitos*. Tradução de Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. — Nova ed. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. — 7ª reimpressão. p. 10.

¹³ OLIVEIRA, Samuel Antônio Merbach de. A teoria geracional dos direitos do homem. *Theoria – Revista Eletrônica de Filosofia*. Pouso Alegre, v. 2, n. 03, 2010. Disponível em: [http://www.theoria.com.br/edicao0310/a teoria geracional dos direitos do homem.pdf](http://www.theoria.com.br/edicao0310/a%20teoria%20geracional%20dos%20direitos%20do%20homem.pdf). Acesso em: 17 jul. 2019. p. 21.

Em âmbito nacional há expressa tutela no que tange a Direitos Humanos e Biotecnologia. O material genético dos seres humanos é tutelado de forma expressa pela Constituição Federal de 1988, e, da mesma forma, compreendido como inerente à dignidade da pessoa humana (art.1º, III, CF/88).

Demonstra-se tal fato por intermédio do disposto no art. 225, § 1º, II, da CF/88¹⁴; no art. 2º, da Declaração Universal de Direitos Humanos e Bioética¹⁵, adotada por aclamação em 19 de outubro de 2005 pela 33ª sessão da conferência geral da UNESCO; bem como na Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos¹⁶, aprovada em 11 de novembro de 1997, da qual muitos países são signatários, incluindo o Brasil, sendo nela estabelecidos os limites éticos em relação à intervenção do patrimônio genético do ser humano.

Denota-se que as referidas legislações e diretrizes vigentes possuem aspectos semelhantes, quais sejam, a proteção à Dignidade da pessoa Humana que reflete na tutela aos genes humanos, assim como a manutenção da diversidade do material genético, a fim de se evitar que, entre tantas possibilidades, haja, por exemplo, um conflito de interesses entre a liberalidade de escolha dos pais, leia-se a manipulação voluntária do material genético do ser, e a manutenção da biodiversidade e sua consequente conservação, como uma preocupação comum em prol dos interesses da humanidade.

Ante o exposto, o presente trabalho científico pretende, de maneira interdisciplinar, investigar quais as implicações imediatas e mediatas da edição genética no mundo contemporâneo, por intermédio de metodologia de natureza exploratória e revisão bibliográfica, física e online, na qual se procedeu com a pesquisa em plataformas digitais, como Google acadêmico e Scielo, utilizando-se palavras-chave determinantes, por exemplo, *edição de genes*, *CRISPR-CAS9*, *Biodireito* etc.

Assim, suscitando na constatação de posicionamentos divergentes no que tange a aplicação da edição genética, apontando, ainda, que as incongruências delineadas a respeito aplicação da técnica *CRISPR-CAS9*, remete-nos a um entendimento geral, qual seja, os limites que devem ser efetivamente estabelecidos, considerando critérios éticos, jurídicos, humanitários e sociais.

¹⁴ “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:

[...]

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;”

¹⁵ UNESCO. *Declaração Universal de Direitos Humanos e Bioética*. Disponível em: http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao_univ_bioetica_dir_hum.pdf. Acesso em: 22 jul. de 2019.

¹⁶ UNESCO. *Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos*. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122990_por. Acesso em: 25 jul. 2019.

2. Desenvolvimento científico e tecnológico: impactos sociais

Entende-se que o desenvolvimento científico e tecnológico, sobretudo os grandes e avassaladores avanços da biologia molecular e da biotecnologia aplicada à medicina ocorridos nos últimos 30 anos¹⁷, impactam diretamente a vida das pessoas, enquanto seres humanos que coexistem em sociedades e que possuem percepções diversas concernentes a variados assuntos e fatos postos no mundo contemporâneo.

Por conseguinte, com as ciências da vida não é diferente, ao passo que todas descobertas científicas, que avançam em simultaneidade com a sociedade, têm o fim específico de gerar efeitos na vida humana, seja por contribuições imediatas, por exemplo, a cura de doenças, congênicas ou não, bem como a prevenção, por intermédio de prévio diagnóstico que aponte uma patologia e, assim, haja tratamento em tempo hábil, objetivando, em ambos casos, o bem estar, a saúde, estabilidade fisiológica do ser.

Contudo, para além dos benefícios (i)mediatos proporcionados pelos referidos avanços, por diversas vezes, denota-se uma pretensão científica de caráter evolucionista que, em linhas gerais, reflete a ideia de domínio sobre a vida.

Este fato pode ser constatado com observância das manifestações de conselhos Internacionais, por exemplo, a United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO), atinentes ao tema da engenharia genética; relatos de abusos contra seres humanos, condicionados à experiências impróprias, com o fim de “testar a sua capacidade”; a ausência de força regulamentadora para conduzir a ideal e ética conduta médica e científica; perigos altamente fatais e desconhecidos que poderiam ocorrer a partir de uma aplicação médica incorreta; bem como as intervenções no âmbito jurídico-social acerca de assuntos relacionados aos direitos e garantias fundamentais consolidadas, referentes à morte, reprodução, saúde e vida¹⁸.

Logo, resta evidente a necessidade de lançar uma nova perspectiva crítica para as questões práticas proporcionadas pelas novas tecnologias, em relação ao material genético humano, tendo em vista que, assim como ponderado por Bobbio, a ausência de diretrizes regulamentadoras, no tocante às práticas das técnicas da bioengenharia, pode suscitar em problemas éticos, morais e, logo, sociais, até então, não cogitados pelo homem.

Com efeito, surgiram novos estudos de caráter teórico e prático que, de acordo com a necessidade e evolução, foram difundindo os questionamentos e respostas

¹⁷ DINIZ, Maria Helena. *O estado atual do biodireito*. 5. ed. rev., aum. e atual. – São Paulo: Saraiva, 2008. p. 5.

¹⁸ CLOTET, Joaquim. Por que Bioética. *Rev. Bioética*, ISSN: 1983-8034, v. 1, n. 1. p. 174. Disponível em: http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/issue/view/32. Acesso em: 12 ago. 2019. Nesse mesmo sentido: BRASIL. Lei Nº 11.105, *dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos2004-2006/2005/Lei/L11105.htm#art42. Acesso em: 12 ago. 2019; UNESCO, *International Bioethics Committee - declaration on the protection of the human genome*, 1995. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/bioethics/human-genome-and-human-rights/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

acerca da efetiva manifestação das práticas biotecnológicas na sociedade, tendo em vista a necessidade de regulamentação de algo desconhecido, o que, automaticamente, conferia poderes ilimitados aos seus criadores e aplicadores.

Nessa medida, Oliveira pondera que “[...] o direito foi surpreendido por questões até aquele momento não conhecidas, tais como: quais são os limites à intervenção do homem na manipulação da vida e do patrimônio genético do ser humano?”¹⁹.

3. O biodireito e os efeitos da engenharia genética na sociedade

Frente a necessidade de imposição de limites, principalmente legislativos, aptos a regulamentar a aplicação da engenharia genética na sociedade mundial, o estudo de caráter teórico denominado *Biodireito*, surge como uma forma de questionar a aplicabilidade indiscriminada, promovendo, assim, um amplo debate acerca de conceitos e práticas suscitadas no campo da bioengenharia.

Nesse sentido, a abordagem prática dos estudos é atinente à vida e as formas pelas quais pode ocorrer algum tipo de lesão a ela. Entende-se que, ao tratar de vida, refere-se ao conceito macro, ou seja, a humanidade. Na concepção de Diniz, “o biodireito, estudo jurídico que, tomando por fontes imediatas a bioética e biogenética, teria a vida por objeto principal”²⁰.

Ainda concernente a conceituação do *Biodireito*, Maluf dispõe o seguinte entendimento, *in verbis*:

O biodireito associa-se principalmente ao universo de cinco matérias: Bioética, Direito Civil, Direito Penal, Direito Ambiental e Direito Constitucional (à luz do art. 5º, inciso IX, da Constituição Federal de 1988, que proclama a liberdade da atividade científica como um dos direitos fundamentais, sem contudo deixar de penalizar qualquer ato perigoso (imperícia) na relação médico-paciente e imperícia do cientista, levando em conta questões conflitantes como aborto, eutanásia, suicídio assistido, inseminação artificial, transplante de órgãos, OGM e clonagem terapêutica e científica)²¹.

Depreende-se das breves conceituações que os estudos no ramo do Biodireito abarcam todo fenômeno de forma objetiva e prática, haja vista que tem por escopo traçar a fronteira determinante entre a aplicação consciente da edição genética na sociedade contemporânea, sem, contudo, ultrapassar as barreiras éticas que envolvam a Dignidade da pessoa Humana, a diversidade do material genético humano, os direitos da personalidade etc.

Portanto, os estudos do Biodireito nos servem como fonte de apreciação e projeção de um olhar crítico para algo que se apresenta de forma tão benéfica na sociedade, mas que, ao mesmo tempo, se realizado de maneira negligente e tão

¹⁹ OLIVEIRA, Samuel Antônio Merbach de. A teoria geracional dos direitos do homem. *Theoria – Revista Eletrônica de Filosofia*. Pouso Alegre, v. 2, n. 03, 2010. Disponível em: <http://www.theoria.com.br/edicao0310/a-teoria-geracional-dos-direitos-do-homem.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2019. p. 21.

²⁰ DINIZ, Maria Helena. *Biodireito, in Dicionário jurídico*. São Paulo, Saraiva, 1998, v. 1. p. 40.

²¹ MALUF, Adriana Caldas do Rego Freitas Dabus. *Curso de bioética e biodireito*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015. p. 17.

somente de caráter científico, pode ocasionar efeitos adversos aos objetivos originários, do bem-estar fisiológico e social.

Ademais, Barboza assevera o seguinte entendimento, *verbis*:

[...] não há em nossa Constituição um capítulo dedicado ou pertinente à Bioética ou ao Biodireito. Na verdade, todas as disposições constitucionais relativas à vida humana, sua preservação e qualidade, estão imbricadas com o Biodireito, que não se restringe às questões atinentes à saúde, ao meio ambiente ou à tecnologia²².

Logo, denota-se, ainda, a prática colaborativa dos estudos para a edição das novas leis que tem a finalidade de tutelar os interesses da humanidade. Assim, pode-se afirmar que os estudos do Biodireito se apresentam, também, como uma forma de chegar aos melhores resultados referentes às aplicações práticas das técnicas, em atenção aos princípios basilares dos direitos humanos.

4. Descobertas genéticas: eugenia universal e particular

Não obstante ao consignado pelo presente trabalho, tem-se que, em suma, as descobertas genéticas surgem para humanidade e são percebidas, originalmente, como a melhor forma para solução de problemas tidos, até então, como insanáveis, irremediáveis e incuráveis. Mas o desenvolvimento dessas descobertas e interesses difusos aos objetivos originários, acarretaram efeitos contrários, suscitando questionamentos que perpassaram a mera aplicação em prol do bem-estar social.

Em *Contra perfeição*, Michael Sandel consigna que tais descobertas se apresentaram, a um só tempo, como uma promessa e um dilema social, de sorte que, “[...] em breve seremos capazes de tratar e prevenir uma série de doenças debilitantes. O dilema é que nosso recém-descoberto conhecimento genético também pode permitir a manipulação de nossa própria natureza”²³.

Em toda sobra obra, Sandel utiliza os questionamentos para fomentar o debate, dirigindo-se ao leitor com perguntas de cunho ético e moral. Mas, também, aponta algumas respostas acerca do que se tem por dilema, como ao dispor que “O dilema moral surge quando as pessoas utilizam tais terapias não para curar uma doença, e sim para ir além da saúde, para melhorar suas capacidades físicas ou cognitivas, para erguer-se acima da norma geral”²⁴.

Com base nesse entendimento, o autor trata da hipótese denominada Eugenia, oportunidade em que consolidou o entendimento acerca dos seus diferentes conceitos e, ainda, discorre sobre a sua criação e seu recorte no tempo, o que suscitou a compreensão de uma *velha eugenia*, também tida como *eugenia universal* e a *nova eugenia*, quando se remete a ideia contemporânea de *pais projetistas*, o que aborda também como *eugenia particular* e/ou *eugenia liberal*.

²² BARBOZA, Heloisa Helena. Princípios do Biodireito. In: *Novos temas de bioética e biodireito*. Heloisa Helena Barboza e Vicente de Paulo Barreto (org.). Rio de Janeiro: Renovar, 2003. p. 73.

²³ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 19.

²⁴ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 21.

O conceito de eugenia se baseia na ambição de aprimorar a raça humana. Criado a partir do termo “bem-nascido”, originado por Francis Galton, em 1883, inspirado nos estudos revolucionários de seu primo, Charles Darwin, levando-o a desenvolver estudos estatísticos, baseados na hereditariedade.

Considerando, assim, que seria possível reproduzir uma raça demasiadamente talentosa de humanos, por intermédio de casamentos criteriosos durante várias gerações consecutivas²⁵.

Por conseguinte, a ideia de eugenia se disseminou pelos Estados Unidos, no início do século XX, porém, com o objetivo de esterilizar coercitivamente todas as pessoas consideradas desqualificadas, quais sejam, trabalhadores do campo, prisioneiros, ocupantes de hospitais e asilos etc. Tal intuito visava a não reprodução de indivíduos considerados deficientes e/ou fora dos parâmetros tidos como ideais²⁶.

Assim, determinou-se como *eugenia positiva* qualquer ação que implicasse na reprodução de humanos saudáveis ou na melhora dos aspectos físicos e/ou mentais, e *eugenia negativa* as práticas limitantes da reprodução de portadores de doenças genéticas, considerada como má reprodução²⁷.

O movimento teve repercussão, constituindo adeptos que acolheram aos ideais e, inclusive, exigiram do Estado leis que regulamentassem a esterilização compulsória de pessoas com genes indesejáveis, oportunidade em que, mais de 60 mil pessoas foram esterilizadas coercitivamente em 1907, em no estado de Indiana, Estados Unidos²⁸.

Na Alemanha, a ideia eugênica se manifestou a partir da supremacia nacionalista e racial. Em destaque, Hitler, um admirador nazista, que seguiu fielmente planos eugenistas de identificação, segregação, esterilização, eutanásia e extermínio em massa dos considerados impuros frente aos parâmetros de raça estabelecidos e idealizados²⁹.

Com efeito, após todo cenário de assassinatos em massa e genocídio, ocorridos na segunda guerra mundial, os movimentos eugenistas estadunidenses tiveram

²⁵ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 77.

²⁶ MASIERO, André L. A Psicologia racial no Brasil (1918-1929). *Rev. Estudos de Psicologia*, Natal, v. 10, n. 2, p. 199-206, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2005000200006. Acesso em: 19 ago. 2019.

²⁷ MAI, Lilian. D.; ANGERAMI, Emília L. S. A inserção do termo eugenia na revista brasileira de enfermagem. *Rev. Bras. Enfermagem*, 1932 a 2002. Ciência, Cuidado e Saúde, Maringa, v. 5, n. 1, p. 85-91, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/24474983/A_inserção_do_termo_eugenia_na_revista_brasileira_de_enfermagem_REBEN_1932_a_2002 Acesso em: 21 ago. 2019.

²⁸ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 79.

²⁹ GUERRA, Andréa. Do holocausto nazista à nova eugenia no século XXI. *Cienc. Cult*, Campinas, v. 58, n. 1, 2006. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v58n1/a02v58n1.pdf> Acesso em: 22 ago. 2019.

forte recuo. No entanto, alguns estados do país que ainda exercitaram as práticas eugênicas por volta de 1970, ao passo que, apenas em 2002 e 2003 governadores de alguns estados procederam com pedidos de desculpas públicas formais às vítimas das esterilizações coercitivas promovidas pelo Estado³⁰.

Logo, é possível identificar que, conforme sua origem, a eugenia direciona o foco em um grupo de indivíduos considerados superiores que, assim, mantém suas características salvas na hereditariedade. Enquanto os considerados inferiores são interrompidos de dar continuidade a suas peculiaridades genéticas³¹.

O percurso delineado até o presente momento demonstra os aspectos do que Sandel denominou de eugenia universal ou velha eugenia, que tinha o objetivo de evolução da espécie humana, por intermédio de combinações genéticas idealizadas, de forma macro, ou seja, havia a ideia de colaboração, e até mesmo imputação do Estado para o exercício das práticas eugênicas.

Dando continuidade ao seu estudo, Sandel reproduz o questionamento a respeito das práticas eugênicas na contemporaneidade e suas consequências em âmbito particular, de acordo com a liberalidade dos pais, por exemplo, procedendo com os seguintes questionamentos: “Seria a eugenia censurável somente quando coercitiva? Ou haverá algo de errado mesmo com as formas não coercitivas de controlar a carga genética da geração seguinte?”³².

Dessa maneira, Sandel fomenta o questionamento ao trazer posicionamentos de teóricos de suma importância para as questões filosóficas-sociais, por exemplo, os filósofos Ronald Dworkin, Robert Nozick e John Rawls, destacando que ambos apresentam argumentos favoráveis ao exercício da eugenia liberal, desde que pautada no respeito aos direitos da personalidade do futuro ser humano; no caráter não coercitivo e excludente do Estado, como ocorrido pelos movimentos eugenistas no início do séc. XX; e um suposto melhoramento genético, naturalizado a partir das combinações genéticas efetivadas com o decorrer do tempo.

Contudo, o autor ainda assevera que “não é um movimento de reforma social, mas uma forma de pais privilegiados terem o tipo de filho que desejam e armá-los para o sucesso numa sociedade competitiva”³³.

Numa demonstração de controversa a respeito do tema, destaca também o parecer do filósofo político alemão Jurgen Habermas, que demonstra argumentos contrários à prática da eugenia, mesmo sendo esta de caráter liberal dos pais, argumentando que o exercício dessa prática implicaria em violação aos princípios

³⁰ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 81.

³¹ SANTOS, Vanessa C. Eugenia vinculada a aspectos bioéticos: uma revisão integrativa. *Rev. Saúde Debate*. n. 38, p. 981-995, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042014000400981 Acesso em: 16 ago. 2019.

³² SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 82.

³³ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 89.

liberais de autonomia e igualdade, acarretando na dominação dos pais sobre os filhos, especial e geneticamente projetados.

Afirma Sandel, *in verbis*:

Ainda que não prejudique a criança ou reduza sua autonomia, a eugenia perpetrada pelos pais é censurável porque expressa e estabelece certa atitude diante do mundo – uma atitude de dominação, que não valoriza o caráter de dádiva das potências e conquistas humanas e desconsidera aquela parcela da liberdade que consiste em uma persistente negociação com aquilo que nos é dado³⁴.

Sandel finaliza seu pensamento fazendo alusão aos questionamentos suscitados, no intuito de instigar a percepção individual para a perspectiva liberal e voluntária da eugenia, objetivando, neste caso, tão somente a manifestação de talento proporcionados pelas combinações genéticas.

5. A edição de genes: divergências acerca de sua aplicação

A bioética é conduzida à transformação por meio dos avanços da ciência. As discussões entre juristas, cientistas e moralistas colaboram com a constitucionalização de temáticas voltadas a matéria. E com isso, diversos critérios, como o respeito ao ser humano, lucro e responsabilidade do pesquisador, desencadeiam medidas de leis imediatas, sobre o corpo humano e sua dignidade³⁵.

As discussões éticas e moralistas no meio científico que envolvem a edição de genes, incluindo a técnica CRISPR-CAS9, são recorrentes e constantes. Os posicionamentos se segregam em amplos aspectos sobre as limitações e aplicações da técnica em diversos contextos e condições humanas.

Indagações foram levantadas por alguns autores sobre os limites da edição genética e os direitos do homem, frente às consequências da técnica. Abordando a permeabilidade de dominâncias da natureza do homem sobre o homem, chegaram à conclusão que o enfoque não é sobre o uso ou não da técnica, mas como e até que ponto deve ser utilizada³⁶.

Tal resultado pode ser evidenciado em estudos benéficos, realizados com a técnica em doenças cardiovasculares, visto que a maioria dos fatores que contribuem para o aparecimento dessas doenças provém de fatores genéticos, ambientais e comportamentais³⁷. Outros exemplos podem ser encontrados em melhorias de casos de infectologias, oncologias, hematologias, entre outras.

³⁴ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 93.

³⁵ LEITE, Eduardo de Oliveira, 1995. Procriações Artificiais e o Direito (Aspectos médicos, religiosos, psicológicos, éticos e jurídicos) — *Revista dos Tribunais* ed. — São Paulo, 1996.

³⁶ BOBBIO, Norbert. A era dos direitos. Tradução de Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. — Nova ed. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. — 7ª reimpressão. p. 10

³⁷ AREND, Marcela C., PEREIRA, Jessica O., MARKOSKI, Melissa M., O Sistema CRISPR/Cas9 e a Possibilidade de Edição Genômica para a Cardiologia, *Arq. Bras. Cardiol*, São Paulo, v. 108, n. 1, jan. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0066-782x2017000100081&script=sci_arttext&tng=pt Acesso em: 19 ago. 2019.

Em contraponto, estudos recentes com camundongos comprovaram falhas na seletividade das regiões alvo do DNA, ou seja, mesmo ocasionando a eliminação da região da molécula responsável por desencadear uma determinada doença, efeitos adversos ainda desconhecidos podem surgir, devido a mutações em regiões indesejadas da sequência de nucleotídeos do DNA, podendo comprometer o funcionamento de tecidos, órgãos e, conseqüentemente, dos sistemas do organismo³⁸.

Na obra *Contra a perfeição*, Sandel defende o questionamento atual do impacto das técnicas de melhoramento genético sobre pais dominadores e competitivos, partindo da premissa de encaminhamento dos filhos para o melhor desenvolvimento e bem-estar possíveis. Além disso, estabelece relações entre essas alterações genéticas com uma possível nova eugenia, ou eugenia particular/liberal³⁹.

Porém, quando faz referência ao uso das técnicas solicitadas pelos pais em nível pré-implantatório, o enfoque, segundo especialistas, está na expectativa do nascimento saudável de sua prole. E que abordar eugenia, nesse contexto, é ir muito longe como justificativa para a não utilização da edição de genes⁴⁰.

Em síntese, pesquisas admitem os benefícios da técnica, como a possível solução para a cura de doenças genéticas logo na fase embrionária, e consideram que o uso indevido pode servir como um instrumento para uma nova eugenia, mas concluem que o diálogo seria a melhor alternativa para o controle ético da técnica, ao invés de novas restrições legais.

Considerações finais

A edição genética comporta um caráter evolucionista, apresentando-se como uma técnica de eficácia imediata para prevenção e cura de doenças congênitas ou não. Porém, há o risco de aplicações indevidas e arriscadas, violando, assim, a “sacralidade da vida” e Direitos Humanos.

Estudos feitos com células germinativas humanas já têm sido autorizados em alguns países, onde foram realizadas alterações das manifestações de herança genética do indivíduo. Para muitos cientistas, essas pesquisas ultrapassaram perigosamente a linha ética que controla o crescimento biotecnológico, frente a manipulação genética do homem.

Devido a isso, a necessidade de ponderar os benefícios e efeitos adversos se torna ainda mais relevante para o favorecimento ou desvantagem da aplicação da edição de genes, não só levando em consideração efeitos biológicos, mas

³⁸ SCHAFFER, Kellie A; WENHSUAN, Wu Colgan Diana. CRISPR gene editing can cause hundreds of unintended mutations; CRISPR-Cas9 editing in vivo. *Nature Methods*. Disponível em: <https://phys.org/news/2017-05-crispr-gene-hundreds-unintendedmutations.html>. Acesso em: 22 ago. 2019.

³⁹ SANDEL, Michael J. *Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética*. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018. p. 75-93.

⁴⁰ RASKIN, Salmo. Ética e genética. *Rev. Educar em Revista.*, Curitiba, n. 11, jan., 1995. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40601995000100005&lng=pt&tlng=pt Acesso em: 19 ago. 2019.

considerando uma abordagem ampla, incluindo o impacto ético-social que a decisão pode acarretar, respeitando a individualidade do ser e sua dignidade, para tanto, exigindo-se uma análise específica para sua viabilidade, frente ao caso clínico.

A descoberta da técnica estimula teorias e deduções sobre os impactos futuros de modo distante, mas os avanços de tecnologias em saúde são velozes, a ponto de se perder o controle das atualizações no mundo. Em um futuro não distante, a edição de genes, proporcionada pela *CRISPR-CAS9*, por exemplo, possibilitará a transformação do genoma humano de modo mais eficaz e qualificado, permitindo tanto a extinção de doenças hereditárias, quanto a síntese de bebês projetados pelos pais em seus manifestos corporais e/ou mentais mais diversos⁴¹.

Em relação a *CRISPR-CAS9*, assim como as edições de genes em geral, fornece probabilidades positivas e inovadoras, quando inserida no contexto de combate a doenças genéticas e modificação do conteúdo genômico dos organismos humanos e outros. A tecnologia é considerada rápida, direta e de baixo custo, acessível a grande maioria dos laboratórios.

No entanto, há riscos até então desconhecidos, e os aspectos benéficos relativos a esta potente tecnologia demandam estudos com exatidão e debates sobre seus impactos sociais para, assim, possibilitar uma análise minuciosa em âmbitos científicos, éticos e sociais acerca dessa técnica⁴².

Logo, a problemática desenvolveu estudos e disposições legais com o fim de estabelecer parâmetros e limites para aplicação das técnicas e, assim, apresentar posicionamentos sobre até onde as “ciências da vida” poderão avançar, sem que haja agressões à dignidade da pessoa humana⁴³.

Referências

- AREND, Marcela C.; PEREIRA, Jessica O.; MARKOSKI, Melissa M. O Sistema CRISPR-Cas9 e a Possibilidade de Edição Genômica para a Cardiologia. *Rev. Arq. Bras. Cardiol.* São Paulo, v. 108, n. 1, jan. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0066-782x2017000100081&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 19 ago. 2019.
- BARBOZA, Heloisa Helena. Princípios do Biodireito. In: *Novos temas de bioética e biodireito*. Heloisa Helena Barboza e Vicente de Paulo Barreto (org.). Rio de Janeiro: Renovar, 2003.
- BERGEL, Salvador Darío. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. *Rev. Bioética*. Brasília, DF, n. 3, v. 25, p. 454-61, 2017. Disponível em:

⁴¹ BERGEL, Salvador Darío. O impacto ético das novas tecnologias de edição genética. *Rev. Bioética*. Brasília, DF, n. 3, v. 25, p. 454-61, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422017000300454&lng=es&tlng=es. Acesso em: 16 ago. 2019.

⁴² HEIDARI, Raheleh; SHAW, David Martin; ELGER, Bernice Simone. CRISPR and the Rebirth of Synthetic Biology. *Science and Engineering Ethics*. v. 23, p. 351-363. Dezembro, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-016-9768-z> Acesso em: 22 ago. 2019.

⁴³ DINIZ, Maria Helena. *O estado atual do biodireito*. 5. ed. rev., aum. e atual. – São Paulo: Saraiva, 2008. p. 09.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422017000300454&lng=es&tlng=es. Acesso em: 16 ago. 2019.

- BOBBIO, Norberto. A era dos direitos. Tradução de Carlos Nelson Coutinho; apresentação de Celso Lafer. — Nova ed. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. — 7ª reimpressão.
- BRASIL. Lei Nº 11.105. Dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm#art42. Acesso em: 12 ago. 2019.
- CLOTET, Joaquim. Por que Bioética. *Rev. Bioética*, ISSN: 1983-8034, v. 1, n. 1. p. 174. Disponível em: http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/issue/view/32. Acesso em: 14 ago. 2019.
- DIAS, Camila Almeida de Paula; DIAS, Janice Maria Ribeiro. O Sistema CRISPR-CAS como uma nova ferramenta biotecnológica na edição de genomas: aplicações e implicações. *Rev. AMBIENTE ACADÊMICO* (ISSN Impresso 2447-7273, ISSN online 2526-0286), v.4, n.1, jan./jun. 2018.
- DINIZ, Maria Helena. O estado atual do biodireito. 5. ed. rev., aum. e atual. – São Paulo: Saraiva, 2008.
- DINIZ, Maria Helena. Biodireito, in *Dicionário jurídico*. v. 1. São Paulo: Saraiva, 1998.
- GUERRA, Andréa. Do holocausto nazista à nova eugenia no século XXI. *Cienc. Cult*, Campinas, SP, v. 58, n. 1, 2006. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v58n1/a02v58n1.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- HEIDARI, Raheleh; SHAW, David Martin; ELGER, Bernice Simone. CRISPR and the Rebirth of Synthetic Biology. *Science and Engineering Ethics*. V. 23, p. 351–363. Dez. 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-016-9768-z>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- LANDER, Eric S. International summit on human gene editing: a global discussion. National Academies of Sciences, Engineering, and medicine. Washington: The National Academies Press; p. 1-8. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK343651/>. Acesso em: 13 ago. 2019.
- LEITE, Eduardo de Oliveira, 1995. Procriações Artificiais e o Direito (Aspectos médicos, religiosos, psicológicos, éticos e jurídicos) — *Revista dos Tribunais* ed. — São Paulo, 1996.
- MAI, Lilian. D.; ANGERAMI, Emília L. S. A inserção do termo eugenia na revista brasileira de enfermagem. *Rev. Bras. Enfermagem*, 1932 a 2002. *Ciência, Cuidado e Saúde*, Maringa, v. 5, n. 1, p. 85-91, 2006. Disponível em: https://www.academia.edu/24474983/A_insercao_do_termo_eugenia_na_revista_brasileira_de_enfermagem_REBEN_1932_a_2002. Acesso em: 21 ago. 2019.

- MALUF, Adriana Caldas do Rego Freitas Dabus. Curso de bioética e biodireito. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- MASIERO, André L. A Psicologia racial no Brasil (1918-1929). Rev. Estudos de Psicologia, Natal, v. 10, n. 2, p. 199-206, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2005000200006. Acesso em: 19 ago. 2019.
- OLIVEIRA, Samuel Antônio Merbach de. A teoria geracional dos direitos do homem. Theoria – Revista Eletrônica de Filosofia. Pouso Alegre, v. 2, n. 03, 2010. Disponível em: http://www.theoria.com.br/edicao0310/a_teorica_geracional_dos_direitos_do_homem.pdf. Acesso em: 17 jul. 2019.
- OLIVEIRA, Samuel Antônio Merbach de. A Era dos Direitos em Norberto Bobbio: Fases e Gerações. Tese – Faculdade de Filosofia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, 2010.
- RASKIN, Salmo. Ética e genética. Rev. Educar em Revista., Curitiba, n. 11, jan.,1995. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40601995000100005&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 19 ago. 2019.
- SANDEL, Michael J. Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética. Tradução de Ana Carolina Mesquita. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2018.
- SANDER, Jeffry D.; JOUNG, J. Keith. CRISPR-Cas systems for editing, regulating and targeting genomes. Rev. Nat Biotechnol, n. 32, p. 347-55, 2014. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nbt.2842#article-info>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- SANTOS, Vanessa C. Eugenia vinculada a aspectos bioéticos: uma revisão integrativa. Rev. Saúde Debate. n. 38, p. 981-995, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042014000400981. Acesso em: 16 ago. 2019.
- SCHAFER, Kellie A; WENHSUAN, Wu Colgan Diana. CRISPR gene editing can cause hundreds of unintended mutations; CRISPR-Cas9 editing in vivo. Nature Methods. Disponível em: <https://phys.org/news/2017-05-crispr-gene-hundreds-unintendedmutations.html>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- UNESCO. Declaração Universal de Direitos Humanos e Bioética. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao_univ_bioetica_dir_hum.pdf. Acesso em: 22 jul. 2019.
- UNESCO. Declaração Universal sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122990_por.. Acesso em: 25 jul. 2019.
- UNESCO. International Bioethics Committee - declaration on the protection of the human genome, 1995. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human->

sciences/themes/bioethics/human-genome-and-human-rights/. Acesso em: 20 Jul. 2019.

VENTER, J. Craig. The Sequence of the Human Genome. Rev. Science, n. 291, p. 1304-1351. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1058040>. Acesso em: 13 ago. 2019.