



Cila e Caríbdis no Horizonte da Bioengenharia: Uma Análise Ético- Jurídica da CRISPR-Cas9

Alexandre Hermes Filho¹

Camila Macedo Thomaz Moreira²

RESUMO EXPANDIDO

Introdução: Em tempos de novos conhecimentos, de avanços acelerados na tecnologia e transformações significativas no âmbito do genoma humano, surge a tecnologia CRISPR-Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), que promete revolucionar a área da edição genética. Desenvolvida a partir de décadas de pesquisa, essa técnica permite intervenções precisas no genoma, oferecendo soluções para doenças hereditárias, aprimoramento genético e modificações em organismos vivos.

A tecnologia CRISPR, uma inovadora ferramenta de engenharia genética, transformou a edição genômica em um processo mais acessível, rápido, preciso, eficiente e de baixo custo. No entanto, sua aplicação já foi registrada em contextos eticamente controversos, incluindo casos de uso de forma criminosa em humanos (VILELA, PEIXOTO, TAKETANI, 2021).

Entre as aplicações práticas já testadas em que foram aplicadas a tecnologia CRISPR-Cas9, incluem-se o desenvolvimento de plantas mais resistentes a pragas, como arroz e trigo, a produção de frutas com características nutricionais aprimoradas, como laranjas mais doces e ricas em vitamina C, e a modificação de animais, como criar porcos pequenos e bois sem chifres (VILELA, PEIXOTO, TAKETANI, 2021).

No entanto, apesar do avanço científico, ainda não há diretrizes claras, havendo lacuna regulatória, o que evidencia um cenário de incerteza ética e

¹ Graduando do curso de direito das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT. E-mail: alexandrehermes@sou.faccat.br

² Advogada. Mestra em Desenvolvimento Regional pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT. Pós Graduada em Direito do Trabalho e Direito Previdenciário pela Universidade Feevale – FEEVALE. Docente do curso de Direito da Faccat. E-mail: camilamoreira@faccat.br.



jurídica. Além disso, ao permitir a edição do genoma humano, a CRISPR-Cas9 levanta questões sensíveis que extrapolam o início da vida e se estendem ao seu término. A capacidade de corrigir genes associados a doenças degenerativas ou terminais, por exemplo, pode vir a influenciar decisões sobre o prolongamento artificial da vida, e até sobre eutanásia ou suicídio assistido.

Considerando que o desenvolvimento da tecnologia CRISPR- Cas9 representa um marco disruptivo na história da bioengenharia, oferecendo possibilidades antes inimagináveis de intervenção no genoma humano, tais avanços colocam a humanidade diante de dilemas éticos e jurídicos profundos.

Tais dilemas podem ser metaforicamente descritos como a travessia entre Cila e Caríbdis³, sendo que de um lado, o risco de negligenciar os potenciais perigos éticos e sociais da edição genética (Cila) e, de outro, o perigo de paralisar o progresso científico por medo ou ausência regulatória (Caríbdis).

Com essas considerações, novas questões surgem, sendo apresentado o seguinte fulcro de pesquisa: Quais são as implicações éticas e jurídicas do emprego da tecnologia CRISPR?

Então, buscando responder essa questão, este estudo objetiva analisar os impasses ético-jurídicos da CRISPR-Cas9, com foco em seus impactos sobre os direitos humanos, a dignidade da pessoa humana e os limites éticos da intervenção científica.

Para tanto, foram formulados os seguintes objetivos específicos: a) investigar os fundamentos técnicos e científicos da tecnologia CRISPR-Cas9 e suas principais aplicações da edição genética; b) conhecer os principais dilemas

³ Na mitologia grega, Cila e Caríbdis, presente em A Odisseia, de Homero, eram dois monstros marinhos que habitavam lados opostos de um estreito perigoso. Cila, representada por uma criatura de múltiplas cabeças, devorava os marinheiros que passavam muito perto de seu rochedo. Caríbdis, por sua vez, era um redemoinho que engolia tudo ao seu alcance. O herói Ulisses, ao navegar por um estreito dominado por essas duas ameaças inevitáveis, precisa tomar uma decisão que minimize os danos. A expressão “entre Cila e Caríbdis” simboliza estar diante de dois perigos inevitáveis, em que evitar um significa aproximar-se do outro, sendo que qualquer decisão envolve riscos significativos. Por estas razões, esclarece-se que, no presente estudo, optou-se por usar essa metáfora para descrever os dilemas pertinentes ao tema objeto da pesquisa.



ético jurídicos associados ao uso da CRISPR-Cas9; c) analisar a atual lacuna normativa frente a bioengenharia genética.

Trata-se de um estudo bibliográfico, de caráter qualitativo e se fundamenta na análise da doutrina e da legislação pertinente ao assunto.

O tema apresenta grande relevância acadêmica, científica e social, diante das implicações do uso da CRISPR-Cas9, especialmente em razão do potencial transformador da engenharia genética e os riscos de sua utilização.

Resultados e Discussão: Para facilitar a compreensão da CRISPR-Cas9, pode-se recorrer a uma analogia com softwares de edição de vídeo: tal como se recorta, substitui ou melhora uma imagem, o CRISPR-Cas9 funciona como um “editor” de sequências genéticas com elevado grau de precisão, promovendo correções de mutações ou a introdução de características desejáveis em organismos vivos.

Atualmente, a tecnologia CRISPR-Cas9 representa o ápice da engenharia genética, com potencial para modificar o futuro de um indivíduo antes mesmo do seu nascimento. Em tese, seria possível eliminar predisposições a determinadas doenças por meio da edição de material genético embrionário. Contudo, tal possibilidade abre um campo de debate ético profundo (HAJIFATHALI, 2024).

Esse cenário remete ao conceito de eugenia, termo trazido por Francis Galton em 1883, que propunha o aprimoramento da espécie humana por meio da reprodução seletiva artificial. Práticas eugênicas foram adotadas por diversos países ao longo do século XIX, inclusive com a promulgação de leis de esterilização forçada nos Estados Unidos e no Canadá (LIRA, 2020).

O bioeticista Henry Greely (2021), autor do livro *CRISPR People*, argumenta que, embora a edição do genoma humano não deva ser considerada absolutamente imoral, sua aplicação precipitada pode se tornar irresponsável e criminosa, sobretudo quando compromete a diversidade genética, aumenta a desigualdade social ou ocorre sem o consentimento, em afronta ao Princípio Bioético da Autonomia.

O caso emblemático do cientista chinês He Jiankui, que editou embriões humanos para torná-los resistentes ao HIV (FIGUEIREDO, 2021), é amplamente condenado pela comunidade científica internacional, pois foi conduzido sem o



consentimento pleno dos pais, foi ignorado o consenso de que a edição genômica em embriões só deve ser realizada na ausência total de tratamentos alternativos, desrespeitando normas científicas internacionais e, sobretudo, representou um risco desnecessário, visto que já existem métodos eficazes para prevenir a infecção por HIV (VILELA, PEIXOTO, TAKETANI, 2021).

A aplicação da CRISPR-Cas9, como toda intervenção que incide sobre a experiência humana, envolve riscos e desafios éticos-jurídicos inevitáveis. Para ilustrar tais dilemas, utiliza-se a metáfora de Cila e Caríbdis, representando o impasse contemporâneo: abster-se do uso da tecnologia e permitir o avanço de enfermidades evitáveis, ou adotá-la, submetendo-se à incerteza ética e ao risco de violações históricas dos direitos humanos. Utilizar a tecnologia e deixar que as “*moiras*” se encarreguem de utilizar a ética, correndo o risco de repetir erros históricos (ROBLES, 2006).

Diante desse dilema, é imprescindível que o uso da CRISPR-Cas9 seja orientado por princípios éticos e por marcos legais consistentes (SGANZERLA, PESSINI, 2020). Conforme previsto no artigo 225, inciso II, da Constituição Federal de 1988, o progresso científico não pode ocorrer em detrimento da dignidade humana ou da integridade do patrimônio genético das futuras gerações.

No contexto do ordenamento jurídico brasileiro, o direito à vida configura-se como prerrogativa fundamental e estruturante, uma vez que dele derivam os demais direitos fundamentais. Ademais, esse direito encontra-se intrinsecamente vinculado a outras garantias constitucionais, destacando-se, sobretudo, a dignidade da pessoa humana, princípio matriz da ordem jurídica internacional no campo dos direitos humanos.

Nesse sentido, é legítimo sustentar que a proteção à vida deve ser assegurada com a mesma intensidade e centralidade conferida à dignidade humana, reafirmando o compromisso ético com as futuras gerações.

Considerações finais: As possibilidades pela tecnologia CRISPR-Cas9 revelam um cenário em que os limites da intervenção humana sobre a vida tornam-se cada vez mais tênues. A edição de seres humanos não é mais



considerada matéria de ficção científica ou “teoria da conspiração”, mas sim a realidade atual.

Em suma, o questionamento que devemos fazer não é se isso ocorrerá, por corolário, já está ocorrendo, mas sim quais os limites da utilização da tecnologia CRISPR-Cas9, questionando seus limites éticos e jurídicos, e, principalmente, quais as implicações para o sujeito de direito como centro da vontade em uma sociedade.

Nesse sentido, a CRISPR-Cas9 pode ser vista tanto como um símbolo moderno de conhecimento e poder, um “Udjat” científico, quanto como uma ferramenta capaz de moldar a existência humana conforme interesses específicos.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível promover uma reflexão aprofundada sobre os limites que a humanidade deve ou não ultrapassar com o uso dessa tecnologia, sob pena de se comprometer a dignidade e a diversidade humana, especialmente à luz de episódios históricos de manipulação genética motivados por critérios eugênicos e raciais. Assim, o desafio contemporâneo está em equilibrar o avanço tecnológico e a responsabilidade ética, assegurando que o progresso não venha à custa da própria humanidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 abr. 2025.

FIGUEIREDO, Bárbara. **Bebês transgênicos, macacos clonados e quimeras: experimentos chineses que confrontam limites bioéticos**. Academia Médica, 4 maio 2021. Disponível em: <https://academiamedica.com.br/blog/do-homo-sapiens-ao-homo-insensatus-bebes-transgenicos-macacos-clonados-quimeras-e-nao-bioetica-chinesa>. Acesso em: 21 abr. 2025.

HAJIFATHALI, Abbas; Vahdat Lasemi, Maryam; Mehravar, Maryam; Moshari, Mohammad Reza; Mohammad Alizadeh, Afshin; Roshandel, Elham. **Novelty in improvement of CAR T cell-based immunotherapy with the aid of CRISPR system**. Hematology, Transfusion and Cell Therapy, v. 46, n. 1, p. 58–66, jan./mar. 2024. Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/htct/a/rxLH6FNyYrYr3Hns88qWJbXz/?lang=en>. Acesso em: 21 abr. 2025.

LIRA, Erin. **Forced sterilization policies in the US targeted minorities and those with disabilities – and lasted into the 21st century**. The Conversation, 17 ago. 2020. Disponível em: <https://theconversation.com/forced-sterilization-policies-in-the-us-targeted-minorities-and-those-with-disabilities-and-lasting-into-the-21st-century-143144>. Acesso em: 29 abr. 2025.

ROBLES, Martha. **Mulheres, mitos e deusas: o feminino através dos tempos**. Tradução de William Lagos e Débora Dutra Vieira. São Paulo: Aleph, 2006. Disponível em: <https://cdn.awsli.com.br/1359/1359621/arquivos/Mulheres,%20Mitos%20e%20Deusas.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SGANZERLA, Alessandro; PESSINI, Leo. **Edição de humanos por meio da técnica do Crispr-Cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n. 125, p. 606–620, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/8z84LrTTPq6Xzr77D3jtWDG/>. Acesso em: 29 abr. 2025

VILELA, Francy José Ferreira; PEIXOTO, Gabriel Regis; TAKETANI, Natália Franco. **Uma análise bioética do uso da tecnologia CRISPR**. Ensaios Pioneiros, Bragança Paulista, v. 2, n. 1, p. 122–134, 2021. Disponível em: <https://ensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/article/view/233/147>. Acesso em: 29 abr. 2025.