



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



## Edição genética em embriões: limitações éticas e técnicas

**Ana Carolina Alves Correia<sup>1</sup>; Júlia Ferreira<sup>1</sup>; Arthur de Oliveira Rocha Villela<sup>1</sup>; Álvaro Martins Nery<sup>1</sup>; Caroline de Oliveira Domingues Alves Mendes<sup>1</sup>; Gabriel Siqueira Zerbone<sup>1</sup>; Laís Ferreira de Almeida<sup>1</sup>; Lara Soares Marins<sup>1</sup>**

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ. [ancalesc@gmail.com](mailto:ancalesc@gmail.com)  
(contato principal)

[0009-0000-6099-8106](tel:0009-0000-6099-8106)

[0009-0006-8166-6964](tel:0009-0006-8166-6964)

[0000-0002-8948-8510](tel:0000-0002-8948-8510)

[0009-0002-3353-9507](tel:0009-0002-3353-9507)

[0009-0009-8277-3659](tel:0009-0009-8277-3659)

[0009-0007-1106-2724](tel:0009-0007-1106-2724)

[0009-0004-3254-9206](tel:0009-0004-3254-9206)

[0009-0009-1305-1740](tel:0009-0009-1305-1740)

**Resumo:** A implementação da técnica CRISPR-Cas9 tem revolucionado o campo da edição genética em embriões humanos. Essa técnica mostra-se promissora como uma possível solução para corrigir mutações responsáveis por doenças hereditárias e outras condições genéticas, permitindo a eliminação dessas alterações ainda antes do nascimento. No entanto, sua aplicação em células germinativas humanas levanta debates éticos e técnicos complexos. Do ponto de vista ético, há preocupações sobre a “coisificação” e os direitos das futuras gerações. Tecnicamente, os desafios incluem os efeitos *off-target* e o mosaïcismo, que podem gerar inconsistências genéticas. Diante do exposto, este artigo tem como objetivo explorar as limitações éticas e técnicas da edição genética em embriões humanos, como foco na técnica CRISPR-Cas9, analisando os principais argumentos e evidências presentes na literatura científica atual. A revisão de literatura baseou-se na análise de artigos científicos publicados nos últimos 5 anos, selecionados em bases de dados confiáveis, com foco nas dimensões éticas e técnicas da edição genética em embriões humanos. Assim, a pesquisa pretende demonstrar que apesar de promissora, a edição genética germinativa esbarra em obstáculos éticos e técnicos importantes, além de carecer de respaldo jurídico para ser aplicada de forma segura e responsável.

**Palavras-chave:** Edição Genética. Embriões Humanos. CRISPR-Cas9. Bioética. Limitações Técnicas.



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



## INTRODUÇÃO

A técnica CRISPR-Cas9 é uma ferramenta de edição genética baseada em um mecanismo natural de defesa bacteriana, que permite cortar e modificar com precisão trechos específicos do DNA (WINTER; VILAÇA, 2022). A edição genética em embriões humanos, especialmente por meio dessa técnica, tem despertado intensos debates na comunidade científica, sobretudo no que diz respeito às suas implicações éticas e técnicas. Essa ferramenta apresenta alto potencial terapêutico e suscita possibilidades para o tratamento de doenças hereditárias ainda sem cura. No entanto, o entusiasmo científico é acompanhado de profundas inquietações éticas, jurídicas e sociais (SGANZERLA; PESSINI, 2020).

Diversos estudos apontam que, apesar do avanço técnico, ainda há barreiras importantes para a aplicação clínica segura da CRISPR-Cas9. Entre os principais desafios estão os efeitos off-target (modificações genéticas não intencionais) (SGANZERLA; PESSINI, 2020), o risco de mosaico genético (ZUCCARO et al., 2020) e a variabilidade dos resultados dos mecanismos de reparo após o corte (ZHANG et al., 2022).

Além disso, o uso dessa tecnologia em seres humanos levanta questões delicadas sobre autonomia, dignidade, justiça e possíveis desdobramentos eugênicos, especialmente quando a modificação genética ultrapassa o caráter terapêutico e adentra o campo do aprimoramento humano (DIVINO; ALMEIDA, 2024; FÉ et al., 2023; GESIEL, 2023).

Neste contexto, essa revisão tem como objetivo analisar os principais desafios técnicos e dilemas éticos associados à edição genética em embriões humanos com o uso da técnica CRISPR-Cas9. A relevância do tema reside na necessidade de promover um debate interdisciplinar que envolva não apenas os avanços científicos, mas também as perspectivas sociais e os limites éticos e normativos que devem orientar o uso dessa tecnologia em prol do bem comum e da preservação dos direitos fundamentais.



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



## **METODOLOGIA**

Para realização de trabalho, foi feita uma revisão narrativa de literatura. Foram analisados artigos de revistas como Revista Contemporânea, Cadernos do CEAS e Estudos Jurídicos da UNESP, além de publicações no Google Books e SciELO. A busca teve como objetivo, identificar materiais que abordassem tanto os aspectos técnicos quanto os dilemas éticos da edição genética em embriões humanos.

Os termos utilizados na pesquisa incluíram: “edição genética”, “bioética”, “CRISPR-Cas9”, “embriões humanos”, “limitações técnicas”, “melhoramento genético” e “biodireito”. Para tornar a busca mais precisa, utilizamos operadores booleanos (AND, OR, NOT), o que ajudou a refinar os resultados e garantir que os artigos selecionados discutissem os temas de forma conjunta.

Foram incluídas apenas publicações entre 2020 e 2025, priorizando materiais recentes e relevantes. Excluímos trabalhos com caráter meramente opinativo ou com baixa fundamentação científica. Apenas textos em português e inglês foram considerados, por conta da proficiência nos idiomas.

Além das buscas nas bases, também foi feita uma leitura das referências dos artigos selecionados para identificar outros estudos importantes que pudessem ter ficado de fora na pesquisa inicial. Todas as fontes utilizadas estão citadas na seção de referências, garantindo a transparência e a possibilidade de verificação das informações apresentadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Preocupações éticas e técnicas**

Com base nos artigos revisados, notou-se que a modificação genética de embriões humanos levanta questões éticas substanciais, especialmente no que se refere à segurança, ao consentimento das futuras gerações e ao risco de instrumentalização da vida. A técnica CRISPR-Cas9, embora apresente alto potencial terapêutico, ainda apresenta riscos consideráveis, que podem comprometer o funcionamento normal do organismo e gerar consequências



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



imprevisíveis e potencialmente prejudiciais, representando um risco à integridade do genoma humano (SGANZERLA; PESSINI, 2020). Além disso, quando tais alterações são realizadas na linha germinativa, os efeitos são hereditários, afetando não apenas o indivíduo modificado, mas também seus descendentes, que não têm como consentir com tais intervenções. Isso levanta questionamento sobre os direitos dos sucessores e sobre o grau de responsabilidade moral dos cientistas e pais envolvidos nesses procedimentos (FÉ et al., 2023).

Outro ponto recorrente de discussão é o uso da edição genética para fins de aprimoramento humano, ou seja, objetivos não terapêuticos. A possibilidade de selecionar traços físicos ou cognitivos pode conduzir a práticas eugênicas. Essa perspectiva levanta questões sobre justiça social e igualdade, uma vez que, se não for devidamente regulamentada, o acesso a tais tecnologias poderia ser restrito a determinados grupos, agravando disparidades já existentes e transformando a biotecnologia em um novo fator de exclusão (DIVINO; ALMEIDA, 2024).

Do ponto de vista técnico, os estudos analisados destacam limitações importantes que dificultam a aplicação segura da CRISPR-Cas9 em embriões humanos. A precisão da técnica é uma das principais preocupações, uma vez que os cortes realizados no DNA podem ocorrer em locais indesejados, gerando mutações imprevistas, os chamados efeito *off-target*. Esses erros de edição podem comprometer a viabilidade do embrião ou desencadear doenças genéticas não previstas, colocando em dúvida a segurança do procedimento (SGANZERLA; PESSINI, 2020).

Outro desafio técnico é o mosaïcismo, condição em que apenas uma parte das células do embrião é geneticamente modificada, enquanto as outras permanecem com o material genético inalterado. Essa heterogenicidade celular dificulta o controle e a previsibilidade dos efeitos da edição, tornando o tratamento inconsistente e com resultados potencialmente ineficazes



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



(ZUCCARO et al., 2022). Essa limitação técnica reforça a necessidade de cautela na aplicação de edições germinativas, sobretudo em contextos clínicos.

A literatura também destaca a eficiência variável dos mecanismos de reparo do DNA após o corte promovido pelo CRISPR. A via de reparo mais comum; NHEJ (*non-homologous end joining*) é propensa a erros e pode introduzir mutações adicionais. Já a via HDR (*homology-directed repair*) considerada mais precisa, ocorre com menor frequência em células humanas, especialmente em embriões. Isso limita a capacidade de corrigir mutações genéticas de forma eficaz e segura (ZHANG et al., 2022).

Diante desses desafios éticos e técnicos, é evidente que a edição genética em embriões humanos requer uma abordagem cautelosa e bem regulamentada. A comunidade científica enfatiza a necessidade de pesquisas adicionais para aprimorar a precisão e a segurança das técnicas de edição genética, bem como um amplo debate ético que envolva não apenas cientistas, mas também legisladores, filósofos, teólogos e a sociedade em geral, para estabelecer diretrizes claras que orientem o uso responsável dessa tecnologia (SGANZERLA; PESSINI, 2020; WINTER; VILAÇA, 2022).

## **Implicações jurídicas e bioéticas**

Outro aspecto delicado no debate sobre edição genética em embriões humanos evidenciado pela revisão das fontes foi a ausência de consenso jurídico em escala internacional. A regulamentação nessa área ainda é marcada por lacunas e fragmentação, criando um cenário de insegurança jurídica. Em muitos países, o avanço da biotecnologia tem superado o desenvolvimento das normas legais, abrindo espaço para iniciativas pouco controladas, cuja ausência de diretrizes claras dificulta a fiscalização e compromete a capacidade de responsabilização legal e ética diante de eventuais casos de danos ou abusos (FÉ et al., 2023).

A complexidade jurídica é agravada por uma linha tênue entre o uso terapêutico e o uso voltado ao aprimoramento humano. Corrigir uma mutação que causa uma doença genética pode ser considerado um ato eticamente justificável, mas



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



quando a mesma técnica é aplicada para intensificar atributos como inteligência, estatura, ou desempenho físico, entra-se em um território controverso, que remete a ideais eugênicos historicamente condenados. Distinguir o “curar” do “melhorar” é hoje um dos maiores dilemas ético-jurídicos na área (FÉ et al., 2023; DIVINO; ALMEIDA, 2024).

Além disso, a discussão também esbarra em um princípio central do direito e da bioética: a dignidade da pessoa humana. Nesse contexto, surge a preocupação com a “coisificação” dos embriões humanos, isto é, a possibilidade de que sejam tratados como objetos passíveis de manipulação conforme interesses científicos, médicos ou mesmo sociais (GESIEL, 2023). Ao permitir tais intervenções, corre-se o risco de reduzir o embrião a um mero objeto de intervenção técnica. Ainda que ele não tenha personalidade jurídica plena, ele representa uma vida potencial e, como tal, deve ser tratado com respeito e cautela. Tratar o embrião como um “produto biológico” fere valores fundamentais como a autonomia, a beneficência e a não maleficência (DIVINO; ALMEIDA, 2024).

Esse panorama evidencia a necessidade de diretrizes jurídicas claras, que articulem os avanços da biotecnologia com os princípios éticos que fundamentam os direitos humanos e a proteção à vida em suas formas iniciais.

## **Perspectiva interdisciplinar e caminhos possíveis**

Os dados analisados indicam que a discussão sobre edição genética germinativa ultrapassa o domínio das ciências biológicas e exige diálogo entre diferentes áreas do conhecimento. Por isso, não é possível compreender integralmente os impactos dessa tecnologia sem considerar também os efeitos sociais, filosóficos, jurídicos, culturais e até espirituais. Essa visão interdisciplinar é essencial orientar o uso responsável da edição genética, sem recair em posições extremas igualmente problemáticas: a tecnofobia, que rejeita a ciência por princípio, e a tecnutopia, que a idolatra sem crítica (SGANZERLA; PESSINI, 2020). A solução está em encontrar um equilíbrio, que não resida na proibição total da prática e



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



que crie padrões éticos e legais sólidos com base em valores universais como precaução, justiça e dignidade (FÉ et al., 2023).

Nesse sentido, muitos estudiosos e instituições propõem a construção de um marco regulatório internacional, que oriente os usos da técnica com base em princípios compartilhados. A própria comunidade científica reconhece a necessidade de criar mecanismos de consulta pública e garantir a acessibilidade das informações (DIVINO; ALMEIDA, 2024). O futuro da edição genética depende não apenas do desenvolvimento técnico, mas da capacidade da sociedade de construir coletivamente, um marco ético-jurídico que permita seu uso de forma segura, humana e justa (FÉ et al., 2023).

## **CONCLUSÕES**

Na revisão de literatura realizada, foi possível identificar que a técnica CRISPR-Cas9, embora represente um avanço da edição genética, ainda apresenta importantes limitações que dificultam sua aplicação clínica em embriões humanos. Os estudos analisados convergem ao apontar falhas técnicas relevantes — como os efeitos off-target, o mosaicismo e a baixa eficiência dos mecanismos de reparo do DNA — que comprometem a segurança e a previsibilidade dos resultados. Além disso, as fontes destacam a complexidade ética e jurídica envolvida, especialmente no que diz respeito ao consentimento das futuras gerações, à possibilidade de uso eugênico da técnica e à ausência de regulamentação internacional clara.

Ademais, evidenciou-se também que a edição genética germinativa exige uma abordagem interdisciplinar, capaz de articular os avanços científicos com reflexões éticas, sociais e jurídicas. A literatura aponta que, apesar do potencial terapêutico da técnica, sua aplicação prática depende de uma sociedade preparada para lidar com essa tecnologia, de forma que assegure a proteção dos direitos humanos e a integridade da vida.



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



Portanto, a edição genética em embriões humanos, depende não apenas do avanço científico, mas de uma construção coletiva. Dessa maneira, a continuidade das pesquisas, aliada ao debate público e envolvendo diferentes setores da sociedade, tornará viável a aplicação da edição genética de embriões humanos, equilibrando as inovações com os valores fundamentais da sociedade.

## REFERÊNCIAS

DIVINO, S. B. S.; ALMEIDA, I. Modificação e Edição Genética pelo Sistema CRISPR-CAS9: as fronteiras entre eugenia, autonomia, beneficência e não-maleficência. **Revista de Estudos Jurídicos da UNESP**: Franca, 2024. V. 27, n. 46, p. 162-182. Disponível em: <https://doi.org/10.22171/rejunesp.v27i46.4101>. Acesso em: 12 abr. 2025.

FÉ, F. C. C. M.; JUNIOR, W.F.J; BRANDÃO, J.F.; NOGUEIRA, L.S.; RODRIGUES, V. N.; GIARETTA, F.S. Bioética e controle Jurídico quanto à seleção de embriões humanos criopreservados na busca do melhoramento genético. **Revista Contemporânea – Revista de Ética e Filosofia Política**: Brasil, 2023. V. 3, n. 1, p. 221-224. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV3N1-013>. Acesso em: 12 abr 2025.

GESIEL, A. **Engenharia genética**: um debate sobre os limites éticos do melhoramento humano. Florianópolis, 2023. 245. Tese (Doutorado em Filosofia) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/249782>. Acesso em: 12 abr 2025.

SGANZERLA, A.; PESSINI, L. Edição de humanos por meio da técnica de Crispr:cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas. **Saúde Debate**: Rio de Janeiro, 2020. V. 44, n. 125, p. 527-540. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012519>. Acesso em: 12 abr. 25.

WINTER, B. C. A.; VILAÇA, M. M. Edição genética humana por meio da técnica CRISPR-Cas9: apontamentos e reflexões a partir da bioética e do biodireito.



# Congresso Médico Acadêmico UniFOA 2025

Capacitação de Futuros Médicos para o Cuidado  
Crítico em Emergências e Terapia Intensiva



**Revista Direitos Fundamentais e Alteridade:** Brasil, 2022. V. 5, n. 2, p. 83–98.

Disponível

em:

[https://www.researchgate.net/publication/367058887\\_EDICAO\\_GENETICA\\_HUMANANA\\_POR\\_MEIO\\_DA\\_TECNICA\\_CRISPR-CAS9\\_APONTAMENTOS\\_E\\_REFLEXOES\\_A\\_PARTIR\\_DA\\_BIOETICA\\_E\\_DO\\_BIODIREITO](https://www.researchgate.net/publication/367058887_EDICAO_GENETICA_HUMANANA_POR_MEIO_DA_TECNICA_CRISPR-CAS9_APONTAMENTOS_E_REFLEXOES_A_PARTIR_DA_BIOETICA_E_DO_BIODIREITO). Acesso em: 12 abr. 2025.

ZHANG, X. et al. Homology-bases repair induced by CRISPR-Cas nucleases in mammalian embryo genome editing. **Protein & Cell**, v.13, n. 5, p. 316-335, maio 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13238-021-00838-7>. Acesso em: 13 abr. 2025.

ZUCCARO, M. V. et al. Allele-Specific Chromosome Removal after Cas9 Cleavage in Human Embryos. **Cell**, v.183, n.6, p.1650-1664.e 15, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.10.025>. Acesso em: 13 abr. 2025.