**EDIÇÃO GÊNICA: ENTENDENDO O CRISPR-CAS9**

Barbara Morinegos Minotti1, Livia Caetano de Andrade1, Tayna Vitória de Aguiar Lima1, Eric Maciel Cardoso1, Viviane Santos1

1Instituto Federal do Mato Grosso do Sul – Dourados - MS

[barbara.minotti@estudante.ifms.edu.br](mailto:barbara.minotti@estudante.ifms.edu.br), [livia.andrade2@estudante.ifms.edu.br](mailto:livia.andrade2@estudante.ifms.edu.br), [tayna.lima@estudante.ifms.edu.br](mailto:tayna.lima@estudante.ifms.edu.br), [eric.cardoso@ifms.edu.br](mailto:eric.cardoso@ifms.edu.br), [viviane.santos@ifms.edu.br](mailto:viviane.santos@ifms.edu.br)

Área/Subárea: Multidisciplinar/ Genética e Ciência da computação Tipo de Pesquisa: Tecnológica

**Palavras-chave:** Genética, biologia molecular, terapia gênica, engenharia genética, biotecnologia.

**Introdução**

A Biologia Molecular se baseia na investigação das interações entre os sistemas celulares, bem como, a relação entre DNA, RNA e síntese proteica (SCHAEFER, 2015). Os estudos realizados neste âmbito, serviram como aporte para a compreensão da terapia gênica (GONÇALVES et al., 2015) que, por sua vez, serviu como base para o desenvolvimento da técnica do DNA recombinante, a qual auxiliou na criação de tecnologias e ferramentas de manipulação do genoma, como o sistema CRISPR-Cas9 (MARTINS et al., 2020).

O CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) foi identificado pela primeira vez em 1987, em um estudo na bactéria *Escherichia coli* (REIS e OLIVEIRA, 2019). Posteriormente, foi descoberto que esse sistema atua, juntamente com enzimas Cas, contra o ataque de vírus, preservando parte do material genético invasor como uma forma de memória, assim, caso a bactéria sofra um novo ataque pelo mesmo vírus, o sistema CRISPR-Cas9 rapidamente atua copiando o DNA viral na forma de RNA e com a ajuda de proteínas Cas é capaz de identificar e destruir o vírus invasor (LI et al., 2019).

O mesmo, ainda é classificado em 3 tipos: I, II e III, sendo o tipo II, CRISPR-Cas9, o que apresenta maior facilidade e eficiência como terapia gênica, demonstrando maior precisão quando comparada às técnicas anteriores, como ZFN e TALEN’s (ZHANG et al., 2014).

Assim sendo, essa técnica de edição genômica, composta exclusivamente por três moléculas: a nuclease (Cas9), um RNA guia e o DNA alvo (GONÇALVES e PAIVA, 2017), apresenta vantagens pertinentes na criação e inativação de genomas patógenos, o que significa enorme potencial para o tratamento de doenças ocasionadas por mutações genéticas, como a hemofilia, fibrose cística e anemia falciforme, bem como doenças hematológicas, câncer, AIDS, diabetes, insuficiência cardíaca, e doenças neurodegenerativas (XIAO-JIE et al., 2015).

Entretanto, mesmo possibilitando diversos avanços na medicina, a técnica possui uma série de questionamentos acerca de sua aplicação. Uma vez que essa ainda carece de estudos conclusivos sobre os efeitos prejudiciais à saúde do indivíduo que é submetido a terapia. Não obstante, o maior risco é o uso inadequado em células germinativas, que transmitiriam alterações sofridas pelo indivíduo original híbrido às futuras gerações (VIVANCO et al., 2019). Além disso, a possibilidade de manipular o genoma humano e sua linhagem germinativa levanta diversas inquietações éticas diante da sua capacidade de criar variadas eugenias (SGANZERLA e PESSINI, 2020).

A técnica CRISPR-Cas9, assim como outros avanços na engenharia genética, geralmente provocam temor pelo desconhecido, o que se mistura com o entusiasmo e o sensacionalismo provocado pelas descobertas. Entretanto, é válido destacar, que a desinformação é o agente responsável pelo medo nesse cenário que, apesar de causar estranhamento, pode ser superado por meio do diálogo, uma vez que, sem informação e conhecimento estamos fadados a agir de modo irracional, cometendo muitos erros (BARTH, 2005).

Além do exposto, a edição genômica consiste na alteração do código genético, em outras palavras, na reprogramação de determinada função de um gene. Nessa perspectiva, é possível associar a técnica de edição gênica, CRISPR-Cas9, com a programação computacional, na qual é possível manipular dados e estabelecer funções de acordo com a necessidade de um sistema. Dessa forma, é válido destacar a relevância de traçar um paralelo entre ambas temáticas.

Em síntese, esse projeto tem como objetivo propor uma reflexão ética a respeito da técnica de edição genética, CRISPR-Cas9, bem como interligar a programação computacional com esta biotecnologia e, de forma acessível, e por meio de um site informativo, viabilizar o conhecimento desse conteúdo para outros públicos que não sejam do meio científico.

**Metodologia**

Inicialmente, para o desenvolvimento do presente trabalho, uma revisão bibliográfica acerca do assunto foi redigida, utilizando ferramentas de busca, como o Google Acadêmico e sites institucionais, para a pesquisa de artigos científicos. Pretende-se analisar particularidades da biologia e da programação, e elaborar um texto que trace um paralelo entre as duas áreas.

Em seguida, será criado um website, com base nos princípios de programação e *design* adquiridos por meio do curso Técnico em Informática para Internet, do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* Dourados. O website será uma coletânea das pesquisas realizadas acerca da técnica CRISPR, contendo informações sobre o seu funcionamento, aplicações, bem como suas problemáticas, fazendo o uso de ilustrações e textos de fácil compreensão.

A etapa final do projeto terá a elaboração de um formulário. Para isso será utilizada a plataforma *Google forms*, para coletar opiniões públicas e levantar um debate crítico e ético com relação ao tema abordado. O formulário conterá questionamentos que conduzirão o leitor a conhecer e refletir sobre a técnica CRISPR-Cas9, reflexionar sobre suas questões éticas, suas aplicações e possíveis resultados. Tal formulário será divulgado por meio de grupos de whatsapp, principalmente em grupos estudantis, os quais concentram o grupo-alvo.

**Resultados esperados**

O presente trabalho faz o uso de uma metodologia qualitativa, com a seleção e estudo de artigos científicos de acordo com o tema. Essa análise literária visa facilitar a compreensão da técnica CRISPR-Cas9, bem como sua aplicação medicinal, seus benefícios e suas consequências. Ademais, objetiva-se converter as informações coletadas em um conteúdo didático acessível.

A analogia entre a biologia e a linguagem de programação, dada através de uma produção textual, possuirá como objetivo transmitir sucintamente as semelhanças entre as mesmas, propondo ao leitor a construção de uma ponte entre ambas as áreas do conhecimento. Ainda no âmbito tecnológico, o website a ser desenvolvido reunirá o conteúdo elaborado nas etapas anteriores, dessa forma, apresentando a técnica CRISPR-Cas9 de maneira dinâmica.

Por fim, o formulário, que será elaborado possibilitará a coleta de opiniões e ideias do meio acadêmico, bem como, o engajamento dos estudantes e professores a um pensamento crítico com relação ao assunto, consequentemente, estimulando o acesso ao website desenvolvido e aprofundando, de forma simples e prática o conhecimento sobre a temática.

**Considerações Finais**

Ao final do presente trabalho, espera-se a construção de um conhecimento consistente e didático acerca da técnica de edição gênica CRISPR-Cas9, fomentando o acesso a esse conteúdo para além do meio científico, considerando a relevância e o constante aprimoramento do objeto de estudo nos dias atuais. Dessa forma, evitando a desinformação e o temor acerca do tema.

**Referências**

BARTH, W. Engenharia genética e bioética. **Teocomunicação**, v. 35, n. 149, 2005.

GONÇALVES, J.; FERREIRA, K.; BARBOSA, F. Biologia Molecular: A caminho da Terapia Gênica. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 12, n. 28, p. 151, 2015.

GONÇALVES, G.; PAIVA, R. Terapia gênica: avanços, desafios e perspectivas. **Einstein (São Paulo)**, v. 15, p. 369-375, 2017.

LI, D; ZHOU, H; ZENG, X. Battling CRISPR-Cas9 off-target genome editing. **Cell Biology Toxicology**, v. 35, n. 5, 2019.

MARTINS, A.; DA SILVA, G.; ALVES, L. O sistema CRISPR/ CAS9 como alternativa à produção de transgênicos. In: **Simpósio de pesquisa e de práticas pedagógicas do UGB/ FERP**, n. 8, 2020.

REIS, E.; DE OLIVEIRA B. CRISPR-CAS9, BIOSSEGURANÇA E BIOÉTICA Uma Análise Jusfilosófica-Ambiental da Engenharia Genética. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 34, p. 123-152, 2019.

SCHAEFER, R. Técnicas em biologia molecular. Embrapa Suínos e Aves. **Documentos, 116 (INFOTECA-E)**, 2006, 24p.

SGANZERLA, A.; PESSINI, L. Edição de humanos por meio da técnica do Crispr-cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas. **Saúde em Debate**, v. 44, p. 527-540, 2020.

VIVANCO, C. et al. CRISPR-CAS9: aspectos bioéticos e normativos do método. **Revista Brasileira de Bioética**, v. 14, p. 76-77, 2019.

XIAO-JIE, L. et al. CRISPR-Cas9: a new and promising player in gene therapy. **Journal of medical genetics**, v. 52, n. 5, p. 289-296, 2015.

ZHANG, F.; WEN, Y.; GUO, X. CRISPR/Cas9 for genome editing: progress, implications and challenges. **Human molecular genetics**, v. 23, n. R1, pág. R40-R46, 2014.