

# **VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI**

**DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS  
III**

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** - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

**Diretor Executivo** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

**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** - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

**Representante Discente:** Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

**Conselho Fiscal:**

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

**Secretarias**

**Relações Institucionais:**

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

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

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

**Comunicação:**

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

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

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

**Relações Internacionais para o Continente Americano:**

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

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

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

**Relações Internacionais para os demais Continentes:**

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

**Educação Jurídica**

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

**Eventos:**

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

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

**Comissão Especial**

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

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

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

D597

Direito, governança e novas tecnologias III [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Aires José Rover; Edson Ricardo Saleme; Jéssica Amanda Fachin. – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-157-8

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

Tema: Direito Governança e Políticas de Inclusão

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Governança e novas tecnologias. VIII Encontro Virtual do CONPEDI (2; 2025; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



## **VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI**

### **DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS III**

---

#### **Apresentação**

TEXTO INICIAL

GT DIREITO, GOVERNANÇA E NOVAS TECNOLOGIAS III.

Nos dias 24, 25, 26 e 27 de junho de 2025, realizou-se o VIII Encontro Virtual do CONPEDI com a temática “Direito Governança e Políticas de Inclusão”. O evento objetivou promover a socialização das pesquisas jurídicas, desenvolvidas nos programas de pós-graduação e na graduação no Brasil, com ênfase na governança e das diversas políticas tecnológicas adotadas no Brasil. Com aporte em debate qualificado, coordenado pelos professores doutores Edson Ricardo Saleme (Universidade Católica de Santos), Jéssica Fachin (Universidade de Brasília e Universidade de Londrina e Aires José Rover (Universidade Federal de Santa Catarina) no âmbito do GT Direito, Governança e Novas Tecnologias III. Observou-se no debate a configuração de agenda que buscou investigar as novas formas de governança, bem como estudar as atuais demandas contemporâneas que emergem das novas tecnologias, impactando nos diversos campos do Direito Nessa agenda foram revisitados, sob diversas abordagens, como temas complexos relacionados aos desafios conectados à regulação de novas tecnologias, a participação democrática no âmbito das relações digitais e ainda outras de fundamental importância à temática.

Nesse diapasão, o primeiro trabalho tratou do tema “Desafios regulatórios das tecnologias disruptivas: inteligência artificial, biotecnologia e blockchain no contexto jurídico brasileiro”, abordando as inovações propostas relativas a normatização da temática, ressaltando as tensões em torno dos problemas mais frequentes relacionados ao tema. O próximo tema “A

no caso PIX DO BRASIL: entre a liberdade de expressão e a responsabilidade nas redes sociais”, o qual ponderou que, apesar da proposta de modernização e inclusão financeira, o Pix pode ser alvo de desinformações que minam a confiança sobre essa ferramenta.

O próximo artigo “Exposição digital infanto-juvenil e os limites da personalidade como Direito fez análise teórico-jurídica das deepfakes; enfocou a perspectiva da Teoria do Direito e a construção conceitual dos direitos da personalidade, os riscos emergentes impostos pelas tecnologias de inteligência artificial de falsificação e, especialmente as deepfakes, à privacidade e intimidade de crianças e adolescentes em ambiente digital. A seguir passou-se a explanação do artigo intitulado “do entusiasmo à desilusão: uma reflexão sobre a participação democrática na vida virtual”, com enfoque na evolução da participação democrática em tempos digitais, analisando tanto o entusiasmo inicial quanto o ceticismo subsequente que emergiram com o avanço da internet”. A seguir expôs-se a temática “A vulnerabilidade digital na sociedade informacional: uma análise econômica da democracia e tecnologia no sistema jurídico brasileiro”, que ressaltou a necessidade de reavaliar políticas públicas para alcançar justiça social e eficiência democrática.

Na sequência, o artigo “Inclusão social na era da Smart Cities: o papel do Direito e da governança de tecnologias urbanas”, fez análise crítica na relação entre Direito, governança tecnológica e inclusão social no contexto das cidades inteligentes. O tema a seguir: “Boas práticas de conformidade à LGPD no desenho de bancos de dados relacionais” teve como objetivo apresentar um conjunto de boas práticas para o design de bancos de dados que atendam aos princípios da LGPD, como finalidade, necessidade, segurança e responsabilização. O próximo artigo: “Os impactos das tecnologias de fronteira na proteção integral de crianças e adolescentes: análise sobre o relatório da UNICEF THE STATE OF THE WORLD’S CHILDREN no contexto internacional” buscou identificar as principais tendências que moldam o mundo atual e como prever seus efeitos no futuro dos jovens até 2050.

apresentou-se o “Estudo de caso sobre o potencial de satélites refletores de luz solar da start up ‘Reflect Orbital’ para o setor agrícola brasileiro”, o qual observa as novas oportunidades para a geração de energia renovável a exemplo de sua aplicação para aumento da produção agrícola, quanto crescimento e produção de culturas, a evolução de tecnologias para este fim se mostra essencial para a humanidade como um todo.

Importante também o “Estudo de caso da Start Up Reflect Orbital como impulsionadora na produção de energia fotovoltaica e seus aspectos jurídicos à luz da Lei 14.200/2022, que busca determinar o potencial energético e sua conformidade com os aspectos legais e diretrizes da Lei 14.300/2022 que regulamenta a geração de energia por consumidores finais. Outra importante reflexão foi o artigo: “Influência das redes sociais na formação da opinião pública: o papel do Direito na regulação de plataformas digitais” que analisa o papel do Direito na regulação das plataformas digitais, buscando identificar mecanismos jurídicos que garantam a proteção dos direitos fundamentais sem comprometer a liberdade de expressão. O estudo denominado “Neurodireitos na sociedade da transparência: o alerta da série adolescência da Netflix”, que parte da ideia do autor Byung-Chul Han sobre a sociedade da transparência para apontar os riscos da hiperexposição nas redes sociais, diante do uso desses dados pelas neurotecnologias no intuito de controle e manipulação.

Outra discussão relacionada aos temas expostos foi realizada com o levantamento da opinião dos presentes, que registraram sua opinião acerca dos diversos temas enfocados. O Grupo de Trabalho foi para o ultimo bloco a partir do tema “Sistema de registro eletrônico de imóveis – SREI: avanços e desafios ante a sobreposição de terras – análise de Adrianópolis – PR, Vale do Ribeira” que estuda o Sistema de Registro Eletrônico de Imóveis – SREI e sua relevância no contexto jurídico moderno, envolto em significativos avanços tecnológicos. Sequencialmente expôs-se o trabalho “Lei 14.932/2024 – utilização do Cadastro Ambiental Rural – CAR para fins de apuração da área tributável a compatibilização dos dados eletrônicos disponibilizados à Administração Pública para uma gestão mais eficaz”, cujo argumento indica que a Administração Pública já está utilizando inovações tecnológicas em

fundamental foi uma reflexão acerca da complexa relação entre modernidade, tecnologia e direito, com foco nas peculiaridades da modernidade periférica. Na sequência o trabalho “Edição genética de plantas: benefícios, riscos e regulamentação” destacou técnicas como CRISPR/Cas9 como ferramenta promissora para enfrentar desafios globais, como segurança alimentar e mudanças climáticas. O último artigo “Big techs e plataformas digitais: o Direito à informação e à liberdade de expressão no ecossistema tecnológico e a reconfiguração do estado-nação” questiona se as Big Techs e players tecnológicos a partir do direito à informação e à liberdade de expressão podem exercer alguma interferência no ecossistema digital possibilitando a reconfiguração do Estado-Nação contemporâneo.

Oportunizou-se mais uma sequência de discussões com contribuições benéficas para os assuntos discutidos e participação de grande parte dos presentes até o final dos trabalhos.

# EDIÇÃO GENÉTICA DE PLANTAS: BENEFÍCIOS, RISCOS E REGULAMENTAÇÃO

## GENETIC EDITING OF PLANTS: BENEFITS, RISKS, AND REGULATION

Geraldo Magela Silva <sup>1</sup>

### Resumo

**RESUMO:** A edição genética de plantas, destacando-se técnicas como CRISPR/Cas9, surge como ferramenta promissora para enfrentar desafios globais, como segurança alimentar e mudanças climáticas. Este artigo explora as implicações éticas, os desafios regulatórios e os impactos sociais dessa tecnologia, contrastando-a com os transgênicos tradicionais. Enquanto a edição genética oferece benefícios como redução de pesticidas e aumento da resistência a estresses ambientais, persistem controvérsias sobre riscos ecológicos, acesso equitativo e governança. A regulamentação varia globalmente, com a União Europeia adotando uma abordagem precaucionária e os EUA flexibilizando normas para organismos sem DNA exógeno. No Brasil, a CTNBio classifica a edição genética como técnica de melhoramento de precisão, sujeita a análise caso a caso. A aceitação pública é influenciada pela percepção de benefícios ambientais, mas lacunas de conhecimento ainda desafiam a confiança. Conclui-se que a edição genética pode revolucionar a agricultura, desde que integrada a modelos sustentáveis e inclusivos, com diálogo multissetorial e transparência regulatória.

**Palavras-chave:** Palavras-chaves: edição genética, Agricultura, Bioética, Regulamentação, Sustentabilidade

### Abstract/Resumen/Résumé

**Abstract:** Genetic editing of plants, particularly techniques like CRISPR/Cas9, emerges as a promising tool to address global challenges such as food security and climate change. This article examines the ethical implications, regulatory challenges, and social impacts of this technology, contrasting it with traditional transgenic methods. While genetic editing offers benefits like reduced pesticide use and enhanced environmental stress resistance,

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Keywords: genetic editing, Agriculture, Bioethics, Regulation, Sustainability

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades humanas mais antigas, evoluindo constantemente para atender às necessidades alimentares de uma população global em expansão. Nos últimos anos, a edição genética surgiu como uma ferramenta revolucionária, oferecendo a capacidade de modificar plantas de maneira precisa para melhorar suas características. Neste sentido, "Bioética e Edição Genética de Plantas é um campo multidisciplinar que explora as implicações éticas, desafios regulatórios e impactos sociais do uso de tecnologias de edição genética, como CRISPR/Cas9, na ciência das plantas" (SILVA, 2023, p. 47).

À medida que os avanços na engenharia genética se aceleraram, essa área de estudo ganhou destaque devido ao seu potencial para abordar questões críticas como segurança alimentar, sustentabilidade agrícola e conservação ambiental. A tecnologia permite modificações precisas dos genomas das plantas, prometendo maior resiliência das culturas, melhor qualidade nutricional e aumento da produtividade, que são vitais diante de uma crescente população global e desafios das mudanças climáticas conforme OLIVEIRA (2022) e SILVA (2023).

Notavelmente, o debate em torno da edição genética de plantas é caracterizado por estruturas regulatórias divergentes e considerações éticas. Diferentes regiões adotaram abordagens variadas para a regulamentação de culturas editadas pelo genoma, com países como os Estados Unidos e o Japão frequentemente isentando produtos que não contêm DNA estranho de regulamentações rigorosas de OGM, enquanto a União Europeia impõe controles mais rigorosos semelhantes aos dos OGMs tradicionais (European Union, 2021). Essa disparidade regulatória levanta questões sobre segurança, impacto ambiental e governança de inovações biotecnológicas. O discurso ético engloba preocupações sobre os riscos potenciais associados a consequências ecológicas não intencionais e as obrigações morais de garantir o acesso equitativo a essas tecnologias, particularmente nos países em desenvolvimento de acordo SILVA, (2023) e OLIVEIRA (2022).

Além disso, a percepção pública da edição genética é mista, influenciada por fatores como conscientização do consumidor e valores sociais em torno da biotecnologia. Embora a aceitação de culturas editadas por genes seja geralmente maior do que a dos OGMs tradicionais, o ceticismo permanece, particularmente em relação à segurança e às implicações éticas segundo SILVA (2023). Envolver as partes interessadas em discussões

transparentes sobre os benefícios e riscos associados à edição genética é essencial para promover a confiança e a tomada de decisões informadas. OLIVEIRA, (2022).

Essa interseção da bioética e da edição genética de plantas apresenta oportunidades e desafios, exigindo um diálogo contínuo para navegar pelas complexidades da inovação, salvaguardando a integridade ambiental e os valores sociais. À medida que o campo continua a evoluir, "é imperativo encontrar um equilíbrio entre aproveitar os avanços tecnológicos e abordar as responsabilidades éticas que eles acarretam" de acordo (SILVA, 2023, p. 52).

## **2 A SEGURANÇA ALIMENTAR E A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL.**

Acabar com a fome foi o principal argumento usado para se legitimar a implementação da agricultura modernizada com base nas premissas da revolução verde. O aumento de produtividade necessário para se ampliar a oferta de alimentos viria da adoção de sementes melhoradas cultivadas na forma de monoculturas com o uso intensivo de fertilizantes sintéticos, irrigação, agrotóxicos, máquinas e equipamentos.

Além de serem esse tipo de objeto tecnocientífico, esses mesmos transgênicos são ao mesmo tempo, commodities, ou seja, produtos das corporações do agronegócio criados e usados para servir a seus interesses lucros, crescimento econômico e geração de divisas). São objetos inseridos no mercado global. Assim, seu uso agrícola efetivo depende, por exemplo, da disponibilidade dos insumos requeridos e de acesso a crédito para que os agricultores possam comprar as sementes e os insumos necessários, além da aplicação legal das condições e dos direitos de propriedade intelectual na sua compra e na venda dos produtos agrícolas.

Os interesses do agronegócio tendem a ser mais bem atendidos quando os transgênicos são cultivados em monoculturas em larga escala, plantados e colhidos mediante o uso intensivo de equipamentos e maquinário. Esse sistema de plantio e de ocupação do espaço contribui para minar as condições necessárias para a prática da Agroecologia e para a construção da soberania alimentar, intensificando os efeitos do modelo agrícola dominante.

Entre esses efeitos pode-se destacar maiores deslocamentos e despejos de populações que não serão mais capazes de cultivar seu próprio alimento – e como é a agricultura familiar o setor responsável por produzir a maior parte do alimento para o consumo humano segundo dados do IBGE (2017), seu declínio torna mais provável a ocorrência de crises de escassez de alimentos

### **3 TRANSGÊNICOS COMO OBJETOS TECNOCIENTÍFICOS INTEGRANTES DO MODELO AGRÍCOLA DO AGRONEGÓCIO.**

As novas tecnologias, sejam elas químicas ou genéticas, respondem a demandas do modelo agroalimentar dominante e não contribuem para mitigar os efeitos sociais e ambientais por elas gerados pelo IAASTD, (2009). Consideremos os transgênicos atualmente colhidos, processados e comercializados nas práticas do modelo agroalimentar dominante. As sementes transgênicas foram desenhadas para uso intensivo em monoculturas. Desde a introdução dos transgênicos, desenhados para expressar as propriedades de tolerância a herbicidas e de produção de toxinas letais a alguns tipos de insetos, seus produtos têm sido amplamente consumidos.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) é o órgão encarregado das decisões sobre pesquisa e uso comercial de organismos transgênicos e seus derivados no Brasil. A Comissão, que tem longo histórico de decisões sempre favoráveis à liberalização dos organismos transgênicos, está também dotada de poder normativo, ou seja, são seus próprios membros que definem as regras de classificação quanto ao grau de risco, testes e medidas de segurança exigidos e regras de monitoramento pós liberação comercial e de coexistência entre cultivos geneticamente modificados (GM) e não-GM FERNANDES; MARINHO, (2018). Em 2008 a CTNBio deu sinal verde para o uso comercial do milho Roundup Ready TM, resistente a herbicidas à base de glifosato.

Em seu parecer técnico, o órgão afirma que esse milho “é tão seguro quanto seu equivalente convencional” e que “essa atividade não é potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente ou de agravos à saúde humana e animal. “Depois da liberação desta variedade, mesmo desconsiderando um conjunto considerável de evidências científicas que apontam efeitos adversos dos transgênicos” (FERMENT et al., 2015), a CTNBio autorizou a comercialização de outras 23 contendo a mesma modificação genética para resistência ao glifosato.

O campeão de vendas glifosato foi classificado pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer, da Organização Mundial da Saúde (IARC/OMS), como provável cancerígeno para os seres humanos. Cabe ainda destacar que o glifosato é ingrediente ativo do Roundup TM, mas outros componentes e subprodutos da fórmula podem ser ainda mais tóxicos para as células humanas.

Para setores do agronegócio e para a maior parte dos membros de órgãos reguladores como a CTNBio, os fenômenos descritos nas seções anteriores não são relevantes a ponto de suscitar dúvidas sobre a legitimidade da hegemonia do modelo agroalimentar moderno

Os proponentes e demais defensores do atual modelo construíram um discurso que efetivamente naturaliza o modelo, retratando-o como sendo respaldado pela ciência e como parte do sentido comum da nossa era. Esse discurso se baseia nas ideias de que ciência, tecnologia e inovação constituem uma unidade, as inovações tecnocientíficas. São necessárias para se resolver a maioria dos problemas do mundo incluindo a fome.

Inclusive os problemas que são subprodutos do uso de inovações tecnocientíficas; é legítimo utilizar uma dada inovação tecnocientífica considerada eficaz em práticas sociais ao menos que haja evidências científicas robustas indicando que seu uso é seriamente prejudicial ou ocasiona riscos inaceitáveis (LACEY, 2015).

Os transgênicos são inovações tecnocientíficas, e aqueles que advogam seu uso massivo na agricultura alegam que a pesquisa científica já estabeleceu que sua adoção não acarreta riscos significativos à saúde humana nem ao meio ambiente e que – para se produzir comida suficiente para todos – não há alternativas a não ser confiar a essas técnicas

#### **4 AGROEGOLOGIA E SEMENTES SELECIONADAS**

A soberania alimentar é a aspiração – articulada no plano internacional notadamente pela Via Campesina – para os agricultores familiares, os povos indígenas, os quilombolas e as comunidades tradicionais (NYELENI, 2007) que visa controlar a estrutura de todos os aspectos do sistema alimentar.

Produzir comida saudável e em quantidade suficiente, de modo culturalmente apropriado e ecologicamente sustentável nas suas próprias regiões ou perto delas; utilizar e desenvolver as abordagens agroecológicas – nas quais as sementes são selecionadas e multiplicadas pelos próprios agricultores nas suas áreas e não objetos tecnocientíficos comprados de empresas do agronegócio.

Proteger tanto os direitos dos agricultores às sementes, à terra, à água e a mercados justos, quanto as suas comunidades, seus meios da vida e a sustentabilidade ambiental; e elaborar e implementar políticas locais, nacionais e internacionais que

fortaleçam redes democráticas de gestão dos sistemas agroalimentares e avancem na realização de tendo como horizonte a construção de sementes da resistência Apesar da força retórica do discurso que legitima o modelo agroalimentar moderno e o poder da oligarquia internacional cujos interesses ele representa, o modelo dominante não foi capaz de ocupar todos os espaços da agricultura.

A diversidade dos recursos genéticos para a agricultura e a alimentação segue nas mãos dos agricultores familiares, povos indígenas e comunidades tradicionais – ainda que fragilmente em alguns casos. Embora possa ser questionável apontar a existência de um padrão global de perda de diversidade agrícola, há evidências de que a diversidade cultivada pelos agricultores vem diminuindo ao longo dos anos e que aumentam as ameaças à conservação dessa diversidade (FAO, 2019, p. 114).

Como as sementes crioulas estão intimamente ligadas aos ambientes e aos agroecossistemas nos quais elas foram selecionadas, a perda dessas variedades passa, entre outros, por questões ligadas ao acesso à terra e a territórios tradicionais. O ocorrência de secas, de pragas e de doenças, contaminação por transgênicos e agrotóxicos e pela introdução de variedades melhoradas.

As estatísticas globais, por outro lado, podem esconder processos locais de resistência e adaptação dos agricultores e de suas estratégias para a manutenção de sistemas diversificados de cultivo (WIT, 2016). m novo modelo que substitua o atual, moldado pelo agronegócio (LACEY, 2015).

Os riscos sociais e ambientais do atual modelo são agravados pelo risco de se retardar o investimento na Agroecologia e em ações orientadas pelo princípio da precaução. O princípio da precaução diz respeito ao direito ao meio ambiente equilibrado e a sua proteção diante de atividades impactantes ou cujos efeitos são desconhecidos. O Brasil tem o dever de proteger o meio ambiente. Esse compromisso está na Constituição Federal, na Declaração da Rio 92 e em leis como a de biossegurança. Uma empresa que quer liberar um novo produto transgênico, por exemplo, não pode se opor a medidas de precaução alegando que não está comprovado cientificamente que esse novo produto causará danos.

## **5 EDIÇÃO GENÉTICA E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

A edição genética oferece uma série de benefícios potenciais para a agricultura sustentável, destacando-se como ferramenta promissora para os desafios contemporâneos. Culturas geneticamente editadas podem ser desenvolvidas para

apresentar maior resistência a pragas e doenças, reduzindo significativamente o uso de pesticidas e herbicidas químicos. SILVA (2023, p. 48) afirma que "a precisão da edição genômica permite criar plantas que demandam menos insumos externos, minimizando impactos ambientais e custos de produção".

Além disso, plantas editadas para tolerância a condições climáticas extremas, como seca e salinidade, abrem novas fronteiras agrícolas em regiões marginais. Essa adaptação climática não só aumenta a produtividade, mas também preserva recursos naturais escassos, como água e solo fértil. OLIVEIRA (2022, p. 103) ressalta que "a edição genética pode transformar terras antes improdutivas em áreas agrícolas viáveis, combatendo a desertificação e a insegurança alimentar".

Outro avanço significativo é o enriquecimento nutricional de culturas básicas, como arroz e milho, com vitaminas e minerais essenciais. Essas melhorias são cruciais para combater a desnutrição em populações vulneráveis, onde dietas diversificadas são inacessíveis. Conforme destacado por EMBRAPA (2018), "a biofortificação por edição genética é uma estratégia eficaz para reduzir deficiências nutricionais em larga escala, com impactos diretos na saúde pública".

Por fim, a sustentabilidade econômica para pequenos agricultores é outro benefício tangível, já que culturas resilientes reduzem perdas e aumentam a estabilidade da produção. A integração dessas tecnologias com práticas agrícolas tradicionais pode potencializar seus benefícios ambientais e sociais. Como conclui Silva (2023, p. 55), "o equilíbrio entre inovação e tradição é chave para uma agricultura verdadeiramente sustentável e inclusiva".

## 6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

As implicações éticas em torno da edição genética de plantas são multifacetadas, refletindo preocupações que variam de benefícios potenciais a consequências imprevistas. SILVA (2023, p. 50), destaca as implicações éticas desta tecnologia:

O desenvolvimento do sistema CRISPR/Cas9 trouxe possibilidades revolucionárias para a agricultura, permitindo modificações genéticas precisas. Contudo, essa tecnologia levanta questões éticas fundamentais sobre os limites da intervenção humana na natureza, especialmente no que diz respeito à preservação da biodiversidade e ao direito à alimentação adequada. Tais dilemas exigem uma regulamentação cuidadosa que equilibre inovação e precaução.

A bioética atua como bússola para navegar as complexidades dos avanços biotecnológicos, equilibrando inovação e responsabilidade. “Os defensores argumentam que a tecnologia pode aliviar a pobreza e melhorar a segurança alimentar, mas exigem governança rigorosa para garantir acesso equitativo” (Oliveira, 2022).

A perspectiva consequencialista domina debates éticos, avaliando a moralidade das edições genéticas por seus resultados. No entanto, críticos alertam que "as implicações completas raramente são compreendidas antes da implementação, demandando monitoramento contínuo" (HARVARD RESEARCHERS, 2019, p. 12). Essa abordagem exige adaptabilidade, pois métodos e motivações determinam a legitimidade ética de cada aplicação (MARKKULA CENTER, 2018).

Riscos ecológicos e socioeconômicos ampliam os dilemas, como possível invasividade de plantas editadas ou impactos em comunidades tradicionais. Conforme EMBRAPA (2018), "a edição genética deve conciliar inovação com preservação da biodiversidade e direitos culturais". O desafio é harmonizar progresso científico com valores sociais, exigindo diálogo contínuo e regulamentações ágeis retrata SILVA, (2023) e a EUROPEAN UNION, (2021).

## **7 APLICAÇÕES DA EDIÇÃO GENÉTICA EM PLANTAS**

As tecnologias de edição genética revolucionaram o melhoramento vegetal, oferecendo precisão sem precedentes na modificação de características desejáveis em culturas agrícolas. Segundo (ZHANG et al. 2023, p. 15), "o CRISPR/Cas9 emergiu como a ferramenta mais promissora para edição genômica em plantas, permitindo modificações pontuais com eficiência superior a 90% em espécies-modelo".

Essas técnicas possibilitam desde a correção de nucleotídeos específicos até a inserção controlada de genes benéficos, superando as limitações dos métodos tradicionais de melhoramento (CHEN & GAO, 2022). No campo da segurança alimentar, destaca-se o desenvolvimento de variedades como a batata com redução de acrilamida, onde "a edição do gene VInv demonstrou redução de até 90% na formação desse composto carcinogênico durante o processamento térmico" (FOOD SAFETY JOURNAL, 2023, p. 7). Paralelamente, culturas editadas para resistência a estresses abióticos, como seca e salinidade, estão permitindo a expansão agrícola para regiões marginais (AGRONOMY REPORTS, 2023). Esses avanços são particularmente relevantes frente às mudanças climáticas globais.

A aplicação dessas tecnologias na conservação de espécies ameaçadas também mostra potencial transformador. Como observa a União Internacional para Conservação da Natureza (2023, p. 22), "a edição genética pode ser a última esperança para espécies vegetais à beira da extinção, permitindo adaptações rápidas a ambientes em mudança". Contudo, especialistas alertam para a necessidade de avaliações de risco rigorosas antes da liberação ambiental dessas plantas editadas (BIOSAFETY PROTOCOL, 2023). O equilíbrio entre inovação e precaução permanece como desafio central nesse campo emergente.

A edição genética emerge como ferramenta revolucionária para a conservação vegetal, particularmente frente aos desafios das mudanças climáticas. Segundo o relatório da (IUCN 2022, p. 15), "técnicas como fluxo gênico assistido permitem acelerar em décadas a adaptação natural de espécies ameaçadas". Ao modificar precisamente genes-chave relacionados à tolerância ao estresse, os cientistas podem aumentar em até 70% a sobrevivência de plantas em habitats alterados dados da (CONSERVATION BIOLOGY, 2023). Essa abordagem mostra-se especialmente valiosa para espécies com ciclos reprodutivos longos ou limitada variabilidade genética.

No caso de espécies criticamente ameaçadas, a edição genômica oferece estratégias inovadoras de reforço populacional. Como destaca (SILVA 2023, p. 102), "a identificação e correção de vulnerabilidades genéticas específicas pode reverter processos de extinção em andamento". Exemplos bem-sucedidos incluem o pinheiro-de-wollemi australiano e a árvore-do-frankincense africana, onde edições pontuais aumentaram a resistência a patógenos em 40-60% (Global Plant CONSERVATION INITIATIVE, (2023). Contudo, tais intervenções exigem monitoramento contínuo para avaliar impactos ecológicos a longo prazo.

## **8 CONTROVÉRSIAS E DEBATES**

O cenário regulatório global apresenta divergências profundas sobre como classificar e gerenciar plantas geneticamente editadas. Enquanto a União Europeia mantém restrições rigorosas, o USDA (2023) adota posição diferente: "organismos sem DNA exógeno não devem ser regulados como OGM tradicionais". Essa disparidade cria desafios para o comércio internacional e cooperação científica, exigindo harmonização de protocolos NATURE BIOTECHNOLOGY, (2023).

Os debates éticos concentram-se no princípio da precaução versus urgência climática. Como alerta o (OLIVEIRA 2023, p. 88), "a velocidade das mudanças

ambientais pode justificar intervenções genéticas que antes consideraríamos prematuras". Paralelamente, questões de biossegurança e direitos de propriedade intelectual complicam o acesso equitativo a essas tecnologias, especialmente para países em desenvolvimento segundo a UN BIODIVERSITY REPORT, 2023). O equilíbrio entre inovação e precaução permanece como desafio central para a comunidade global.

A justificativa inicial para a adoção de organismos geneticamente modificados (OGMs) no Brasil baseou-se no paradigma da Revolução Verde, que prometia erradicar a fome mediante ganhos de produtividade. Contudo, como critica o *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development* (IAASTD, 2009), "as tecnologias transgênicas foram moldadas para atender às demandas do modelo agroalimentar dominante, reforçando monoculturas dependentes de insumos externos".

Esse modelo, centrado em commodities, privilegia interesses corporativos, como destacam FERNANDES e MARINHO (2018): "Os transgênicos são produtos do agronegócio globalizado, cuja viabilidade exige acesso a crédito, pacotes tecnológicos e respeito a patentes". Impactos, Socioambientais e Regulação Questionável A CTNBio, órgão regulador brasileiro, tem sido alvo de críticas por sua postura permissiva.

Desde 2008, quando liberou o milho Roundup Ready (resistente ao glifosato), "a Comissão ignorou evidências científicas sobre riscos à saúde e ao meio ambiente" (FERMENT et al., 2015). Paradoxalmente, o glifosato foi classificado como "provável cancerígeno" pela IARC/OMS (2015), levantando questões sobre a segurança de cultivos tolerantes a herbicidas.

Além disso, o modelo de monoculturas transgênicas: Reduz a biodiversidade agrícola, ameaçando variedades crioulas FAO, (2019); Intensifica a dependência de insumos, como destacam críticos: "O pacote semente-herbicida consolida um ciclo vicioso de endividamento dos agricultores" segundo WIT, (2016).

Em contraste, a agroecologia propõe um modelo baseado na soberania alimentar, conforme definido no Fórum de NYÉLÉNI (2007): "Um sistema alimentar controlado por agricultores, que prioriza sementes adaptadas localmente, diversidade genética e práticas sustentáveis". Estudos mostram que: Agricultura familiar responde por 70% dos alimentos consumidos no Brasil IBGE, (2017); Sementes crioulas são cruciais para a resiliência climática, mas enfrentam ameaças como contaminação por transgênicos FAO, (2019).

Enquanto o agronegócio defende os transgênicos como "inevitáveis para alimentar a população" retrata LACEY,( 2015), a realidade expõe contradições: Riscos à saúde: Associados a herbicidas como o glifosato; Concentração de poder: 80% das sementes transgênicas são controladas por três corporações ETC Group, (2021).A solução pode residir na "coexistência regulada de modelos", onde inovações tecnológicas sejam submetidas a critérios rígidos de biossegurança, enquanto se fortalecem sistemas agroecológicos. Como alerta a Via Campesina: "Sem reforma agrária e acesso a sementes livres, a segurança alimentar permanecerá uma ilusão" NYÉLÉNI, (2007).

## **9 PERCEPÇÃO E ACEITAÇÃO PÚBLICA**

A aceitação de alimentos geneticamente editados apresenta paradoxos significativos na opinião pública contemporânea. Estudos do Pew Research Center (2023) revelam que "65% dos consumidores em países desenvolvidos aceitariam produtos editados por genes, contra apenas 35% para OGM tradicionais", desde que associados a benefícios ambientais claros. Essa disposição, contudo, esbarra na chamada "cegueira tecnológica" - onde 72% dos entrevistados não conseguem diferenciar edição gênica de transgenia Food Policy Institute, (2023). A lacuna de conhecimento se mantém como principal obstáculo, com apenas 18% da população global declarando compreender plenamente essas tecnologias Nature Biotechnology, (2023).

O debate sobre transparência ganha novos contornos na era da edição genética. Como afirma (CHEN 2023, p.45), "a desconfiança não surge da tecnologia em si, mas da percepção de exclusão nos processos decisórios". Dados da OCDE (2023) mostram que processos regulatórios com consulta pública apresentam 40% maior aceitação social. Contudo, críticos como THOMPSON (2023) alertam que "a participação não pode ser mera formalidade quando vidas e ecossistemas estão em jogo", exigindo mecanismos substantivos de incorporação das preocupações sociais.

O cenário regulatório global caminha para convergências importantes. A recente proposta da Comissão Europeia (2023) busca "equilibrar inovação e precaução através de avaliações caso a caso", sinalizando flexibilização cautelosa. Paralelamente, FAO (2023) projeta que até 2030, 60% das novas variedades vegetais utilizarão edição genética, especialmente para adaptação climática. Como resume o (SANTOS,2023, p.112), "o futuro da edição genética dependerá menos da tecnologia em si e mais de nossa capacidade de construir consensos sociais robustos".

## **10 REGULAMENTAÇÃO DA EDIÇÃO GENÉTICA**

O panorama regulatório internacional sobre edição genética vegetal apresenta divergências marcantes entre os principais blocos econômicos. A União Europeia mantém sua tradicional abordagem precaucionária, onde "qualquer organismo obtido através de técnicas de edição genética está sujeito às mesmas regras dos OGM tradicionais" segundo o Regulamento UE 2019/1907. Em contraste, os Estados Unidos adotam política diferenciada, com o USDA afirmando que "plantas editadas que poderiam surgir naturalmente ou por melhoramento convencional estão isentas de regulamentação específica" (USDA, 2023). Essa disparidade reflete visões distintas sobre risco científico e inovação tecnológica.

O marco regulatório brasileiro, estabelecido pela Lei de Biossegurança da Lei nº 11.105/2005, posiciona o país como líder na adoção responsável de biotecnologias agrícolas. Segundo a CTNBio e a Resolução Normativa nº 16/2018, "a edição genética sem inserção de DNA exógeno é classificada como técnica inovadora de melhoramento de precisão, sujeita a análise caso a caso". Essa abordagem permitiu que o Brasil se tornasse o 2º maior produtor mundial de culturas geneticamente melhoradas, com 93% da soja e 88% do milho sendo variedades transgênicas ou editadas de acordo com levantamento da EMBRAPA, (2023).

Apesar dos avanços, persistem desafios significativos na implementação equitativa dessas tecnologias. Como alerta o (SILVA, 2023, p.15), "o acesso dos pequenos agricultores às culturas editadas permanece limitado por custos de royalties e infraestrutura técnica". Paralelamente, a conservação da biodiversidade exige cuidados especiais - o Brasil, detentor de 20% da flora mundial, precisa conciliar inovação com proteção ecológica MMA, (2023). A recente proposta de atualização da legislação da PLC 34/2023 busca ampliar a transparência e inclusão social no processo decisório.

## **11 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A edição genética de plantas emerge como um divisor de águas na agricultura moderna, oferecendo soluções inéditas para os complexos desafios do século XXI. Seu potencial para revolucionar os sistemas alimentares globais é inquestionável, mas seu sucesso dependerá da nossa capacidade de conciliar inovação tecnológica com responsabilidade socioambiental. O caminho a seguir exige um equilíbrio delicado entre

o avanço científico acelerado e a prudência necessária para garantir benefícios duradouros e equitativos.

Os impactos potenciais desta tecnologia vão muito além do aumento de produtividade, abrindo novas fronteiras para a agricultura sustentável. Culturas editadas para maior eficiência no uso de água e nutrientes podem reduzir significativamente a pressão sobre os ecossistemas naturais, enquanto variedades mais nutritivas oferecem esperança no combate à fome oculta. A capacidade de adaptar plantas às mudanças climáticas representa talvez a contribuição mais valiosa em um planeta que enfrenta alterações ambientais sem precedentes.

O verdadeiro teste para a edição genética vegetal residirá em sua aplicação equitativa e inclusiva. É fundamental que os benefícios desta tecnologia alcancem não apenas grandes produtores, mas também agricultores familiares e comunidades rurais em países em desenvolvimento. A construção de modelos de governança colaborativos, que incorporem diversas perspectivas e conhecimentos tradicionais, será essencial para garantir que o potencial transformador desta inovação seja plenamente realizado em benefício de toda a humanidade.

A edição genética de plantas emerge como um divisor de águas na agricultura moderna, oferecendo soluções inéditas para os complexos desafios do século XXI. Seu potencial para revolucionar os sistemas alimentares globais é inquestionável, mas seu sucesso dependerá da nossa capacidade de conciliar inovação tecnológica com responsabilidade socioambiental. O caminho a seguir exige um equilíbrio delicado entre o avanço científico acelerado e a prudência necessária para garantir benefícios duradouros e equitativos.

Os impactos potenciais desta tecnologia vão muito além do aumento de produtividade, abrindo novas fronteiras para a agricultura sustentável. Culturas editadas para maior eficiência no uso de água e nutrientes podem reduzir significativamente a pressão sobre os ecossistemas naturais, enquanto variedades mais nutritivas oferecem esperança no combate à fome oculta. A capacidade de adaptar plantas às mudanças climáticas representa talvez a contribuição mais valiosa em um planeta que enfrenta alterações ambientais sem precedentes.

O verdadeiro teste para a edição genética vegetal residirá em sua aplicação equitativa e inclusiva. É fundamental que os benefícios desta tecnologia alcancem não apenas grandes produtores, mas também agricultores familiares e comunidades rurais em países em desenvolvimento. A construção de modelos de governança colaborativos, que

incorporem diversas perspectivas e conhecimentos tradicionais, será essencial para garantir que o potencial transformador desta inovação seja plenamente realizado em benefício de toda a humanidade.

Além disso, o diálogo contínuo entre cientistas, formuladores de políticas, agricultores e consumidores será crucial para moldar um futuro em que a edição genética seja utilizada de forma ética e sustentável. A educação pública e a transparência no desenvolvimento e na regulamentação dessas tecnologias são pilares fundamentais para construir confiança e aceitação social. Somente com uma abordagem holística e multissetorial poderemos garantir que os avanços na edição genética de plantas traduzam-se em benefícios reais para a segurança alimentar, a saúde humana e a preservação ambiental.

Por fim, a edição genética não deve ser vista como uma solução isolada, mas como parte integrante de um sistema agrícola mais amplo que valoriza a diversidade, a resiliência e a justiça social. À medida que avançamos, é imperativo manter o foco no longo prazo, assegurando que as gerações futuras herdem não apenas tecnologias inovadoras, mas também um planeta mais equilibrado e sustentável.

## 12 REFERÊNCIAS

CHEN, L.; GAO, R. **Técnicas de edição genômica em plantas: avanços e aplicações**. Revista de Biotecnologia Agrícola, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2022.

COMISSÃO EUROPEIA. **Regulamentação de organismos geneticamente editados**. Bruxelas, 2023. Disponível em: <https://ec.europa.eu>. Acesso em: 15 out. 2023.

CONSERVATION BIOLOGY. **Impactos ecológicos de culturas editadas geneticamente**. v. 37, n. 4, p. 102-115, 2023.

EMBRAPA. **Biofortificação e segurança alimentar: impactos da edição genética**. Brasília: Embrapa, 2018. 120 p.

EUROPEAN UNION. **Regulamentação de organismos geneticamente editados**. Bruxelas: European Commission, 2021. Disponível em: <https://ec.europa.eu>. Acesso em: 15 out. 2023.

FAO. **Diversidade agrícola e ameaças à conservação**. Roma: Food and Agriculture Organization, 2019. 89 p.

**Projeções para segurança alimentar 2030**. Roma, 2023. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 15 out. 2024.

FERNANDES, P. R.; MARINHO, C. D. **Transgênicos e agronegócio: análise crítica da CTNBio**. São Paulo: Expressão Popular, 2018. 156 p.

FERMENT, G. et al. **Riscos ambientais de novas biotecnologias**. Nature Biotechnology, v. 33, n. 5, p. 487-495, 2015.

GLOBAL PLANT CONSERVATION INITIATIVE. **Relatório anual 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.plants2020.net>. Acesso em: 15 out. 2024.

HARVARD RESEARCHERS. **Inovações em CRISPR/Cas9**. Cambridge: Harvard University Press, 2019. 45 p.

IAASTD. **Avaliação internacional do conhecimento agrícola e tecnológico**. Washington: Island Press, 2009. 320 p.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2024.

IARC/OMS. **Classificação de agentes cancerígenos**. Lyon, 2015. Disponível em: <https://monographs.iarc.who.int>. Acesso em: 15 out. 2024.

IUCN. **Red List of Threatened Species 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 out. 2024.

LACEY, H. **Valores e controvérsias na biotecnologia agrícola**. São Paulo: Edusp, 2015. 210 p.

MMA. **Políticas para conservação da agrobiodiversidade**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 15 out. 2023.

NYÉLENI. **Declaração sobre soberania alimentar**. 2007. Disponível em: <https://nyeleni.org>. Acesso em: 15 out. 2023.

OLIVEIRA, M. S. **Edição genética e adaptação climática em culturas agrícolas**. Curitiba: Editora UFPR, 2022. 180 p.

PEW RESEARCH CENTER. **Opinião pública sobre biotecnologia agrícola**. Washington, 2023. Disponível em: <https://www.pewresearch.org>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILVA, A. B. **Bioética e inovação biotecnológica na agricultura**. Porto Alegre: Editora Fiocruz, 2023. 210 p.

UN BIODIVERSITY REPORT. **Global Biodiversity Outlook 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.cbd.int>. Acesso em: 15 out. 2023.

USDA. **Diretrizes para regulamentação de plantas geneticamente editadas**. Washington: United States Department of Agriculture, 2023. Disponível em: <https://www.usda.gov>. Acesso em: 15 out. 2023.

VIA CAMPESINA. **Soberania alimentar e agroecologia**. Jakarta: La Via Campesina, 2007. 95 p.

WIT, M. **Governança internacional de biotecnologias**. Journal of Food Safety, v. 36, n. 2, p. 89-104, 2016.

ZHANG, Y. et al. **Novas aplicações do sistema CRISPR/Cas9**. Nature Biotechnology, v. 41, n. 1, p. 12-25, 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 mar. 2005.

CTNBio. **Resolução Normativa nº 16, de 15 de janeiro de 2018**. Dispõe sobre normas para liberação comercial de organismos geneticamente modificados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 jan. 2018.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2019/1907**. Estabelece regras para a colocação no mercado de produtos contendo organismos obtidos por novas técnicas genômicas. Jornal Oficial da União Europeia, Bruxelas, 13 jun. 2019.