

# **INTERFACE DA BIOTECNOLOGIA COM O MEIO AMBIENTE**

## **- Um estudo sobre os impactos (negativos) da Biotecnologia no Meio Ambiente**

### **Resumo**

*Atualmente estamos presenciando novas formas de fazer as coisas. Em vários aspectos. A forma de olhar, a forma de agir e de pensar esta mudando. A forma de tratar as coisas. Alguns comportamentos também. Faz parte dessas novas formas, o relação e envolvimento que hoje existe com a biotecnologia e suas transformações com seus diferentes, amplos e incríveis segmentos. A biotecnologia é, sem dúvida, uma das mudanças na vida de todos nós. Estamos vivenciando uma revolução biotecnológica irreversível que já – e vai cada vez mais – faz parte do meio ambiente, da vida das pessoas e da sociedade. A relação da biotecnologia, seus eventos, suas características, sua natureza e aplicação, envolve diretamente o meio ambiente, a sustentabilidade e a economia de uma forma impactante que precisa ser analisada e melhor compreendida, pois é responsável por diversas consequências e efeitos. Além das inúmeras respostas positivas da biotecnologia no meio ambiente e na economia, existem também resultados negativos, obscuros e misteriosos dessa mesma biotecnologia no mesmo meio ambiente e na economia, que estão passando despercebidos e esquecidos, dolosa ou culposamente pelos diversos agentes, instituições e personagens envolvidos, traduzindo imensa responsabilidade para diversos agentes. É fundamental uma percepção mais apurada dessa relação e de seus resultados negativos.*

**Palavras-chave:** Biotecnologia- Meio Ambiente – Impactos

### **Introdução**

A era da revolução industrial significou uma mudança revolucionária com inúmeras transformações.

Passado esse momento histórico extremamente importante, estamos vivenciando uma nova revolução, a saber, a era da revolução biotecnológica.

DAVIES (2001) expressa que “a genética foi transformada, passando de um debate um tanto esotérico de aspectos práticos da criação de plantas a um assunto de imensa importância para a vida de todos os dias. O mundo da pesquisa biomédica será dividido em duas partes: a abordagem gene – por - gene e clone - por- clone que marcou o primeiro tempo, e a análise global, baseada na população e centrada no genoma que vai dominar o segundo tempo desse jogo”, asseverando também que “a geração da sequência completa do genoma foi a maior aventura da ciência moderna.”

A genética encontra-se inserida cada vez mais na vida de todos nós e vai transformar a vida das pessoas e das sociedades, e portanto, do meio ambiente.

MATZ (2016) expõe que genética “é a ciência que estuda os genes, a herança, a variação e o conjunto de fenômenos relativos à descendência e ramo da biologia que estuda a forma como se transmitem as características biológicas de geração para geração.”

A evolução da genética traduz efeitos diversos, essencialmente nas órbitas sociais, ambientais, culturais, éticas, econômicas e legais, mas, todavia, ao mesmo tempo em que há avanço da genética, há grande desconhecimento de parte desses aspectos, em especial no que diz respeito ao mundo pós científico.

O exame de quais são os avanços da genética moderna e futurística na ótica social que estão relacionados com o meio ambiente é crucial, posto que o conhecimento das informações genéticas revolucionará a Medicina, o Meio ambiente e a Saúde.

O progresso genético é uma realidade, pois já ultrapassamos a 1º geração dessa evolução, então denominada “geração pré genoma”, onde o sequenciamento genético era caro e levava muito tempo para ser feito; a 2º geração, ocorrida a partir de 2005, ocorreu a partir de um padrão já estabelecido, onde exames passaram a usar bases comparativas globais e puderem ser aplicados em grande escala e finalmente, estamos na 3º, onde se permitirá identificar genes e outras informações causadoras de doenças com base no mapeamento em embriões humanos. (EXAME, 2013)

A medicina de massa – e portanto a saúde- como hoje conhecemos, deixará de existir da forma que a conhecemos, porque teremos uma forma nova e diferente de fazer medicina, qual seja, medicina personalizada, pois antes mesmo da prescrição de um remédio, haverá um exame genético que nos dirá qual é a droga e a quantidade que será necessária, dispensando a rotina que conhecemos.

Os exames genéticos – outrora desconhecido e inacessível - encaminham-se para um valor acessível e, até mesmo popular, e permitirão as pessoas informações genéticas inimagináveis anos atrás e atualmente possíveis.

A realidade já está aí. A China acabou de editar genes humanos.(G1, 2016)

Teremos uma crise quando houver o desrespeito às informações genéticas individuais.

Eis a nova realidade e revolução na saúde, na vida e no meio ambiente.

Não é crível – e até certo ponto será ingenuidade - pensar que tal avanço científico vai se limitar apenas na seara da Saúde ou Medicina, pois de igual forma esse caminho genético científico desembocará sem precedentes no Meio Ambiente, com forte relação com a sustentabilidade e diretamente nas veias econômicas.

O professor da Escola Médica da Universidade de Genebra Alex MAURON (2001) leciona que, com a publicação da sequência completa do genoma humano, frequentemente visto como um passo prometéico no autoconhecimento, os efeitos sociais e culturais da genômica estão cada vez mais na linha de frente da atenção pública. A sequência do genoma humano tornou-se central para os debates éticos e de políticas públicas, no que diz respeito à aplicação da transformação genética para a biotecnologia.

O número de empresas de biotecnologia só aumenta. (BIANCHI, 2013)

A biotecnologia e seus estudos representam anos dias atuais, novos paradigmas.

SCHENBERG expõe que nas Metas do Milênio, foi identificada como prioritária para o futuro da humanidade, a adoção de um novo paradigma de desenvolvimento, dito sustentável, de modo a garantir o progresso e ao mesmo tempo a preservação do meio ambiente, sendo que, para atingir as metas de desenvolvimento sustentável, é indispensável o manejo racional dos recursos naturais, o que exigirá o emprego de novas tecnologias, e entre as tecnologias que apresentam potencial para contribuir para o desenvolvimento sustentável, a biotecnologia tem muito a oferecer, especialmente nos campos da produção de alimentos, geração de energia, prevenção da poluição ambiental e biorremediação, entre outros.

A biotecnologia vista de diferentes formas, a saber, a biotecnologia de marcadores moleculares, engenharia genética, biotecnologia vermelha que se relaciona com experiências científicas com seres humanos e animais, sequenciamento de DNA, clonagem de animais, células tronco, células e sangue artificiais, biotecnologia branca que se envolve com processos industriais, biotecnologia cinza, que lida com o meio ambiente, biotecnologia azul, que trata

de biomas do mar, biotecnologia marrom, relacionada a formas de vida em locais inóspitos, biotecnologia amarela que cuida de estudos de alimentação e nutrição, nutrigenômica, biotecnologia dourada com as incríveis áreas de nanotecnologia e bioinformática, biotecnologia verde ou biotecnologia da agricultura, biotecnologia roxa que se desenvolve com a propriedade intelectual e biotecnologia preta nos ares das armas biotecnológicas e bioterrorismo, são exemplos, entre tanto, do tamanho gigantesco e incrível da biotecnologia.

Não podemos negar a importância da biotecnologia no meio ambiente e suas consequências econômicas.

Nesse viés, o Estado Brasileiro via Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações identificou a importância do tema e apresentou para a Comunidade científica, acadêmica, empresarial, entre outros, uma de suas *Políticas de Estado*, que é o PLANO DE AÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA BIOTECNOLOGIA (2016/2022) com as cinco seguintes temáticas: (1) *Biotecnologia Ambiental*, (2) *Biotecnologia agropecuária*, (3) *Programas estruturantes em Biotecnologia*, (4) *Fortalecimento e estruturação de redes de pesquisa em biotecnologia*, e (5) *Implantação de plataformas de escalonamento de medicamentos biológicos*. (MCTI, 2016).

É de se destacar que, *duas*, das *cinco* áreas temáticas, são exclusivas do MEIO AMBIENTE e a demais estão intimamente relacionados com o Meio Ambiente, ressaltando ainda o Estado Brasileiro, que o Brasil é detentor de uma vasta biodiversidade, de centros de P&D de excelência e de liderança em diversos setores como da produção agropecuária, devendo investir na conversão do conhecimento gerado nos laboratórios em produtos e processos biotecnológicos que tragam benefícios para a sociedade brasileira, assim como as ações de P&D são fundamentais para manter e consolidar a liderança brasileira em áreas como agropecuária e biocombustíveis e, também, para aproveitar as oportunidades em áreas emergentes e na fronteira do conhecimento como biotecnologia ambiental e commodities químicas, e por certo compreendo que a nossa biodiversidade é, com razão, um ativo nacional extremamente relevante. (MCTI, 2016).

Nesse sentido, a Política Nacional Brasileira cita o destacado economista Nicolai Kondratieff, que defende que as modificações técnicas representam o mecanismo desencadeador do desenvolvimento tecnológico capaz de criar novas oportunidades econômicas e, desse modo, gerar a expansão econômica dos setores produtivos, concluindo que atualmente, estamos vivenciando o 6º Ciclo de Kondratieff, no qual a Biotecnologia, Engenharia Genética e novas fontes energéticas estão entre as tecnologias predominantes (MCTI, 2016), apesar do país investir pouco em biotecnologia, se comparado com outros países. (SANTOS, VALLE, 2008)

O papel da biotecnologia ambiental é realmente importante e representa um sem número de atividades científicas e econômicas significativas, na medida que a cada dia que passa, surgem mais resultados, mais idéias, mais janelas, mais horizontes, maiores avaliações da interação Biotecnologia - Meio Ambiente - Economia.

Entretanto, o que chama a atenção é que, ao que parece, o mundo da biotecnologia ambiental é um mundo de resultados somente positivos, agradável, sempre promissores, atrativos e lucrativos. (TERRA, 2021), (MacMagazine, 2021), (CULTIVAR, 2021)

Não é bem assim.

Em verdade, a atenção e as informações relacionadas a biotecnologia ambiental é desigual, no que toca seus efeitos negativos se comparados com os efeitos positivos, ou seja, os efeitos negativos da biotecnologia em sua maioria são encarados de outra maneira, seja na forma, no interesse, no tempo ou na condição, o que traduz uma situação desigual, a saber: mais informações positivas e menos informações negativas, uma fotografia da biotecnologia ambiental predominantemente positiva, em detrimento da caverna escura das informações negativas da biotec-ambiental.

Em que pese a importância e o reconhecimento do assunto, o Brasil carece de uma atenção que leve em conta as especificidades do tema e da agenda de pesquisa na área de biotecnologia ambiental, o perfil dos atores científicos, inovativos e o panorama de desenvolvimento e comercialização de soluções bio ambientais pelo Brasil.

A ausência dessa atenção, permite, por exemplo e entre outros, a supressão de pesquisas e resultados científicos, a utilização de incertezas como certezas e a crença da dúvida como fator irrelevante. Um cenário simplesmente desconhecido.

Dada a extrema importância do tema, seu alcance e dimensão, esse artigo sugere a compreensão mais profunda de qual é a relação BIOTECNOLOGIA-MEIO AMBIENTE, como a biotecnologia trata e vê o meio ambiente, analisando, apresentando e chamando a atenção para as consequências negativas da biotecnologia ambiental.

## 1. Problema de Pesquisa e Objetivos

Trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, de caráter exploratório, que foi realizada de forma qualitativa empregando-se os métodos de pesquisa documental, analítico.

O trabalho foi desenvolvido, por meio de estudos doutrinários, da legislação aplicável e, principalmente, da busca e análise de pesquisas científicas relacionadas, momento em que também foram utilizados livros e artigos científicos, no processo de pesquisa, localizados em bases de periódicos como: *Scielo*, *Scopus*, *Google Acadêmico*, *Science Direct* e *Web of Science*.

Questão predominante é o estudo da relação Biotecnologia-Meio Ambiente.

É de se dizer de imediato que nessa relação, não existem tão somente resultados bons e positivos, mas resultados ruins, desconhecidos, sérios e graves, que devem ser explorados e conhecidos, daí a necessidade de uma atenção destacada, em estudo maior sobre essa temática, um debate verdadeiro, de maneira que é preciso dar atenção a esse assunto porque se trata de um dos aspectos, na atualidade, mais sérios que envolve a Humanidade e que não pode ser encarado simplesmente como um assunto na órbita do comum.

Assim, o problema da pesquisa é saber em qual medida a Biotecnologia, diante de sua velocidade e interesses diversos, respeita e trata o Meio Ambiente, e da mesma forma, compreender onde e como podem ser vistos os resultados negativos da relação, provocando finalmente o lado desconhecido e obscuro do tema.

Existe responsabilidade ambiental, corporativa e legal, de vários agentes no que diz respeito aos efeitos da biotecnologia ambiental, pois, em verdade, na medida em que os efeitos desconhecidos (e conhecidos) das transformações biotecnológicas fazem presente no meio ambiente e portanto na vida das pessoas.

Ao que parece a lei de segurança é insuficiente para tratar temas que fogem de sua alçada.(GIRALDO)

O Meio Ambiente é um produto para a Biotecnologia?

O Meio Ambiente é um laboratório de Pesquisas para a Biotecnologia?

Os benefícios do uso da biotecnologia ambiental são maiores do que os resultados negativos e do desconhecido biotecnológico?

As transformações biotecnológicas impactam de que maneira nosso meio ambiente? Ou temos que o Meio Ambiente precisa da Biotecnologia para sua continuidade, preservação?

Objetivo é questionar e tentar entender a interface da *Biotecnologia* com o *Meio Ambiente*, isto é, como a Biotecnologia trata o Meio Ambiente, qual é a relação atual da Biotecnologia com o Meio Ambiente e quais são as consequências negativas do uso da biotecnologia ambiental especialmente no Brasil.

## 2. Fundamentação teórica

Existem incertezas diversas no campo das biotecnologias e em especial na biotecnologia ambiental, e em consequência, alcançando formas de sustentabilidade.

Por outro lado a economia biotecnológica é cada vez mais significativa .(BARBA, SANTOS, 2020)

MARIA HELENA DINIZ leciona que não se pode negar o impacto da biotecnologia no meio ambiente ao criar, mediante a manipulação de moléculas ADN/ARN recombinantes ou de fusão celular, organismos geneticamente modificados (OGMs), de maneira que, não será difícil que, dentro de pouco tempo, haja com a recodificação genética, criações inusitadas como vacas com músculos que se transformam em gelatina, galinhas e perus sem pena ou cantantes, animais quiméricos, como os da mitologia grega, alface funcionando como vacina contra leishmaniose, transformando a expressão “tomar vacina” em “comer vacina”; reses que brilham no escuro para facilitar o trabalho de fazendeiros ou para evitar que eles as percam nas noites escuras. (DINIZ, 2009)

O que ocorre é que esse volume biotecnológico é muito veloz e não existe um controle, convergência, onde seja possível conhecer, checar, analisar aspectos tão relevantes.

Não é apenas na área da saúde e da medicina que existirão impactos desconhecidos, mas também nas diversas áreas que estão embarcadas o meio ambiente, como por exemplo na agricultura que recebe forte impacto da biotecnologia para diminuir problemas decorrentes da demanda populacional, da nitrificação do solo, da pouca absorção do nitrogênio pelas plantas, da contaminação do solo, da pouca resistência das plantas a certas pragas ou fácil deteriorização dos vegetais, pois com o uso de técnicas de DNA recombinante, criaram-se sementes ou plantas transgênicas ou geneticamente modificadas mais resistentes a intempéries, a certos herbicidas ou a pragas, por via da combinação gênica entre uma bactéria e um vegetal, como por exemplo, o eucalipto com gene de ervilha, possibilita que se desenvolva maior quantidade de celulose ou a mistura de vegetal com animal, como ocorreu com a transferência do gene que prova a bioluminescência do vagalume para a célula da planta do fumo, que passou a brilhar. (DINIZ, 2009)

Em verdade, no limiar do século XXI, muitos são os riscos que o emprego da biotecnologia imputa ao meio ambiente, podendo levar a resultados imprevisíveis, posto que a ânsia pelo lucro e a ganância pelo poder levam à devastação dos ecossistemas, à contaminação da biosfera e muitas vezes à supressão dos recursos naturais. (MALUF, 2020)

O centro da discussão nos parece que é a análise de como a biotecnologia vê e trata o meio ambiente.

Já é possível saber que existem resultados positivos e que representam números importantes na economia na diretriz da biotecnologia e do meio ambiente, e de igual forma é possível afirmar que existem problemas reais decorrentes dessa mesma relação.

Mas a grande verdade é que não se sabe, presumidamente, o que há por trás das cortinas da biotecnologia ambiental.

FILHO defende que a biotecnologia considera os bens ambientais como matéria prima informacional, isto é, ao transformar a natureza em bioprodutos, argumenta-se que algo sem valor torna-se valioso pela agregação da biotecnologia, onde o processo de recombinação das informações extraídas que gera valor e não os bens ambientais em si mesmos, de forma que a Natureza deixa de ser considerada uma máquina (hardware) para se tornar informação (software). (2020)

Nesse passo da evolução biotecnológica com o meio ambiente e destes com economia nois parece uma temática extremamente relevante que interessa a todos os segmentos sociais, a própria sociedade, a comunidade acadêmica e científica o setor empresarial, o mundo ambiental e o Poder Público.

### **3. Discussão - Análise dos aspectos negativos da Biotecnologia no Meio Ambiente- Como a Biotecnologia vê o Meio ambiente?**

Diversas são as opiniões, as pesquisas, as análises de que a biotecnologia na área ambiental e na área de sustentabilidade, são positivas, assim como o tema tem despertado atenção da sociedade.(ULTCHAK, 2017)

Alguns exemplos da aplicação da biotecnologia no mundo ambiental e econômico são realmente incríveis, como é o caso da produção de embalagens, entre outros, a partir de cogumelos, desenvolvido pela empresa sueca Ikea, que desenvolve a substituição das embalagens de poliestireno (plástico de origem fóssil) por um material sustentável, a saber, material produzido a partir de micélio, ou seja, do corpo dos fungos sendo completamente biodegradável.(RAU, 2016)

É de se visualizar alguns dos diversos exemplos de aplicação da biotecnologia na seara ambiental, que são altamente positivas e também significativas: geração de energia com o aumento da produtividade de etanol por meio do melhoramento genético da levedura; prevenção da poluição ambiental com produção de biopolímeros a partir de recursos renováveis; a construção de novas bactérias para a produção de biopolímeros a partir de sacarose; a biorremediação de águas contaminadas por metais tóxicos, entre tanto outros exemplos e aplicações. (SCHENBERG,2010)

No entanto, pesquisas denotam que existem resultados incertos e desconhecidos, riscos iminentes do uso da biotecnologia, em especial no mundo ambiental.

A caracterização do risco é definida como a estimativa qualitativa e/ou quantitativa, incluindo as incertezas, da probabilidade da ocorrência da severidade de um potencial ou conhecido efeito adverso à saúde em uma população, baseada na identificação e caracterização do perigo e avaliação da exposição. (COSTA, DIAS, SCHEIDEGGER, MARIN, 2011)

WIESE (1992), expressa que uma tecnologia pode ter aspectos positivos ou negativos dependendo de como é utilizada. Aponta alguns possíveis riscos, tais como: seleção de biótipos resistentes ou de espécies de plantas daninhas tolerantes devido ao uso contínuo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, e necessidade de pesquisas mais profundas em relação à segurança de alimentos e à qualidade da água, quando utilizado OGM no ambiente.

Soma-se também a erosão da diversidade das variedades de culturas em razão da ampla introdução de plantas GM derivadas de um grupo limitado de variedades parentais; a transferência não controlada de construções, especialmente daquelas que conferem resistência a pesticidas e pragas e doenças, em razão da polinização cruzada com plantas selvagens de ancestrais e espécies relacionadas, de forma que os possíveis resultados são o declínio na biodiversidade das formas selvagens do ancestral; o risco de transferência horizontal não controlada das construções para a microbiota da rizosfera, efeitos adversos na biodiversidade em razão de proteínas transgênicas tóxicas, afetando insetos não alvo, assim como a microbiota do solo, rompendo desta forma a cadeia trófica; risco de rápido desenvolvimento de resistência às toxinas implantadas no transgênico por insetos fitófagos, bactérias, fungos e outras pragas devido à pesada pressão seletiva; riscos de cepas altamente patogênicas de fitovírus emergirem em razão da interação do vírus com a construção transgênica que é instável no genoma dos organismos receptores e, portanto, são alvos mais prováveis para recombinação com DNA viral. (COSTA, DIAS, SCHEIDEGGER, MARIN, 2011)

Nessa órbita, (MONQUEIRO, 2005) explica que em plantas resistentes a herbicidas, as mudanças fisiológicas que garantem a resistência podem afetar o conjunto de todos os seres vivos de uma região, em virtude das alterações na qualidade da cicatrização natural, sendo que a aplicação de herbicidas também tem efeito direto sobre o conjunto de todos os seres vivos de uma região e processos bioquímicos do solo, e indireto sobre a deposição de matéria

orgânica na superfície do solo, afirmando ainda que as culturas resistentes podem levar ao aumento no uso de herbicidas mais seguros ao ambiente e às soluções mais eficazes no controle de plantas daninhas problemáticas, ou seja, plantas que não possuem muitas opções de herbicidas para seu controle, ressaltando a necessidade de se utilizar uma sucessão de culturas resistentes a herbicidas com diferentes mecanismos de ação e métodos de controle não químico, para minimizar a probabilidade de seleção de biótipos resistentes ou de espécies tolerantes de plantas daninhas ao herbicida utilizado.

Não há consenso sobre o tema. (CÂMARA, NODARI, GUILAM, 2013)

Segundo WADE, (*apud* AYDOS, MORAES, 2009, p. 1,2), a primeira vez na história da ciência, um grupo de pesquisadores em 1973, após participar da Conferência de Gordon sobre ácidos nucleicos, escreveram uma carta direcionada ao Presidente da Academia Nacional de Ciências e ao Presidente do Instituto Nacional de Medicina, ambos dos EUA, alertando para os riscos da manipulação genética e propondo um embargo temporário nesse tipo de pesquisa, sugerindo então a suspensão de pesquisas.

Nesta carta, posteriormente publicada nas revistas *Science* e *Nature*, os cientistas afirmaram que a manipulação genética poderia ser usada para combinar DNA de vírus animais com DNA de bactérias, por exemplo, e a partir disso, novos tipos de vírus, com atividade biológica imprevisível, poderiam eventualmente ser criados, o que representava um alto risco aos pesquisadores e à população em geral (SINGER, SOLL, *apud* AYDOS, MORAES, 2009).

Não obstante as incertezas científicas acerca destas inovações tecnológicas, as experimentações genéticas continuaram a acontecer indiscriminadamente em laboratórios financiados por grandes empreendedores (a ciência nas mãos do capital), o que levou à chamada “Revolução na Criação de Animais”, de forma que, nesse passo, tal estado de incerteza e a incapacidade da ciência de controlar os novos riscos são características da segunda fase da modernidade, o que conduz à necessidade de se revisar os processos de regulação e tomada de decisões no campo das atividades tecno-científicas. (AYDOS, MORAES, 2009).

JONES (*apud* AYDOS, MORAES, 2009, p. 3) explica que pesquisadores vêm alertando para os riscos causados pela manipulação genética desenvolvida na biotecnologia da agroindústria, principalmente como vetor da mutação ou recombinação de vírus, assim como autoridades têm levantado considerações na avaliação da segurança alimentar de animais geneticamente modificados, particularmente no que concerne aos potenciais riscos emanados do uso da sequência de retrovírus, incluindo o risco de recombinação com vírus selvagens.

Como resultado, WAN HO (*apud* AYDOS, MORAES, 2009) relata que os desenvolvimentos específicos na esteira global da revolução na criação de animais, principalmente no que concerne às práticas biotecnológicas, deixaram os cientistas especialmente tensos, pois até então, todos os parasitas, incluindo-se os vírus, estavam limitados pela barreira das espécies – até então os vírus suínos infectavam suínos, mas não humanos, de forma que, para superar a barreira natural entre as espécies e invadir genomas alheios, a engenharia genética desenvolveu uma enorme variedade de vetores artificiais, combinando partes de muitos vetores naturais, como o de vírus, de diferentes fontes; estes vetores artificiais têm o poder de realizar recombinações genéticas com material genético de outros vírus para gerar novos vírus altamente contagiantes e que cruzam a barreira das espécies, de maneira que em muitos casos, o vírus originário desta recombinação possui uma virulência muito maior do que aqueles que lhe deram origem e não possui tratamento, o que demonstra o grande risco assumido pela biotecnologia até então.

É de se notar que existe a possibilidade de mutação do vírus, sendo que já existem previsões catastróficas, pois, todas essas características confirmam a análise da sociedade de risco, formulada por Beck, que, diante dos erros e riscos provocados pela ciência, as

populações dos diferentes Estados, com destaque para os países europeus, passam a questionar o processo de tomada de decisões, demandando mais informação e participação. (AYDOS, MORAES, 2009).

Em verdade, os desastres da biotecnologia na área ambiental parecem que não estão no círculo das discussões, no palco do questionamento social/legal da mesma forma que estão os resultados positivos da bio, com acima citado.

Não se trata, pelo menos por enquanto, do uso da biotecnologia, de impedir os criar limitações às pesquisas, inovações científicas ambientais de natureza biotecnológica, mas de dar atenção às questões negativas ambientais *da mesma forma* e no mesmo patamar que se têm dado aos resultados positivos da biotecnologia ambiental.

A rigor nem sempre é possível saber quais são esses resultados negativos e onde eles estão, mas de outro norte, sempre se percebe as interações biotecnologias ambientais como algo muito positivo, atual e marcante.

Nesse passo, como afirma BECK (2006), a grande ironia é que as instituições modernas se ocupam cada vez mais em debater, prevenir e gerenciar os riscos que elas mesmas produzem. Elas se esforçam em prever o imprevisível, resultando em outra ironia: “nós não sabemos, o que é que não sabemos - mas disso surge o perigo, que ameaça a humanidade”.

Com efeito, é esse tremendo desconhecido da Biotecnologia que interessa demasiadamente ao Meio Ambiente.

Em artigo publicado no sítio eletrônico GMO Awareness ficou comprovado o descaso das autoridades na análise dos impactos que o OGM pode causar à saúde humana, posto que, de acordo com o artigo, apenas depois de quase duas décadas do lançamento dos produtos transgênicos no mercado de consumo, foram iniciadas pesquisas visando estudar o reflexo desses alimentos no organismo humano.(PATRIARCHA,2014)

Não bastasse isso, estudo publicado pelo Journal of Hematology & Thromboembolic Diseases, oriundo do departamento de genética e morfologia da Universidade de Brasília, relacionou os alimentos geneticamente modificados à leucemia, sendo que, de acordo com a pesquisa, o uso do biopesticida conhecido como Bacillus Thuringensis (Bt) pode contribuir para o surgimento de anomalias no sangue, desde anemia até hematologias malignas como a leucemia.(PATRIARCHA,2014)

Por outro lado, muitos questionam a validade de pesquisas cujos resultados apontam efeitos negativos advindos do consumo dos OGMs, afirmando tratar-se de estudos tendenciosos, como por exemplo o estudo da relação entre o consumo de milho geneticamente modificado e câncer foi intensamente criticado pela comunidade científica. (PATRIARCHA, 2014, em referência ao artigo do biólogo Gilles-Eric Séralini, publicado na revista Food and Chemical Toxicology, posto que posteriormente, a editora Elsevier, especializada em literatura médica e científica e proprietária da revista acima mencionada, retirou o artigo do biólogo de suas publicações, por considerá-lo inconclusivo, pois a raça de ratos que serviram de base para o estudo era predisposta a contrair câncer. Em resposta, Gilles-Eric afirmou que a exclusão de seu trabalho foi fruto de pressão exercida pela indústria da biotecnologia.)

Assim, percebemos que a questão do risco inerente a todo produto geneticamente modificado permanece controversa.

Em verdade, pelo princípio contitucional da preocupação (COLOMBO, 2012), compreender que as incertezas podem ser objeto de perigo, é de bom tom.

Parece claro, portanto, que a Biotecnologia não tem, do Meio Ambiente, um tratamento adequado, pois, se levarmos em consideração o que pode haver de riscos e incertezas de tudo que traduz as transformações biotecnológicas, é provável que seja maior que os benefícios da biotecnologia ambiental, considerando apenas os fatores conhecidos, e sem considerar o lado obscuro da biotecnologia, que por si só representa a afirmação.



Dessa forma, os perigos e incertezas que da biotecnologia ambiental podem oferecer ao meio ambiente podem ser muitos, pois como dissemos, utilizando o exemplo de tanto outros, da inserção de genes de resistência a agrotóxicos em certos produtos transgênicos faz com que as pragas e as ervas - daninhas (inimigos naturais) desenvolvam a mesma resistência, tornando-se "super-pragas" e "super-ervas".

Com efeito, talvez a maior das preocupações é a da aplicação DIRETA da biotecnologia e da engenharia genética no meio ambiente, o que permitiria a comercialização de uma grande variedade de organismos modificados geneticamente.

Nesse vies, essa possibilidade pode permitir a liberação de tais organismos no meio externo, o que aumenta, sem dúvida, os riscos, sobretudo, quando se compara com a investigação confinada em laboratório, ou seja, a esse problema principal se junta o fato de que a biotecnologia, como paradigma tecnológico, pode-se converter no suporte de novos engenhos e indústrias que possuem a potencialidade de transformar amplos setores da sociedade e exercer, conseqüentemente, uma clara influência sobre o meio ambiente. (VASQUEZ, 2008)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o cultivo de plantas transgênicas, em larga escala, poderá provocar a disseminação de transgenes, cujos efeitos, particularmente sobre os componentes da biodiversidade, são difíceis de estimar e, pior, irreversíveis, assim como a ameaça à biodiversidade, como conseqüência da liberação desses organismos no meio ambiente, decorre das propriedades específicas de cada transgene. (MMA, 2021)

Continua alertando que a inserção de uma variedade transgênica em uma comunidade de plantas pode proporcionar vários efeitos indesejáveis, como a alteração na dinâmica populacional ou a própria eliminação de espécies não domesticadas; a exposição de espécies a novos patógenos ou agentes tóxicos; a geração de super plantas daninhas ou super pragas; a poluição genética; a erosão da diversidade genética e a interrupção da reciclagem de nutrientes e energia, entre outros. (MMA, 2021)

Na verdade e na mesma linha ambiental, pois não estamos pontuando apenas os alimentos transgênicos, alguns riscos previstos em relação às plantas transgênicas já estão ocorrendo de fato, como por exemplo, a contaminação genética ocasionada pela disseminação de pólen transgênico já é considerada um fato preocupante.

Informa o ministério ambiental que até meados de julho de 2005, foram comprovados 72 casos de contaminação de alimentos, rações animais, sementes, espécies nativas e selvagens por OGMs, e 11 casos de liberações ilegais de OGMs, atingindo 27 países, sendo verificados 6 casos com efeitos agrônômicos negativos totalizando 89 casos envolvendo organismos geneticamente modificados. (MMA, 2016)

Com propriedade, BECK afirma que, além de pressupor decisões humanas, o risco apresenta três novos aspectos: i) As suas causas e conseqüências não são limitadas no tempo, pois podem ocorrer no futuro e afetar até mesmo futuras gerações; no espaço, pois os novos riscos não respeitam fronteiras, e tampouco a uma classe social, "democratização" do risco; ii) as suas conseqüências são em princípio incalculáveis, podendo atingir proporções catastróficas; iii) as conseqüências podem ser irreversíveis e não compensáveis, como no exemplo de situações de alterações genéticas irreversíveis (BECK, 2006).

O fato é que a Ciência não permite certeza sempre e tão pouco têm se manifestado de forma específica, quanto à Biotecnologia e Meio Ambiente, não sendo absurdo pensar que *risco* é algo que está intimamente relacionado a transformação biotecnológica ambiental.

Nesse sentido, normalmente, o perigo está associado à possibilidade do dano e o risco à potencialidade do perigo, de maneira que este é mais previsível que aquele, pois os riscos mais graves provocados pelos OGMs dizem respeito ao meio ambiente e à saúde humana, existindo também implicações econômicas e sociais que devem ser observadas. (FARIAS, 2007)

O problema desse tipo de risco é que os danos causados ao meio ambiente são de difícil ou mesmo de impossível recuperação, sendo que dessa forma, a única maneira de proteger efetivamente o patrimônio ambiental é evitando que tais danos ocorram. (FARIAS, 2007)

A respeito desse assunto, Heline Sivini Ferreira (*apud* FARIAS, 2007, p. 14) enfatiza que a falibilidade da ciência na determinação de situações de perigo evidencia-se também quando analisamos a tão recente possibilidade de isolar e recombinar genes, como por exemplo em 1989, onde a Food and Drug Administration (FDA) aprovou, como suplemento alimentar, a venda de aminoácidos triptofano, obtido através da transgenia; e por razões até então desconhecidas, 37 pessoas morreram e outras 1.500 foram infectadas por uma nova patologia denominada eosinofilia myalgia magna, sendo que em estudos posteriores revelaram que o produto comercializado continha impurezas altamente tóxicas provenientes do processo biotecnológico empregado, o que ocasionou a sua retirada imediata do mercado.

Nesse diapasão, os riscos ambientais são ilimitados no que diz respeito ao tempo e globais em função do alcance e potencial catastrófico, destacando que os alimentos transgênicos estão relacionados ao aumento da incidência de alergias, explicando que, ao se transportar o gene de uma espécie para outra, o elemento alergênico possivelmente estará sendo transplantado junto; além do mais, no cruzamento de genes de espécies diferentes, novos compostos podem ser formados, como proteínas e aminoácidos, abrindo margem para o surgimento de outros elementos alergênicos.

FARIAS expressa ainda que outro problema verificado diz respeito aos antibióticos, posto que os cientistas inserem nos alimentos genes de bactérias resistentes a tais medicamentos, com o intuito de se assegurarem do sucesso da modificação genética, o que pode fazer com que determinados antibióticos não surtam efeitos no corpo humano, em virtude da resistência dos microorganismos.(2007)

Dessa forma, a potencialização dos efeitos das substâncias tóxicas é outra questão importante, visto que inúmeras plantas e micróbios dispõem naturalmente de tais substâncias para se defenderem de seus inimigos, sendo plenamente possível que o transplante de um gene de uma espécie para outra aumente o nível de toxicidade dessas substâncias, passando a prejudicar os seres humanos e toda a cadeia ecológica, ou seja, o surgimento de pragas devido à transferência de genes resistentes é uma ameaça ao meio ambiente, pois a tendência é que as pragas se tornem resistentes aos genes transferidos, já que o uso continuado de sementes transgênicas criará um círculo vicioso, já que cada vez mais se exigirão doses maiores ou mais fortes de defensivos.

Chama a atenção ainda, que a introdução de uma espécie no meio ambiente é irreversível, já que o gene pode se espalhar sem qualquer controle, existindo, assim, a impossibilidade de controlar a natureza é um risco a ser considerado.

O fato é que não sabemos, entre outros, como ocorre o descarte da biotecnologia (não apenas de origem ambiental) no meio ambiente, existindo, na verdade um lado obscuro no na biotec ambiental, como por exemplo, no que toca o descarte ambiental biotecnológico, e que não se sabe o que pode realmente ocorrer, sem prejuízo de uma crença de no mínimo, enfrentarmos uma devassa de desequilíbrio ambiental.

Finaliza FARIAS exponto que outro possível efeito é a transformação de culturas tradicionais em culturas geneticamente modificadas, por meio da troca de pólen entre culturas de polinização aberta, acarretando a perda de variedades nativas e a contaminação das reservas e estoques de material genético; e entre as implicações econômicas e sociais, cabe destacar as seguintes: dependência tecnológica, aumento do desemprego no campo, desfavorecimento da agricultura familiar, consolidação dos monopólios das grandes corporações internacionais, elevação dos preços dos produtos e serviços oriundos da biotecnologia, inibição da livre circulação da informação científica em decorrência do segredo comercial gerado pelo

patenteamento e inviabilização da pesquisa biotecnológica por parte dos países em desenvolvimento.(FARIAS, 2007)

Por qualquer dos ângulos que se veja, se verifica que a biotecnologia ambiental é frequentemente objeto de interesse, de forma que a sociedade não pode ficar à mercê de incertezas ambientais como parte do processo de evolução, expondo e colocando em risco qualquer mecanismo de sustentabilidade, e em especialmente colocando o Meio Ambiente em ambiente de destruição.

No dizer de FILHO (2020), o acesso às novas tecnologias desequilibra as relações sociais e abre um horizonte de novas relações interpessoais e de questionamentos, que se descortinam no admirável mundo novo da biotecnologia, com a possibilidade de concretização de uma distopia tecnocientífica, um cenário de privação da liberdade, da ausência da crítica e do pensamento reflexivo, sendo que a hiperaceleração biotecnológica é a marca do nosso tempo, sem espaço definido e sem fronteiras demarcadas, ou seja, uma hiperaceleração que avança sem controle e sem limites aparentes, movida pelo motor biotecnológico, que já ultrapassou o ritmo dos processos ecossistêmicos, reestruturando-os, fazendo que se perca a noção espaço-temporal que regia e limitava o modo como o ser humano agia em relação à Natureza, indo além da pretensão do domínio.

Nesse passo, as sociedades aguardavam o ciclo das estações do ano e dependiam do clima e do tempo como variáveis intransponíveis, mas agora já não agem dessa forma, posto que a biotecnologia surge avançando no conhecimento da genética das plantas e animais com vistas a alterá-los, mesclá-los, substituí-los, interferindo diretamente nos processos naturais, introduzindo mudanças para manter a espiral crescente de desenvolvimento (FILHO, 2020).

Essa alteração de como fazer as coisas e agora essa alteração de como é vista a natureza não enxerga a utilização crescente de agrotóxicos e fertilizantes que não são orgânicos, pouco visualiza a clara interferência da natureza e no ecossistema, não se preocupa com o desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas ou com a poluição genética, com os alimentos transgênicos que podem causar alergias, com a clonagem de plantas e animais, ou ainda com a produção de células troncos que produz estresse celular e a diminuição da biodiversidade.

Neste cenário todo não dá para pensar que como e porquê as empresas, os pesquisadores, o Estado, podem ficar a mercê de suas responsabilidades, que é enorme e representam vidas ao descuidar e agredir, mesmo com a plataforma do véu do desconhecido o Meio ambiente, que deve ser protegido de todas as formas, inclusive com proibição de descartes ambientais e pesquisas insanas, intencionalmente comerciais e despropositadas com resultados ambientais.

Essas mudanças já representam alteração ambiental, e isso é a proa do barco da irreversível relação Biotecnologia-Meio ambiente, que urge, dessa geração, espaço, atenção e interesse sob pena de colocarmos nossas vidas em colapso.

## **Conclusão**

A atenção à biotecnologia ambiental é a mãe de todas as outras transformações biotecnológicas, pois é no Meio Ambiente que todos os resultados científicos serão encontrados.

A velocidade da biotecnologia é algo sem precedente e não estamos conseguindo acompanhar, com regras claras e sem um cenário de transparência, como e onde está o Meio ambiente nesse contexto.

Parte pouso significativa da literatura científica já se manifestou no sentido de que tais impactos definitivamente existem e necessitam de forte apelo.

Não está claro como a Biotecnologia enxerga a seara ambiental, ao passo que sabedores que somos dos riscos biotecnológicos ambientais, dos resultados positivos, das incertezas, não existe uma definição de como tratar adequadamente desse tema que, como dissemos, é extremamente veloz e atende a interesses econômicos e pressões comerciais cada vez mais significativas.

Parece haver poucos estudos sobre a obscuridade ambiental causada pela biotecnologia.

É possível enxergar, no entanto, que a omissão de responsabilidades seja na órbita científica, ambiental, técnica ou legal seja fator que nem se discute, que nem aparece nessa temática, o que traduz grave ambiente

É preciso descortinar esse lado biotecnológico misterioso e incerto, a criação de responsabilidades específicas e remeter o tema à discussão, com a provável definição de regras para excluir atividades biotecnológicas que não apresentem, previamente, um mínimo de respostas, a fim de impedir ser o Meio Ambiente um verdadeiro depósito de resultados de qualquer exemplo de biotecnologia ambiental.

O Meio ambiente não pode servir de cobaia tecnológica sob o enfoque do melhoramento de tudo que é biotecnológico.

Melhor seria compreender minimamente a intenção biotecnológica na esfera ambiental, para, se for caso, permitir essa inter-relação, ou seja, da forma oposta do que existe atualmente, sob pena da sociedade sofrer abalos e consequências inimagináveis, levando consigo economia importante que é a economia biotecnológica.

## Referências

AYDOS, Elena de Lemos Pinto; MORAES, Kamila Guimarães de. Biotecnologia na sociedade de risco: um estudo do caso da gripe suína. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XII, n. 67, ago 2009. Disponível em: < [http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo\\_id=6454&n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?artigo_id=6454&n_link=revista_artigos_leitura) >. Acesso em 30.08.2021.

BARBA, RY B; SANTOS, N (2020). A Bioeconomia no século XXI: Reflexões sobre Biotecnologia e Sustentabilidade no Brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*. Revisão Duplo Cego da Organização Comitê Científico pelo SEER / OJS. <https://www.indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/7023/pdf>

BIANCHI, Carlos. A Indústria Brasileira de Biotecnologia: montando o quebra-cabeça *Revista Economia & Tecnologia da UFPR*. (RET) Vol. 9(2), p. 90-107, Abr/Jun 2013. Disponível em <https://revistas.ufpr.br/ret/article/viewFile/30907/20977>. Acesso em 07.09.2021

BRASIL. Constituição. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br). Acesso em 01.09.2021

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 (Lei da Biodiversidade). Disponível em: . Acesso em: 20/09/2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. A Convenção sobre diversidade biológica - CDB. Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992. Brasília – DF, 2000. Disponível em: Acesso em: 13/09/2021.

- Forum Brasil de Gestão Ambiental, Biosegurança e Riscos. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/mmanoforum/item/7511-riscos.html>. Acesso em: 20 de Agosto de 2021

- Estratégia e Plano De Ação Nacionais Para A Biodiversidade (Epanb). Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/epanb/item/7510-biotecnologia.html>

BRASIL. MINISTERIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. MDIC.- Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Biotecnologia. 2016/2022. Disponível em [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI-Biotec\\_Web.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI-Biotec_Web.pdf). Acesso em 07.09.2021

BECK, Ulrich. Living In The World Risk Society. British Journal of Sociology Centennial Professor. London School of Economics and Political Science. February 2006.

CAMARA, M.C.C, NODARI, R.O., GUILAM, M.C.R. Regulamentação sobre bio(in)segurança no brasil: a questão dos alimentos transgênicos, Rev. Inter. Interdisc. INTERthesis, Florianópolis, v.10, n.1, p. 261-286, Jan./Jul. 2013. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-384.2013v10n1p261/24904>. Acesso em 07.09.2021.

CARVALHO, Edson Ferreira de. Meio Ambiente & Direitos Humanos. Curitiba: Juruá Editora, 2005.

COLOMBO, S. O Princípio Da Precaução No Direito Ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica Do Mestrado Em Educação Ambiental*, 14. 2012, Disponível, <https://doi.org/10.14295/remea.v14i0.2889>. Acesso em 07.09.2021

COSTA. T. E. M.M., DIAS, A.P.M., SCHEIDEGGER, E.M.D., MARIN, V. A., ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva, Revista Ciência & Saúde Coletiva, V. 16. Rio de Janeiro, Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000100035>. Acesso em 07.09.2021.

CULTIVAR 2021, Biotecnologia aumenta resistência natural do tomateiro e ganhos em produtividade. Disponível em <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/biotecnologia-aumenta-resistencia-natural-do-tomateiro-e-ganhos-em-productividade>. Acesso em 07.09.2021

DAVIES, Kevin. Decifrando o genoma, a corrida para desvendar o DNA humano; São Paulo, Cia das Letras, 2001.

DIAS, Rodnei Fagundes e CARVALHO FILHO, Carlos Alberto Aragão de. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. Revista Virtual de Química. Volume 9. Número 1. 2017. p. 410-430. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/313812849\\_Bioeconomy\\_in\\_Brazil\\_and\\_in\\_the\\_World\\_Current\\_Situation\\_and\\_Prospects](https://www.researchgate.net/publication/313812849_Bioeconomy_in_Brazil_and_in_the_World_Current_Situation_and_Prospects). Acessado em: 05/09/2021.

DINIZ, Maria Helena. O Estado Atual do Bio Direito. Ed. Saraiva, São Paulo. 6º ed., 2009,

DULLEY, Richard Domingues. Nanotecnologia e agricultura: algumas considerações. In: Martins, Paulo Roberto (org.) Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente /. São Paulo: Xamã, 2006. p.220 – 231

Efeito Angelina, Revista EXAME. São Paulo. Ed. 1048. 04.09.2013. p. 96/98.

FARIAS, Talden. Revista Jurídica do Ministério Público- Meio ambiente, Patrimônio genético e biotecnologia: Necessidade de aplicação do princípio da precaução, João Pessoa, 2007. Disponível em <http://177.200.39.13/index.php/revistajuridica/article/view/207>. Acesso em 07.09.2021

FILHO, Agripino Alexandre Dos Santos. Tecnonatureza, transumanismo e pós-humanidade: o direito na hiperaceleração biotecnológica. 1º Ed. Ed. Juspodium. Bahia, 2020.

MasMAGAZINE, Apple investe em empresas de biotecnologia inovadora. Disponível em <https://macmagazine.com.br/post/2021/08/26/apple-investe-em-empresas-de-biotecnologia-inovadoras/>. Acesso em 07.09.2021

MALUF, Adriana Caldas do Rego Freitas Dabus, Curso de Bioética e Biodireito, Editora: ALMEDINA MATRIZ, Sao Paulo, 4º Edição, 2020.

MAURON, Alex – Genoma sem Alma. Artigo Publicado “Jornal Folha de S.Paulo”, original publicado a Revista "Science", Volume 291, nº5.505, 2.fev.2001, págs.831-832, Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe2502200104.htm>. Acesso em 08.02.2021

MONQUERO, Patrícia Andréa. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. *Revista Bragantia* Publicação do Instituto Agrônomo de Campinas. Vol. 64. Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000400002>. Acesso em 02.09.2021

NAVES, B. T. de O., Fernandes, F. R., & Nascimento, S. M. . C. do. (2017). Genética e Meio Ambiente: Decorrências éticas e jurídicas da ecogenética. *Revista De Direito Sanitário da USP*, 18(1), 13-36. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v18i1p13-36>. Acesso em 07.09.2021

PATRIACHA, Gisele Christine Malzac, Biotecnologia: a busca do equilíbrio entre a saúde humana, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico. Portal Jus.com.br. Disponível em [https://jus.com.br/artigos/29535/biotecnologia-a-busca-do-equilibrio-entre-a-saude-humana-o-meio-ambiente-e-o-desenvolvimento-economico#\\_edn6](https://jus.com.br/artigos/29535/biotecnologia-a-busca-do-equilibrio-entre-a-saude-humana-o-meio-ambiente-e-o-desenvolvimento-economico#_edn6). Acesso em 07.09.2021

PORTAL G1., Genes editados com a técnica Crispr são injetados pela 1ª vez em humanos. Chineses injetaram células em paciente com câncer de pulmão após desativar nelas uma proteína que inibe resposta imunológica. Publicado em 15.11.2016. Rio de Janeiro. Disponível em <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/cientistas-injetam-pela-1-vez-em-humanos-celulas-com-genes-editados.ghtml> Acesso em 12 de dezembro de 2017.

RAMOS, Gian Carlo Delgado. Nanotecnologia e Meio Ambiente. Disponível no site: <http://www.iiep.org.br/pdfs/doc026.pdf>, acessado em 08 de setembro de 2021.

RAU, Mariana Ritter. A Biotecnologia como guia do desenvolvimento sustentável: a passos largos na corrida pela preservação do meio ambiente. Blog Profissão Biotec. 09.08.2016. Vol. 1. Disponível em <https://profissaobiotec.com.br/a-biotecnologia-como-guia-do-desenvolvimento-sustentavel-a-passos-largos-na-corrida-pela-preservacao-do-meio-ambiente/> Acesso em 08.08.2021.

REVISTA DO IDEC, ENTREVISTA com Lia Giraldo da Silva Augusto. Biossegurança, biotecnologia e interesse, JULHO 2007. <https://idec.org.br/em-acao/revista/112/materia/biosseguranca-biotecnologia-e-interesse>. Acesso em 07.09.2021

ROMERO, Rodrigo; ROCHA, Márcia Santos da O risco do consumo e impactos ambientais causados por produtos transgênicos. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*. Edição 11. Ano 3, julho-setembro 2016. Disponível em [http://revista.oswaldocruz.br/Edicao\\_11/Artigos](http://revista.oswaldocruz.br/Edicao_11/Artigos). Acesso em 28.08.2021

SCHENBERG, Ana Clara Guerrini. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável. *Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo*. Volume: 24, Número: 70, 2010. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/eav/issue/view/758>. Acesso em 22.08.2021

SILVA, L. P.; MAGALHÃES, B. S.; BONATTO, C. C.; CURLEY, R. C.; BEM QUERER, M. P.; RECH FILHO, E. L.; BLOCH JÚNIOR, C. - BioNanotecnologia/Nanobiotecnologia: a quarta revolução industrial., *Revista eletrônica Embrapa*. 2008. Acesso em 20.07.2020. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-publicacao/166572/bionanotecnologiananobiotecnologia-a-quarta-revolucao-industrial>

TERRA, Nova biotecnologia traz evolução para a cultura do milho híbrido no Brasil. Disponível em <https://www.terra.com.br/noticias/nova-biotecnologia-traz-evolucao-para-a-cultura-do-milho-hibrido-no-brasil,78156c75ec61a1619ea4d39ab14e0bff2wnttnq.html>. Acesso em 09.09.2021

ULTCHAK, Alessandra Alvisus de Melo Salles. Organismos geneticamente modificados: a legalização no Brasil e o desenvolvimento sustentável. *R. Inter. Interdisc. INTERthesis*, Florianópolis, v.15, n.2, p.125/142, Mai.-ago. 2018. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2018v15n2p125>. Acesso em 07.09.2021

VÁSQUEZ, Silvestre Fernández. Possíveis impactos da biotecnologia no meio ambiente, especialmente na população humana. REVISTA BIOCIÊNCIAS, UNITAU. Volume 14, número 1, 2008. Disponível em [www.unitau.br/periodicos](http://www.unitau.br/periodicos). Acesso em 31.08.2021.

ZATZ, Mayana – Genética, escolhas que nossos avós não faziam; São Paulo, Globo Livros, 2016.

VALLE, Marcelo Gonçalves, SANTOS, Mariana dos Santos. A biotecnologia como instrumento de desenvolvimento econômico e social: a conjuntura brasileira e o contexto internacional -Centro Universitário de Brasília – UniCEUB Relatório Final do Programa de Iniciação Científica – PIC/UniCEUB 2008. Disponível em <https://www.uniceub.br/>. Acesso em 14.07.2021

WIESE, D.L. Future impact of crops with modified herbicide resistance. Weed Technology, Champaign, v.6, n.3, p.665-668, 1992.