

Reflexões sobre os Organismos Geneticamente Modificados –OGMs e o princípio da precaução no biodireito

Reflections on Genetically Modified Organisms-GMOs and the precautionary principle in biolaw

Enio Walcácer de O. Filho¹

RESUMO

Neste artigo será feita uma abordagem sobre os Organismos Geneticamente Modificados - OGMs, delimitando-se a abrangência do termo, sendo também abordado o histórico dos OGMs e seus impactos sociais, econômicos e ambientais. Será tecida uma breve explanação dos diversos tipos de OGMs em estudo, passando pela área dos micro-organismos modificados, dos vegetais, e animais, e em cada um dos casos, elencando argumentos favoráveis e contrários a aplicação destas pesquisas na sociedade atual, mostrando a relevância que tem tal tema na atualidade, cada dia mais presente nos vários segmentos essenciais à vida humana. Serão analisados os riscos da utilização dos OGMs sem estudos prévios, e a necessidade da adoção do Princípio da Precaução como balizador para a liberação da utilização destes organismos na natureza e na utilização pelo homem.

Palavras-chave: Biodireito. OGM. Princípio da precaução.

ABSTRACT

In this paper an approach will be made on Genetically Modified Organisms - GMOs, studying the scope of the term, and also discussed the history of the GMOs and their social, economic and environmental impacts. We will study the different types of GMOs, passing through the area of the modified micro-organisms, plants and animals, and in each case enumerating arguments for and against the application of such research in today's society, showing the relevance that has that theme in nowadays, increasingly present in various segments essential to human life. Will be analyzed the risks of using of OGMs without previous studies, and the need of the adoption of the Precaution Principle as balizador for release the use these organisms on nature and in the use by man.

Keywords: Biolaw. GMO. Precautionary principle.

¹ Mestrando em Prestação Jurisdicional e Direitos Humanos pela UFT. Possui graduação em Direito e graduação em Comunicação Social pela mesma universidade. Professor da Sociedade de Ensino Serra do Carmo, na cadeira de Processo Penal. Associado do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito e servidor efetivo da Polícia Civil do Tocantins. Tem experiência na área de Direito, atuando principalmente nos seguintes temas: direito processual penal, direitos humanos, direitos fundamentais, biossegurança, sociedade de risco e genética.

1. INTRODUÇÃO

Hodiernamente o direito começa a enfrentar problemas quando se vê as voltas com a evolução constante das tecnologias em suas diversas nuances. Uma das mais desafiadoras vertentes da tecnologia são as modernas técnicas de manipulação genética que permitem ao homem ir além de apenas alterar o meio ambiente, possibilitando a criação de novos seres, tornando-se criadores de vida.

Nesta perspectiva, as respostas apenas no âmbito legal, com referência as discussões clássicas quanto aos limites de atuação do homem ganham uma nova roupagem, com a busca de se criarem critérios muito mais voltados para as questões filosóficas e éticas que dizem respeito não apenas as gerações atuais, mas também as gerações futuras, os que ainda sequer nasceram e nem se sabe se nascerão. Os direitos devem buscar alargar as suas fronteiras ultrapassando os ditames da ética clássica do atuar no hoje, extrapolando as fronteiras temporais.

É neste novo cenário, da sociedade de risco, que temos o *princípio da precaução* como fator central para guiar as práticas de modificação do homem em toda a sorte de organismos vivos, nos chamados Organismos Geneticamente Modificados – OGMs.

Neste pequeno artigo é feito um estudo, que parte, no capítulo 2, da conceituação do termo OGM, a amplitude do mesmo e as confusões deste com o termo transgenia. Busca-se na sequência, ainda neste capítulo, a evolução da biotecnologia, das técnicas de manipulação dos seres vivos, como base conceitual para demonstrar os novos limites em que estas técnicas hoje chegaram. Logo na sequência são trabalhadas as implicações dessas novas tecnologias, os benefícios e as preocupações e riscos da falta de critérios e limitações a estas novas tecnologias. Em análise mais aprofundada será feito um exame da aplicação dos OGMs em diversas áreas de interesse humano.

No capítulo 3 será trabalhada a relação entre o *princípio da precaução* e os OGMs como uma relação necessária para a segurança da própria humanidade, sendo estudado o princípio como um dos fundamentos sob o qual se ergue o biodireito.

2. A CONCEITUAÇÃO LEGAL DOS OGM'S

Organismo Geneticamente Modificado, em sua concepção mais ampla é o nome dado a qualquer organismo vivo que tenha sofrido alguma alteração genética por meio de técnicas artificiais em suas cadeias de DNA/RNA. Pela análise simples do termo, “geneticamente modificado” tem-se a clara ideia de meios de modificação na estrutura genética.

Segundo a Convenção de Biossegurança de Cartagena, um OGM é o nome dado a “ *...any living organism that possesses a novel combination of genetic material obtained through the use of modern biotechnology.*²” tendo como complementação a concepção de organismo vivo como sendo “*...any biological entity capable of transferring or replicating genetic material, including sterile organisms, viruses and viroids*³”.

Tais definições mostram o aspecto restrito utilizado para a definição dos OGM, sendo considerados para a convenção todos os organismos que são produtos das modernas técnicas de biotecnologia.

A denominação de Organismo Geneticamente Modificado é em geral confundida com a definição dada para os transgênicos. Tal confusão entre termos acontece porque em termos gerais, todo transgênico é um OGM, mas nem todo OGM é um transgênico. Para aclarar mais a conceituação, transgênico é, segundo Borém (2004, p. 36) “todo organismo cujo material genético (genoma) foi alterado, por meio da tecnologia do DNA recombinante, pela introdução de fragmentos de DNA exógenos, ou seja, genes provenientes de organismos de espécies diferente da espécie do organismo alvo.”

Ao adotar-se a definição de alguns autores, que consideram os termos OGM e transgênicos sinônimos, percebe-se que será desconsiderada uma grande parte das modificações gênicas que são feitas utilizando-se o genoma da mesma espécie, mesmo que estas modificações sejam feitas por meio de técnicas artificiais de modificação do DNA, trazendo da mesma forma profundas alterações nestes seres vivos. Hammerschmidt (2006, p. 52) tenta trazer essa distinção à tona explicando que OGMs podem ser organismos alvos de modificação via transgenia ou via

² Qualquer organismo vivo que possua uma nova combinação de material genética obtida através do uso da biotecnologia moderna. (tradução livre)

³ Qualquer entidade biológica capaz de transferir ou replicar material genético, incluindo organismos estéreis, vírus e viróides (tradução livre)

instrumentalização de genes da mesma espécie. Um exemplo citado pela autora é o tomate *Flavr savr*, um tomate que apresenta um processo de maturação mais lento.

A confusão dos termos OGM com transgênicos reduz o campo abrangido pelo termo de forma a não englobar todas as técnicas atuais de biotecnologia envolvidas nos mais diversificados processos que levam a criação de um novo organismo. À medida que é necessária uma amplitude conceitual para se estabelecerem limites a estas técnicas torna-se necessário se utilizar o termo da forma mais aberta possível.

A lei brasileira de biossegurança, Lei 11.105 de 2005 em seu art 3º, inciso V, conceitua o Organismo Geneticamente Modificado como sendo “o organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética.” Tal definição aborda tanto as técnicas de transgenia como as outras técnicas de modificação artificial do material genético do organismo envolvido - inclusive não fazendo menção do processo envolvido na criação de um OGM, o que atinge com propriedade o objetivo das limitações do dispositivo legal. Segundo Hammerschmidt (2006, p. 32), em sede de estudo comparado, a legislação espanhola segue o mesmo entendimento, citando que a legislação do país considera como OGM “qualquer organismo, com exceção dos seres humanos, cujo material genético foi modificado de maneira que não se produz de forma natural no apareamento ou na recombinação natural”.

É possível que se perceba, diante da variação de entendimentos, que a conceituação dada pelas leis brasileira e espanhola, nos exemplos citados, seja a mais correta e capaz de abranger todas as possíveis técnicas que ao fim tem o mesmo resultado, que é a criação de um organismo inexistente no ambiente natural.

2.1. A EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA E OS OGMS

A biotecnologia moderna levou o homem ao conhecimento de técnicas que poderiam transformar os organismos vivos através da transferência de características genéticas de uma espécie a outra, ou mesmo modificar a estrutura de uma própria espécie, nas mais variadas técnicas da genética. Tal alteração de um organismo vivo, feita por intermédio da engenharia genética, cria um Organismo Geneticamente Modificado.

A engenharia genética teve como seu início a descoberta e a identificação do DNA e RNA e suas funções de carregar em si toda herança genética do organismo

vivo. Já havia entendimentos teóricos de cientistas que através de observações, chegaram a conclusão que todo ser vivo tem uma origem comum, e buscando nesta origem comum características que poderiam ser transferidas de um ser a outro.

Com a descoberta do DNA, que está presente indistintamente em todos os seres vivos - com a mesma cadeia helicoidal e com os mesmos nucleotídeos (adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T)) – reafirmou-se o entendimento da existência de um cerne uniforme entre todos os seres vivos, teoria já sustentada desde o século XVII por Lamarck, Darwin e outros cientistas da época. A única diferenciação entre cada ser vivo é a forma com a qual se organizam e a quantidade das cadeias de DNA existente em cada organismo. Darwin já previa esta unidade que prova a origem comum de todos os seres vivos, sobre o tema ele discorreu da seguinte forma:

Como todas as formas atuais da vida descendem em linha reta das que viviam muito tempo antes da época cambriana, podemos estar certos de que a sucessão regular das gerações jamais foi interrompida e que nenhum cataclismo subverteu totalmente o mundo. [...] Ora, como a seleção natural atua apenas para o bem de cada indivíduo, todas as qualidades corporais e intelectuais devem tender a progredir para a perfeição. (DARWIN, 2010, p. 349)

Este texto, além de mostrar o entendimento do cientista acerca da unidade fundamental entre os seres, fomenta a uma reflexão sobre as possibilidades de se alterar a ordem natural de evolução, visto que a natureza, segundo o notório cientista, adapta-se ao longo do tempo de forma a melhorar cada espécie individualmente e a todas no conjunto de seu ecossistema. Não há meios para se prever, com a ciência atual, quais as consequências de uma “seleção artificial⁴” feita pelo homem, que pode resultar tanto na evolução mais acelerada em busca da perfeição, como prediz Darwin, como pela criação de um cataclismo genético, ou até a extinção de espécies e ecossistemas inteiros.

Sobre essas possibilidades de alteração do homem influenciado da seleção natural feita pela natureza, Darwin já dizia que:

⁴ Aqui citamos esta terminologia como o processo de modificação gênica artificial, com quaisquer técnicas que ou aceleram um processo evolutivo que poderia acontecer (modificando-se a estrutura de um ser utilização de genes exógenos) ou mesmo a criação totalmente artificial mesclando genes de forma que seria impossível acontecer no ambiente natural. Se a seleção natural é a adaptação de mutações ao longo dos anos, a seleção artificial é essa modificação feita pelo homem não em termos de adaptação das espécies mas em termos da necessidade ditada pelo homem.

O homem pode produzir grandes transformações nos seus animais domésticos e nas suas plantas cultivadas, acumulando as diferenças individuais num dado sentido[...] Desde que o homem consegue obter e, com certeza obteve grandes resultados por meios metódicos e inconscientes de seleção, onde para a ação da seleção natural? [...] O homem tem apenas um objetivo: escolher para a sua própria vantagem; a natureza, pelo contrário, escolhe para vantagem do próprio ser. (DARWIN, 2010, p. 71)

O cientista deixou consideráveis colocações em todos seus relatos sobre a ação do homem na natureza, e sequer havia ainda o conhecimento das possibilidades de alterações a um nível molecular, como temos hodiernamente. As colocações do visionário cientista no século XVIII já traziam consigo um prenúncio das tantas controversas sobre a biotecnologia moderna, estas tendo surgindo apenas depois de mais de 200 anos de suas considerações. Darwin (2010, p. 71) afirmava que “A natureza pode atuar sobre todos os órgãos interiores, sobre a menor variedade de organização, sobre todo o mecanismo vital.” Mal sabia o cientista das possibilidades que o homem atingiria com as técnicas atuais da biotecnologia.

Foi com a descoberta das técnicas modernas de manipulação genética, e antes disso, com o mapeamento das características que o DNA controla dos organismos vivos, que se começou a vislumbrar a possibilidade de o homem “reescrever” os códigos genéticos dos organismos vivos para produzir melhoramentos para a sociedade.

Com o surgimento das técnicas do DNA recombinante ou engenharia genética nos anos 70, surgiu uma nova visão da biotecnologia denominada biotecnologia “moderna”. Nesta nova visão, a manipulação de sequências de DNA no laboratório permite colaborar com o melhoramento vegetal através da transgenia e não mais através de mutações induzidas ao acaso; produzir animais de laboratório mutantes para produção de modelos de doenças humanas na busca de tratamentos; produção de proteínas humanas em bactérias para tratamento de doenças como, por exemplo, o diabetes, entre outros. (CASSIANO, 2009, p. 23)

Os maiores benefícios da engenharia genética na vida humana podem ser vistos com mais clareza na produção agrícola. O cruzamento gênico tradicional, feito entre espécies para o melhoramento, cruzando indivíduos de diferentes variedades da mesma espécie, é um processo lento, que demanda tempos elevados até a seleção de características específicas. Com o advento da engenharia genética, a

identificação e a modificação podem acontecer de forma imediata. Segundo Cassiano (2010, p. 32), “Mais espetacularmente, o gene de interesse não precisa vir da mesma espécie ou de espécies relacionadas. Ele pode, virtualmente, vir de qualquer outro organismo vivo, em razão do código genético ser universal.”

A modificação de organismos vivos a um nível molecular, em sua estrutura de informações, o DNA, possibilita o controle das instruções gênicas de qualquer organismo, podendo-se selecionar, melhorar ou retirar certas características de quaisquer organismos. Segundo Cassiano:

Todas as células vivas são controladas pelas suas características genéticas, que são transmitidas de uma geração a outra. Essas instruções gênicas são dadas por um sistema de códigos baseados numa substância chamada DNA (ácido desoxirribonucleico) que contém mensagens intrínsecas a sua estrutura química. A engenharia genética, de uma maneira geral, envolve a manipulação dos genes e a consequente criação de inúmeras combinações entre genes de organismos diferentes. (CASSIANO, 2009, p. 26)

As possibilidades de modificação com a biotecnologia pós-moderna são quase ilimitadas, visto que os códigos genéticos são universais, e a mescla de características genéticas poderia ser feita entre qualquer espécie. Da mesma forma que tais possibilidades podem trazer benefícios inestimáveis para a humanidade, a utilização errônea de tais tecnologias podem também trazer danos irreparáveis à natureza e ao homem, frente às incertezas que cercam as consequências da *seleção artificial* que o homem provê com as técnicas modernas de biotecnologia.

2.2. OS OGM: NOVAS DESCOBERTAS, BENEFÍCIOS E PREOCUPAÇÕES

Com o avanço da biotecnologia, abriu-se uma nova fronteira pra a sociedade humana, onde a interação do homem para modificação da natureza começou a acontecer a um nível molecular, um processo análogo à seleção natural⁵, mas feita de forma artificial pelo homem. O meio ambiente com o qual o homem lidou

⁵ Segundo Charles Darwin é “este princípio de conservação ou de persistência do mais capaz. Este princípio conduz ao aperfeiçoamento de cada criatura em relação às condições orgânicas e inorgânicas da sua existência; e, portanto, na maior parte dos casos , ao que podemos considerar como um progresso de organização.” DARWIN, Charles. *A origem das espécies*. Editora Folha de São Paulo. São Paulo, 2010.

historicamente, modificando e moldando de acordo com as suas necessidades, agora atingiu um campo muito mais vasto de possibilidades, estas que podem trazer consigo grandes melhorias e também grandes riscos à sociedade.

Em um mundo onde as populações começaram muito recentemente a preocupar-se com a interação do homem com a natureza e os danos causados pelo desenvolvimento do homem, surge a engenharia genética, no início da década de 1970, nos Estados Unidos, onde foi feita uma transferência do gene da insulina em *Escherichia coli*. (BORÉM; SANTOS, 2008) Neste mesmo período começavam os movimentos sociais para pedir aos governos que dessem mais atenção às questões ambientais, o que fez com que essas novas descobertas fossem recebidas com grandes ressalvas, tanto da comunidade científica quanto da população em geral.

Na década de 1960 que houve uma grande expansão dos movimentos ecológicos no mundo, ligadas aos movimentos de contestação do período. Além disso, somaram-se a opinião pública que se estava formando neste sentido a repercussão de grandes obras que denunciavam problemas relacionados ao meio ambiente, dentre elas: *Silent Spring* (1962), de Rachel Carson, *This Endangered planet* (1971), de Richard Falk e ainda ensaios de livros de Garret Hardin, como *The Tragedy of Commons* (1968) e *Exploring New Ethics for Survival* (1972), todos com forte influência na opinião pública. (OLIVEIRA FILHO, 2013, p. 4)

Foi neste cenário que eclodiram as primeiras descobertas da genética, a nova fronteira da biotecnologia que a humanidade havia transpassado. Segundo Borém e Santos (2008) essa experiência inicial da biotecnologia genética, que aconteceu em 1973, provocou uma reação desfavorável da comunidade científica mundial, tendo culminado na Conferência de Asilomar⁶, em 1974, onde foi proposto que fosse suspensa qualquer pesquisa na área da genética até que critérios fossem estabelecidos para tal tipo de pesquisa.

Segundo Kempf, a Conferência de Assilomar foi uma representação única da preocupação dos cientistas em tentar regular as pesquisas referentes a técnicas de

⁶ Segundo Hervé Kempf, “Esta conferência foi organizada pela Academia Americana de Ciências em 1975, logo após os cientistas terem demonstrado fortes preocupações com o anúncio do sucesso obtido na transferência de genes de uma espécie a outra.” *In: Transgênicos terapia genética células-tronco: questões para a ciência e para a sociedade* / Magda Zanoni, organizadora. — Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2004. pp 47-49. Segundo Miguel Kottow: “Conferência de Asilomar, em 1975, em que um grupo de proeminentes cientistas concluiu que os riscos de certos estudos de DNA recombinante sugeriam uma moratória que suspendia alguns experimentos, ao passo que outros podiam prosseguir sob medidas de estrita cautela.

recombinação de DNA, “pela primeira vez na história da tecnologia, refletia-se sobre o que poderia dar errado antes que acontecesse o primeiro acidente.” Segundo o autor, a conferência reuniu representantes da indústria farmacêutica, pesquisadores do exército americano, mas que contudo fora restrita a participação do público e da imprensa em geral. (KEMPF, 2004, p. 48)

O temor à nova tecnologia restava evidente pela reação da comunidade científica, e foi assaz importante para a definição de normas de biossegurança para garantir que essa tecnologia fosse utilizada sem risco. Minahim cita que:

A icognoscibilidade é provisória, mas, ainda que se guarde essa consciência, a ignorância diante do novo desperta temores curiosos; basta, no particular, que seja lembrada a dificuldade de aceitação das transfusões de sangue, cuja prática teve um início atribulado diante do temor de transmissão das qualidades do doador ao receptor: podia um homem receber sangue feminino, sem perder as suas características? E a expansão marítima portuguesa, como teria acontecido sem a superação do medo do abismo que ficava por trás do horizonte, habitado por monstros terríveis? E os eclipses que anunciavam a ira de Deus ou o fim do mundo? (MINAHIM, 2005, p. 77)

É inegável que as novas tecnologias estão trazendo, ao longo da história humana, incontáveis melhorias para a vida da sociedade. Contudo, frente a novas descobertas ainda cercadas de incerteza, como é o caso da engenharia genética, pairam ainda preocupações quanto aos possíveis danos que a má utilização destas tecnologias pode trazer para a natureza e conseqüentemente para o homem. Cabe a utilização sempre ponderada do princípio da precaução⁷, enquanto pairarem incertezas sobre as conseqüências destas tecnologias, sem que isso venha a prejudicar o desenvolvimento tecnológico necessário para o aprimoramento constante da vida humana.

Dentre as descobertas biotecnológicas que trouxeram melhorias para a vida humana, Cassiano ressalta:

A expectativa de vida do homem praticamente dobrou ao longo do século passado. Enquanto a expectativa de vida era de 40 anos, em 1900, hoje, nos países desenvolvidos, ela é de cerca de 76 anos. Em alguns casos, como o das mulheres no Japão, a estimativa é de 82,4 anos. A maior longevidade do ser humano só foi possível de ser alcançada graças aos avanços científicos na medicina e na alimentação, principalmente. A descoberta da penicilina e de várias

⁷ Trabalharemos este princípio mais a frente no trabalho.

outras drogas permitiram debelar doenças anteriormente fatais. A nutrição balanceada desde o período intrauterino permitiu a formação de pessoas saudáveis e com maior resistência às doenças. Uma das melhores evidências da importância de uma alimentação nutricionalmente equilibrada é a maior estatura da população atual quando comparada a de gerações passadas. (CASSIANO, 2009, p. 54)

As descobertas não seriam possíveis sem enfrentar o desconhecido e sem atravessar barreiras que antes eram inconcebíveis ao homem. A biotecnologia moderna inobstante as preocupações que podem trazer à população mundial, já deram enormes contribuições para a melhoria de vida das comunidades.

Tais técnicas modernas de biogenética permitem a manipulação do DNA dos organismos vivos para a mudança de suas características para os mais variados fins. Segundo Hammerschmidt, o DNA tem uma função primordial na *individualização* dos seres, na *evolução* e na *herança* que todos carregam, segundo a autora:

Os pais transmitem a seus filhos, por meio das células sexuais, as moléculas de DNA; assim todos e cada um dos caracteres físicos dos seres vivos estão codificados pelos correspondentes fragmentos de DNA, responsáveis por determinada característica, os chamados genes, responsáveis pela herança. Também é certo que, ao menos entre os animais superiores, pode-se identificar distinção entre os indivíduos. Dá-se a individualização, ou seja, os indivíduos são geneticamente distintos uns dos outros. As pequenas diferenças entre um ser e outro são as que permitem estabelecer distinção entre os indivíduos, embora todos pertençam à mesma espécie. De seu turno, o DNA oferece a base molecular da evolução. A replicação do DNA é ligeiramente imperfeita e, embora só muito raramente, cometem-se erros, ocorrendo mutações. (HAMMERSCHMIDT, 2006, p. 131)

Essas três características citadas demonstra que o DNA de cada um é de extrema importância para a sua identificação, ainda para definir as origens genéticas, os antepassados, e as heranças que cada indivíduo, aliás, cada ser vivo carrega dentro de si.

Contudo, a exploração da alteração do DNA dos seres vivos para a obtenção da modificação em organismos genéticos, faz com que o homem entenda-se como criador de novos organismos, à medida que estes OGMs criados pelo homem, em tese, não seriam criados pela ação natural da evolução das espécies. Segundo Shiva (2001), tal ideia ascende do paradigma reducionista da biologia, que segundo

a autora é baseado - no caso das modernas biotecnologias - na ideia errônea de que a vida pode ser construída.

Na sua linha de raciocínio, fica explicitado a mercantilização da ciência e a sua vinculação com as revoluções industrial e científica, o que fez com que a natureza fosse tida como morta, inerte, fazendo com que esse pensamento levasse o homem a uma exploração com “total menosprezo pelas consequências sociais e ecológicas desta postura”. (SHIVA, 2001, p. 53)

As consequências destas modificações sendo feitas pelo homem ainda são desconhecidas, a tecnologia é muito recente e não se teve tempo de apreciar as consequências dela para o meio ambiente e para o homem. Apesar de se saber os benefícios imediatos de certos melhoramentos, não se podem mensurar ainda as consequências globais ao meio ambiente que essas manipulações podem trazer, e está é uma das principais preocupações que circundam as discussões sobre os OGM hodiernamente.

Essa alegação sobre os riscos não está bem estabelecida cientificamente. Além disso, os maiores riscos podem não ser riscos diretos para a saúde humana e o ambiente, mediados por mecanismos biológicos, mas aqueles ocasionados pelo contexto socioeconômico da pesquisa e desenvolvimento dos transgênicos e seus mecanismos associados, tais como a estipulação de que as sementes transgênicas são objetos em relação aos quais os direitos de propriedade intelectual devam ser garantidos. (LACEY, 2006, p. 46)

Existem riscos potenciais na utilização de OGMs na natureza, não apenas riscos diretos - mas também relacionados a fatores sociais e econômicos - estes relacionados ao monopólio de grandes empresas às tecnologias de transgenia e a concorrência de tais OGMs, mormente no campo da agricultura, com plantações familiares e pequenos grupos produtores.

A transgenia para a obtenção de OGMs é uma das técnicas que suscita maior preocupação, pois enquanto a recombinação gênica por seres da mesma espécie apenas aceleraria o processo de melhoramento evolutivo dos mesmos, a transgenia criaria processos de modificação impossíveis de acontecerem naturalmente, pela barreira reprodutiva que existe naturalmente entre as espécies, nos casos da transgenia, “os genes podem ser trocados entre espécies que jamais se cruzariam na natureza”. (HO *apud* LACEY, 2006, p. 30)

Apesar da existência de pesquisas nas diversas áreas da engenharia genética, sobressaem os estudos envolvendo os OGMs em vegetais, sendo que estas estão entre as mais conhecidas na atualidade. Segundo Lacey, as plantas transgênicas são:

Cultivadas a partir de sementes que foram “geneticamente modificadas”. Os materiais genéticos, em geral tomados de organismo de espécies não aparentadas, têm sido introduzidos em seus genomas, utilizando-se as técnicas de recombinação do ADN, para que as plantas adultas ainda em crescimento adquiram propriedades específicas “desejadas”, tais como resistência a herbicidas ou pesticidas e a toxicidade a certas classes de insetos, ou para que seus produtos venham a se tornar fontes de uma nutrição melhorada. (LACEY, 2006, p. 53)

As modificações genéticas dos organismos vegetais atendem primordialmente aos interesses com relação ao melhoramento desejado em cada organismo vivo, resta saber quais os interesses envolvidos nas modificações de tais plantas, se são os interesses sociais ou basicamente o interesse de grupos beneficiados diretamente pelos ganhos econômicos advindos destas tecnologias. Assim, “quando os benefícios [da biotecnologia] geram lucros para as empresas que comercializam os produtos biotecnológicos, esses lucros ficam com as empresas. Quando ocorre prejuízo, ele é arcado por toda coletividade.” (MAGALHÃES, 2011, p.95)

A monopolização das modernas biotecnologias é um problema que pode trazer uma série de indagações acerca dos interesses que envolvem as pesquisas de tais tecnologias. Segundo Magalhães este segmento da biotecnologia tem como sua característica a centralização de muito conhecimento (que se reflete em poder), nas mãos de poucas empresas transnacionais. Tal concentração deste segmento de mercado, além de gerar um monopólio de patentes, pode fazer com que tais grupos ditem os preços de mercado de alimentos, prejudicando a sociedade, visando apenas os seus lucros. (MAGALHÃES, 2011)

2.3 AS IMPLICAÇÕES DO AVANÇO DAS PESQUISAS EM BIOTECNOLOGIA

A biotecnologia moderna está voltada basicamente para a modificação das cadeias gênicas de organismos das mais diversas espécies. Existe em estudos uma série de pesquisas nas mais diversas áreas voltadas à utilização humana, seja a

modificação de micro-organismos para a produção de remédios, de plantas para a utilização na alimentação e de animais domésticos – tanto para seu aprimoramento quanto para a produção de órgãos humanos e pesquisas.

Segundo Magalhães (2011), existem três ramos principais da biotecnologia moderna, que seriam a biotecnologia vegetal, animal e a de micro-organismos. A primeira seria relacionada aos implementos agrícolas, dividindo-se em gerações de acordo com a modificação implementada nos vegetais. A biotecnologia animal abarcaria todos os estudos relacionados a criação de animais e ao seus melhoramentos. A biotecnologia de micro-organismos por seu turno estaria relacionada a todas as técnicas que se utilizam de microrganismos para os melhoramentos pretendidos, conforme as tradicionais técnicas de fermentação de bebidas até as mais modernas relacionadas a criação de remédios, produção de insulina e outras.

Quanto aos OGMs vegetais existem diversos níveis de modificação genética, chamado de gerações de modificações genéticas, Hammerschmidt define estas gerações de OGMs como separadas da seguinte forma:

A primeira geração (input traits) reúne culturas transgênicas que atualmente estão sendo comercializadas, capazes de conferir vantagem agrônômica simples, ou seja, dependentes de genes únicos ou de alguns poucos genes, dirigidas para a solução de estresses ambientais.

[...] A segunda geração reúne as plantas transgênicas cujas características nutricionais foram melhoradas qualitativa e/ou qualitativamente (output traits).

[...] A terceira geração de plantas GMs destina-se à síntese de produtos especiais, como vacinas, hormônios, anticorpos plásticos. (Hammerschmidt, 2006, p. 44)

Existe de certo, principalmente no campo dos OGM vegetais, uma grande quantidade de pesquisas em andamento, e outras já finalizadas quanto ao aprimoramento de vegetais para os mais diversos usos e facilidades da vida humana. As gerações de OGM mostram a evolução também da capacidade de criação advindas da combinação gênica entre as mais variadas espécies. Plantas que produzem agrotóxicos, remédios, hormônios, outras capazes de suprir a necessidade de vitaminas e ainda plantas que superem as adversidades climáticas e de terreno são exemplos de tais aplicações, que parecem ter como limite apenas a imaginação humana.

2.3.1 Os OGMs: aplicações, benefícios e potenciais riscos à sociedade

A biotecnologia mais avançada de que se tem notícia atualmente é na área da agricultura. São inúmeras as técnicas empreendidas no setor agrícola, sendo que as mesmas não serão, pela complexidade e por fugir ao escopo do presente trabalho, delineadas em sua totalidade no presente estudo. Por serem numerosas as pesquisas na área, são também as que mais suscitam controvérsias no meio ambientalista e científico, “que questiona a sua real necessidade e aponta os riscos potenciais que representam para a diversidade biológica dos países e para o equilíbrio ecológico como um todo.” (MAGALHÃES, 2011, p. 59)

Segundo Hammerschmidt (2006), as diversas aplicações da biotecnologia moderna já conseguem mostrar a sua capacidade para melhorar a vida humana ao mesmo tempo em que suscitam dúvidas quanto a sua segurança. A diminuição da quantidade de agrotóxicos para certas plantações de OGM é uma aplicação prática que a uma primeira vista mostra-se benéfica ao homem, contudo, segundo a autora, alguns estudos levantam a hipótese de que tais plantas em certas condições edafoclimáticas possam necessitar inclusive de uma quantidade maior de agroquímicos para a sua proteção. Isso mostra apenas que ainda não existem estudos consistentes quanto aos possíveis malefícios decorrentes das técnicas modernas de biotecnologia tanto para o homem quanto para o meio ambiente.

Os organismos geneticamente modificados tiveram uma grade projeção na agricultura a partir de 1996, quando foi incorporado na agricultura estadunidense o milho, o algodão e a soja geneticamente modificados. Em um curto período de cinco anos, a área plantada de OGMs passou de 1,7 milhões de hectares para 44,2 milhões. (OLIVEIRA, 2007) Tal projeção demonstra o largo poder econômico envolvido na moderna biotecnologia. Estima-se que a indústria da biotecnologia nos EUA envolva 1.300 empresas, e esse grupo tenha movimentado em 1993 cerca de \$10 a \$12 bilhões, sendo estimado que para 2035 haja um montante circulado em torno destas tecnologias de cerca de \$ 100 bilhões. (MAGALHÃES, 2011)

Com o crescimento constante da população mundial, a busca por alternativas para os cultivos torna-se quase que um imperativo, e tal necessidade coaduna-se diretamente com as técnicas de transgenia aplicadas aos vegetais.

Apesar do aumento da produção agrícola no futuro teoricamente poder ser implementada com o aumento das áreas cultiváveis, essa opção não é viável para

os países desenvolvidos, pois a maior parte de suas áreas cultiváveis são inexistentes.

Outro fator que contribuiria para o aumento da produção de alimentos é relacionado ao desperdício envolvido na produção, sendo que as maiores perdas neste sentido advêm de problemas nas colheitas, transporte e armazenamento.

Bórem e Santos (2008) consideram que a melhor forma de crescer a produção seja através da biotecnologia moderna, o que traria um aumento da produtividade agrícola, além de contribuir com o desenvolvimento de variedades especialmente adaptadas a áreas improdutivas. Além disso, os autores aduzem sobre a transgenia no combate a pragas, doenças, daninhas, o que além de tudo reduziria o custo das produções.

Apesar das alegações de que as pesquisas com transgênicos para a tolerância a herbicidas terem como foco a diminuição do uso de agroquímicos nas lavouras, Shiva (2001) entende que tais argumentos servem apenas aos propósitos de grupos de empresas de biotecnologia moderna, sustentando-se na premissa de que a criação de plantas com essas resistências força apenas que aconteça um controle do mercado concentrando o poder em algumas empresas.

A autora considera que tais tecnologias sejam “desperdiçadoras, perigosas e desnecessárias” à medida que os riscos advindos destas tecnologias podem trazer danos à biodiversidade, criar superervas daninhas e ainda deixar o solo das regiões destas monoculturas incapazes de gerar plantas que não as tolerantes a tais herbicidas. É ainda enfática ao afirmar que há uma redução de biodiversidade com o fomento da monocultura transgênica, pois isso eliminaria as culturas variadas e como consequência a variedade nutricional disponível ao homem. (SHIVA, 2001)

Outros avanços pontuados com relação à biotecnologia aplicada aos vegetais, segundo Borém e Santos são as plantas geneticamente modificadas para a produção de bioplásticos, estes biodegradáveis e renováveis, o que traz a grande vantagem de livrar tal produção da dependência do petróleo, sendo também pesquisada a criação de bioplásticos comestíveis, o que traria o benefício da redução do lixo doméstico. (BORÉM; SANTOS, 2008)

Também temos nesta linha dos OGMs vegetais os alimentos nutracêuticos, estes que são uma categoria de OGM vegetal em pesquisa com a capacidade de solucionar graves problemas de enfermidades em comunidades com carências de certos nutrientes em sua alimentação, nesta categoria encontram-se em pesquisa

avançada tomates com alto teor de licopeno⁸, o arroz enriquecido com vitamina A⁹, a batata rica em proteína¹⁰ e ainda a soja com redução de gordura saturada. (BORÉM; SANTOS, 2008)

É visível que existem avanços significativos na área da biotecnologia aplicada aos OGMs vegetais, contudo, ainda existe uma carência nas pesquisas que demonstrem efetivamente a ausência de risco destes experimentos à natureza e à saúde humana, observando-se sempre o princípio norteador da precaução, sob pena de que os argumentos utilizados para referendar tais pesquisas, voltem-se apenas para a satisfação de grande conglomerados agrícolas e empresas produtoras destas tecnologias.

2.3.2 A biotecnologia moderna aplicada aos micro-organismos e aos animais

Na linha da microbiologia, os OGMs, ou Microrganismos Geneticamente Modificados, MGMs¹¹, tem sido objetos de estudo para diversos fins, desde a produção de ingredientes alimentares, no processamento de alimentos, como era utilizado na biotecnologia tradicional, para a fermentação de bebidas e fabricação de queijos, na suplementação alimentar, como substâncias veterinárias. Contudo, segundo Hammerschmidt (2006), não existe ainda no mercado de consumo produtos que contenham MGMs vivos em suas composições.

Na área médica, os animais transgênicos, ou OGM animais, possibilitam estudos dos mais diversos, segundo Hammerschmidt:

Na pesquisa básica, o uso de animais transgênicos possibilita o estudo da estrutura, regulação e função dos genes. Por sua vez, na pesquisa biomédica, inúmeros modelos transgênicos foram gerados apresentando doenças similares às presentes no ser humano, como doenças cardiovasculares, autoimunes, neurológicas, AIDS, câncer e outras. Estes animais são utilizados para se compreenderem as causas, progressão, estágios e sintonias de determinada doença. (HAMMERSCHMIDT, 2006, p. 53)

⁸ Licopeno é um antioxidante capaz, segundo pesquisas, que ajuda a prevenir o câncer e as doenças cardíacas.

⁹ A vitamina A, segundo Denise Hammerschmidt, é capaz de combater a cegueira decorrente da deficiência de tal vitamina, problema este crítico em países em desenvolvimento, em especial na África e Ásia.

¹⁰ Tal melhoramento faz com que haja um ganho substancial no valor nutricional do vegetal, em termos de proteínas e aminoácidos essenciais.

¹¹ ao nosso entender tal termo refere-se ao mesmo objeto, pois todo microrganismo é um organismo, pela própria etimologia da palavra, estando englobado então na definição de OGM.

A aplicação da transgenia para obtenção de animais geneticamente modificados é de grande valia, principalmente para as pesquisas com relação ao funcionamento humano. Além dos usos já explicitados pela autora, a utilização de animais como biorreatores para a produção de proteínas humanas, e até a utilização de animais para a produção de órgãos que possam ser utilizados em humanos, é hoje uma realidade que pode ser vista nas atuais pesquisas com a biotecnologia moderna, tais transplantes são nominados na literatura científica como xenotransplantes¹². Tais transplantes, inobstante aos benefícios que podem trazer, ainda são objeto de diversas críticas, mesmo ainda não sendo praticados na literatura médica. Segundo Coelho:

[...] quando se trata de animais transgênicos, a aceitabilidade depende da estrutura ética, como: o grau de modificação genética dos animais transgênicos, ou seja, o grau de modificação será objeto para limites aceitáveis; o uso de certos tecidos para o transplante, como é o caso do sistema nervoso central e também do sistema reprodutivo, aumenta de modo especial os problemas éticos; todos os esforços devem ser feitos para manter o bem-estar dos animais. Três áreas de riscos são identificadas: fisiológica, imunológica e infecciosa; os recursos necessários para as pesquisas e posterior aplicação do xenotransplante como terapia genética ou o desenvolvimento de órgãos artificiais. [...] ao analisar o contexto geral dos transplantes, a escassez de órgãos clínicos converte o xenotransplante em uma opção muito interessante, ainda que se depare com problemas psicológicos, éticos, culturais e religiosos. (COELHO, 2004, p. 76)

A questão ainda é controversa, diversos são os fatores envolvidos, o direito dos animais, as questões teológicas, éticas e filosóficas da utilização de órgãos de animais em humanos. Muitos litígios ainda pairam sobre a aplicabilidade dos xenotransplantes, e enfrentar tais questões seria obra de um trabalho exaustivo que não é o foco do presente estudo.

Ainda na área dos OGM animais, existem as aplicações no aprimoramento genético de animais de uso doméstico e interesse comercial em larga escala, em técnicas de modificações fisiológicas e ainda, no aprimoramento genético de animais para adaptarem-se a condições climáticas diversas o que ajudaria na produção de

¹² Segundo a Nova enciclopédia de bioética (tradução em Galego) “a raiz ‘xeno’ em ‘xenotransplantes’ vén da palabra grega *xenos* que significa ‘estranxeiro’. Neste contexto, é utilizada referíndose ao transplante de órganos, tecidos e células que traspasa as fronteiras entre as especies. Máis exactamente, designa os transplantes de órganos, tecidos e células do animal ao home.” NOVA enciclopédia de bioética, 2001.

animais para a alimentação humana em variados biomas e em estações diversas sem a redução de sua produção. (HAMMERSCHIMIDT, 2006)

3 Os OGMs E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Grandes questões são suscitadas quanto aos potenciais malefícios destas modernas biotecnologias para o homem, dentre os grandes receios, estão os problemas relacionados com alergias a produtos transgênicos para uso humano, segundo ela, a toxicidade e a alergicidade dos OGMs apesar de que os biotecnólogos consideram-se capazes de detectar, com razoável segurança, qualquer alergênico que venha a ser incorporado a um alimento geneticamente alterado. (HAMMERSCHIMIDT, 2006)

A autora completa com um exemplo de caso de alergia gerada pelo consumo de um OGM nos EUA, relatando que:

Em 1989, os Estados Unidos foram alarmados por uma epidemia misteriosa da síndrome de *eosinofiliãlgiã*, caracterizada por dor muscular e pelo aumento de um tipo de glóbulo branco (leucócitos) no sangue. A investigação revelou que 95 % dos casos podiam seguramente ser atribuídos ao *tripofano* produzido por uma empresa japonesa, a *Showa-Denkko*, que vinha sendo fabricado com o emprego de bactérias geneticamente modificadas. (HAMMERSCHIMIDT, 2006, p. 216)

Tal caso mostra que possivelmente não foram feitos todos os estudos necessários para mensurar a capacidade alergênica do produto em seres humanos. O caso faz transparecer que os consumidores do produto usados como cobaias para este produto, graças a uma negligência sistêmica entre a empresa, e dos órgãos públicos na fiscalização na liberação da venda do produto. A simbologia deste acontecimento refletiu negativamente na imagem dos OGMs junto ao público.

A possibilidade de transferência de genes entre OGMs e outros organismos é outra inquietação existente. Um receio digno de nota é a possibilidade da transmissão de genes resistentes a antibióticos para micro-organismos patológicos, o que poderia gerar superbactérias. Há a probabilidade de transmissão destas características gênicas para a flora bacteriana intestinal. Pesquisas demonstram que existe essa viabilidade de acontecimento, mesmo sendo uma chance em 10 milhões de acontecer, mas devemos considerar que a flora intestinal é composta por bilhões

de bactérias, o que faz com que o evento tenha uma grande chance de acontecer. (HAMMERSCHMIDT, 2006)

Outro ponto que suscita debates acerca dos OGMs refere-se ao seu impacto nos ecossistemas naturais, no que tange à mudança das cadeias alimentares. Segundo Benedito e Figueira, “o caso mais lembrado é a morte de larvas de borboletas monarcas provocadas pela alimentação com pólen de milho Bt.” em sua explicação aduz que:

As plantas transgênicas que possuem resistência a insetos, como as culturas Bt, abaixam os níveis das pragas tão drasticamente, que as relações ecológicas do sistema obviamente se modificam e podem também levar à perda da fauna benéfica da lavoura. (BENEDITO; FIGUEIRA, 2012, p. 132)

Tal possibilidade de mudança de um ecossistema está dentre as maiores críticas às lavouras de OGMs, visto a complexidade que envolve uma cadeia alimentar de um ecossistema. As alterações ao meio ambiente, e as consequências que elas podem trazer, não podem ser mensuradas sem estudos profundos e que demandem tempo, e só com estudos sérios poder-se-ão efetuar o manejo adequado destas culturas transgênicas de forma ao não trazer danos ao meio ambiente e ao homem, principalmente nas futuras gerações. Neste sentido Benedito e Figueira explicitam que:

Um procedimento posterior aos ensaios laboratoriais pode ser a “avaliação em campos de produção” (farm scale evaluations), em que plantios transgênicos são conduzidos em situações reais de produção e comparados com os cultivos convencionais. Essa é possivelmente a metodologia mais adequada para se tomar conclusões científicas sobre os transgênicos. (BENEDITO; FIGUEIRA, 2012, p. 132)

Neste cenário tornam-se imprescindíveis estudos em todos os níveis para que haja uma segurança tanto quanto a utilização de quaisquer OGMs pelo homem e a sua inserção no ambiente natural, tal necessidade de cercar-se de estudos que minimizem os riscos de impactos destas tecnologias no homem e na natureza são a base do princípio da precaução. É inconcebível que o homem e a natureza sejam cobaias de experimentos que atendam primordialmente a economia de produtores rurais e aos lucros de grande produtores de OGMs. Magalhães enfrenta a questão

dos riscos e benefícios dos OGMs, na visão das empresas produtoras de tal tecnologia defendendo que:

Assim, quando os benefícios geram lucros para as empresas que comercializam os produtos biotecnológicos, esses lucros ficam com as empresas. Quando ocorre prejuízo, ele é arcado por toda coletividade.

Consequentemente as empresas têm uma tendência muito grande em verem mais o lucro que a biotecnologia gera que os prejuízos. (MAGALHÃES, 2011, p. 95)

As biotecnologias nas mais diversas áreas trazem evidentes benefícios para a sociedade como um todo, se utilizados da forma correta, e se estudados os riscos e benefícios de tais tecnologias. Quando falamos de OGMs, sempre devem ser sopesados os benefícios em comparação aos riscos ponderando-se sempre sobre os interesses que cercam tais tecnologias.

Neste sentido, Pessini e Barchifontaine aduzem que:

As coisas que devemos evitar a todo custo devem ser determinadas por aquelas outras coisas que devemos preservar a todo custo. Uma filosofia da natureza deve articular o que é cientificamente válido com o que deve das injunções morais. Entre grandes problemas práticos da bioética está a dificuldade em trabalhar a relação entre a certeza do que é benéfico e a dúvida sobre os “limites”, sobre o que deve ser controlado e sobre como isso deva se dar. E é precisamente nessa fronteira insegura, que conta com tão pouca iluminação moral, que, com doses generosas de boa vontade, nos deparamos com a virtude da prudência. (PESSINI; BARCHIFONTAINE, 2007, P. 280)

Os autores ensaiam no texto a necessidade da utilização do princípio da precaução, ou como é colocada por eles, a virtude da prudência. A utilização das biotecnologias modernas carecem de estudos seguros que vislumbrem os impactos oriundos destas tecnologias tanto no meio ambiente quanto no homem, e não só os impactos ambientais devem ser mensurados. Conforme pontua os autores, as questões éticas e morais também devem ser sopesadas quanto aos benefícios destas tecnologias e os riscos que elas podem trazer consigo.

No que concerne às biotecnologias modernas aplicadas as produções agrícolas, segundo a FAO – *Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação), a produção de alimentos é mais do que suficiente para suprir as necessidades humanas, logo, as alegações de combate a fome mundial afastam-se dos argumentos válidos dos oligopólios que mantêm a produção deste tipo de transgênicos. (LACEY, 2006)

A questão que deve ser pesada, nesta área da biotecnologia moderna, é se os riscos que envolvem o cultivo de tais alimentos seriam revertidos em lucros para a sociedade como um todo ou apenas para os grupos econômicos envolvidos em tais produções. Não podemos fazer com que o homem, que é o fim em si, seja um meio, uma cobaia para avanço das biotecnologias.

A aplicação de tais tecnologias prescinde de uma regulação jurídica efetiva por parte do governo, para que sejam evitados os possíveis efeitos danosos decorrentes destas tecnologias nos homens e no meio ambiente. Os impactos sociais, ambientais nas gerações atuais e futuras devem ser mensurados no caso das novas tecnologias, mormente as que ainda têm estudos incertos sobre os riscos eminentes e futuros destas tecnologias para o homem, sempre balizados no princípio da precaução. Ao seu turno, tais limitações jurídicas do estado, não podem vir a intervir nas pesquisas e nos avanços que delas possam decorrer para a sociedade humana.

3.1 O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E O BIODIREITO

Discorrendo sobre os princípios, Alexy (2011, p. 114) assevera que “uma norma fundamental é uma norma que fundamenta a validade de todas as normas de um sistema jurídico, salvo a sua própria”. Esta é a nosso ver a síntese do conceito de princípio, de onde brotam, o que valida as normas de um sistema jurídico, em uma análise - conforme feita pelo próprio autor -, basicamente kelseana e jus positivista.

Mello afirma que princípio:

É por definição, mandamento nuclear de um sistema, verdadeiro alicerce dele, disposição fundamental que se irradia sobre diferentes normas compondo-lhes o espírito e servindo de critério para sua exata compreensão e inteligência exatamente por definir a lógica e a racionalidade do sistema normativo, no que lhe confere a tônica e lhe dá sentido harmônico. (MELLO, *apud* MUKAI, 2007, p. 170)

Exatamente a fundamentação e o molde que deve servir a todo o ordenamento jurídico, ai resta a definição de princípios no âmbito do saber jurídico.

Contudo os princípios advêm de conceitos anteriormente definidos, brotam do jus naturalismo, dos conceitos sociais e morais de uma sociedade, bem como o biodireito emana dos princípios da bioética. Neste sentido Alexy cita a norma fundamental sob a ótica kantiana, nos seguintes termos:

Trata-se de uma norma que precede as leis positivas e que fundamenta não apenas a autorização do legislador para promulgarlas, mas também, por conseguinte, sua validade. A distinção crucial em relação a Kelsen consiste no fato de a norma fundamental de Kant, além de ser um pressuposto epistemológico, ser também uma lei natural. [...] Assim, pois, a norma fundamental de Kant é uma norma do direito racional ou – como se diz em referência a uma terminologia mais antiga – do direito natural. (ALEXY, 2011, p. 139)

Os princípios então, são as bases fundamentais de onde se originam as normas, e ao mesmo tempo são os reguladores normativos de um sistema jurídico positivado, logo, entendendo de onde emanam as bases naturais de um sistema jurídico conseguimos chegar à fonte principiológica dele, ao “deve ser” normativo.

O biodireito, bem como o direito ambiental, tem como um de seus fundamentos o *Princípio da precaução* - este que a nosso ver é a base principiológica sob a qual emanam todas as normas positivadas do biodireito.

A dimensão do princípio, conforme será visto, segue o panorama básico de orientação para todas as normas que dele decorram, qual seja, a precaução como guia orientador para as biotecnologias modernas, já que estas, como já vimos, ainda estão cercadas de dúvidas, graças as limitações científicas, quanto a possibilidade de trazerem riscos ao homem e ao meio ambiente, e só esta dúvida, segundo o princípio, é por si suficiente para um maior controle e restrição quanto ao seu uso.

O princípio da precaução funda-se na premissa de que uma nova tecnologia, para ser efetivamente liberada para o uso deve ter o mínimo de segurança, tendo como base estudos que permitam com um arrazoado de confiabilidade a confirmação de que tais tecnologias não serão prejudiciais ao homem e ao meio ambiente. Qualquer dúvida, por menor que seja, enseja a não liberação desta tecnologia ao meio ambiente ou ao homem.

Em outras palavras, este princípio limita a aplicação de tecnologias ao meio ambiente apenas quando se tem uma margem *razoável* de certeza de que tais tecnologias não trarão riscos ao meio ambiente e ao homem, ou que não haja dúvidas sobre a beneficência da tecnologia que será aplicada. Segundo Guerra, é

um princípio do direito ambiental que tem como base um perigo abstrato. O autor segue em seu raciocínio aduzindo que o entendimento dado a tal princípio “não obsta a realização de determinada atividade, mas que ela seja realizada com a cautela devida até mesmo para que o conhecimento científico possa avançar e a dúvida seja esclarecida”. (GUERRA, 2009, p. 86)

Leite afirma que o princípio da precaução:

Determina que a ação para eliminar possíveis impactos danosos ao meio ambiente seja tomada antes de um nexo causal ter sido estabelecido com evidência científica absoluta. [...] O desdobramento da precaução pode se configurar como as seguintes ações: “defesa contra perigo ambiental iminente, afastamento ou diminuição de risco para o ambiente, proteção à configuração futura do ambiente, principalmente com a proteção de desenvolvimento das bases naturais da existência”. (LEITE *apud* COUTINHO, 2010, p. 59-60)

Incluiríamos ainda a proteção, no caso do biodireito que guarda singularidades em relação ao direito ambiental, os riscos a cadeia genética humana, à sua saúde e a alteração do meio ambiente natural de forma a não se saber as consequências de tais mudanças para o homem.

O princípio da precaução, como pode parecer a uma primeira vista, não obsta o avanço da ciência, ele permite que sejam retiradas as dúvidas que pairam sobre quaisquer tecnologias antes de sua aplicação efetiva. Entendemos que é um princípio que deva reger não apenas a aplicação da tecnologia, mas o acompanhamento da sua aplicação e alinhá-la com os avanços da ciência, de forma que – à medida que se avance nas tecnologias –, possa-se sopesar com uma certeza cada vez mais aprofundada a relação entre os prejuízos possíveis e benefícios decorrentes de tal tecnologia.

A ideia central do princípio fora ensaiada em suas primeiras linhas na Declaração final da Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente (1972), estando ela intimamente ligada ao pensamento da sociedade de risco. Na proclamação da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em seu terceiro item, encontra-se presente a definição de sociedade de risco da seguinte forma:

O homem tem de constantemente somar experiências e prosseguir descobrindo, inventando, criando e avançando. Em nosso tempo, a capacidade do homem de transformar o mundo que o cerca, se for usada sabiamente, pode trazer para todos os povos os benefícios do desenvolvimento e a oportunidade de melhorar a qualidade de vida...

Se for aplicado errada ou inconsideravelmente, esse mesmo poder é capaz de causar danos incalculáveis aos seres humanos e ao meio ambiente humano¹³.

O pensamento de sociedade de risco afirmada na conferência já nos idos de 1972, mostra a preocupação da sociedade com os crescentes riscos da intervenção do homem na natureza, sem que se meçam as consequências destas interferências.

Atingiu-se um ponto na História em que devemos moldar nossas ações no mundo inteiro com mais prudente atenção a suas consequências ambientais. Pela ignorância ou indiferença podemos causar danos maciços e irreversíveis ao ambiente terrestre de que dependem nossa vida e bem-estar¹⁴.

Mostrou-se, ainda na proclamação um ensaio inicial do princípio da precaução, este que anda intimamente relacionado com o termo sociedade de risco. A atenção às consequências de quaisquer interações do homem ao ambiente natural é o cerne deste enunciado, de onde podemos retirar a necessidade de se haver estudos para evitar a “ignorância ou indiferença” estas que podem causar danos maciços e irreparáveis à natureza e ao homem.

O princípio da precaução funda-se exatamente no reconhecimento da ignorância sobre o futuro, da persistência das indeterminações sócio técnicas e de incertezas nos sistemas sócio técnicos e tais fatores são característicos da denominada sociedade pós-industrial ou de risco, formador de uma verdadeira cultura do risco. (HAMMERSCHIMIDT, 2006)

Segundo Lacey é importante no âmbito da liberação dos OGMs:

Conduzir avaliações de risco rigorosas para todos os Tgs [transgênicos] nos ambientes que eles serão utilizados, ser correto na defesa da adequação das avaliações à luz das críticas (e revisar seus procedimentos onde for necessário) e não liberá-los para uso comercial enquanto eles não passarem por essas avaliações; e mostrar que existem procedimentos de supervisão transparentes e obrigatórios adequados, balizados por regulamentos bem construídos [...] (lacey, 2006, P. 133)

Tal argumentação esta referendada no princípio da precaução, no momento em que tais pesquisas, mesmo sem o caráter conclusivo, afastariam possibilidades de danos causados pelos OGMs tanto a saúde humana quanto ao ambiente em

¹³ Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente. Estocolmo, 1972.

¹⁴ Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente. Estocolmo, 1972.

geral. É interessante notar que o autor elenca tanto a necessidade por parte dos produtores de adotarem tais práticas, quanto da regulação e supervisão por parte dos governos, para que haja a liberação destes produtos.

Minaré afirma que:

A manutenção de uma vida humana autêntica na Terra está diretamente ligada à exploração responsável, planejada e sustentável do planeta [...] o que muito soa como oportunismo ou exagero, o princípio da precaução vem sendo adotado como princípio ético e jurídico [no caso dos OGMs] tanto no âmbito internacional quanto doméstico. (MINARÉ, 2005, 65)

Coadunamos com a afirmação do autor, que essencialmente expõe e reafirma uma preocupação da sociedade em geral com os danos da aplicação de novas tecnologias ao meio ambiente e ao homem, sem que se saiba de todas as consequências que possam decorrer delas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As modernas biotecnologias, com a criação de modificações genéticas que possibilitam o aperfeiçoamento de seres vivos para a utilização humana trazem claros benefícios à nossa sociedade. Contudo, devido ao incipiente ramo de estudos, é importante que se haja sempre com precaução no sentido de buscar as certezas quanto a segurança da utilização destas tecnologias para o meio ambiente e o homem. Neste sentido, princípios básicos devem ser elencados para se proteger bens fundamentais, como é a vida humana, o meio ambiente sadio e equilibrado.

O princípio da precaução, como podemos perceber, deve ser considerado uma linha guia para a liberação e autorização da utilização de novas biotecnologias, seja no homem, seja na natureza, visto as incertezas que ainda cercam tais pesquisas, em parte pela tecnologia hoje existente, em parte pelo incipiente processo de pesquisa nesta área. A não utilização do princípio, tanto para a elaboração normativa positivada no biodireito, quanto para a sua aplicação, e para a liberação de uso, pode trazer inúmeros danos às pessoas e ao meio ambiente, e retirar tais dúvidas que ainda permeiam as modernas biotecnologias é papel primordial da ciência, balizada pela bioética e normatizada, em último caso, pelo biodireito, fundado sempre no princípio da precaução, este que deve ser a guia mestra na elaboração de toda e qualquer norma do biodireito, pois as incertezas

acerca de qualquer tecnologia deve ser motivo por demais relevante para a sua não utilização, no sopesamento que existe entre a necessidade de se avançar nas descobertas tecnológicas e a segurança que deve ser primordialmente assegurada ao homem e à natureza.

REFERÊNCIAS

ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. Virgílio Afonso da Silva (trad.). Malheiros. São Paulo. 2011.

BENEDITO, Vagner Augusto. FIGUEIRA, Antonio Vargas de Oliveira. **Segurança Ambiental**. In: *Biotecnologia e Meio Ambiente*, Editora UFV, 2012.

BORÉM, Aluísio. SANTOS, Fabrício Rodrigues dos.. **Entendendo a biotecnologia**. Editora UFV. Viçosa, 2008.

_____. **Biotecnologia simplificada**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2004.

CASSIANO, Cláudia Aparecida. **A biotecnologia na reprodução humana**. Monografia, 2009.

COELHO, Mário Marcelo. **Xenotransplante: ética e teologia**. Edições Loyola. São Paulo, 2004

COUTINHO, Francisco Seráfico da Nóbrega. **Confrontações teóricas entre o princípio da precaução, a nova hermenêutica e a prática jurisdicional**. Fórum. Belo Horizonte, 2010.

DARWIN, Charles. **A origem das espécies**. Editora Folha de São Paulo. São Paulo, 2010.

GUERRA, Sydney. GUERRA, Sérgio. **Curso de direito ambiental**. Fórum. Belo Horizonte, 2009.

HAMMERSCHMIDT, Denise. **Transgênicos e direito penal**. Editora Revista dos Tribunais. São Paulo, 2006.

KEMPFT, Hervé. **Transgênicos terapia genética células-tronco: questões para a ciência e para a sociedade / Magda Zanon, organizadora**. — Brasília: Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2004. pp 47-49.

LACEY, Hugh. **A controvérsia sobre os transgênicos: questões científicas e éticas**. Idéias & Letras. São Paulo, 2006.

MAGALHÃES, Vladmir Garcia. **Propriedade Intelectual, biotecnologia e biodiversidade**. Editora Fiuza, São Paulo, 2011.

MINARÉ, Reginaldo Lopes. O princípio da precaução. In: **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, ano VIII, n.34, p. 65/66, jan/jun. 2005.

MUKAI, Toshio. **Temas atuais de direito urbanístico e ambiental**. Fòrum. Belo Horizonte. 2007.

OLIVEIRA FILHO, Enio Walcácer. **Da bioética ao biodireito: a tutela jurídico penal como baliza às biotecnologias modernas**. UFT. Palmas, 2013.

OLIVEIRA, Marcia Satomi Suzuki. **Aspectos jurídicos da poluição ambiental genética no direito brasileiro**. PUC. Curitiba, 2007.

PESSINI, Leocir. BARCHIFONTAINE, Christian de Paul. **Problemas atuais de bioética**. Loyola. São Paulo, 2007.

VANDANA, Shiva. **Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento**. Vozes. Rio de Janeiro, 2001.