



Araucaria. Revista Iberoamericana de
Filosofía, Política y Humanidades
ISSN: 1575-6823
hermosa@us.es
Universidad de Sevilla
España

Rodrigues Bertoldi, Márcia
Biotecnologia moderna e desenvolvimento humano sustentável: uma composição
possível

Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades, vol. 17, núm. 33,
enero-junio, 2015, pp. 211-227
Universidad de Sevilla
Sevilla, España

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28238686009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Biotecnologia moderna e desenvolvimento humano sustentável: uma composição possível

Biotechnology and modern sustainable human development: a make possible

Márcia Rodrigues Bertoldi¹

Universidade Federal de Pelotas (Brasil)

Recibido: 15-12-14

Aprobado: 22-01-15

Resumo

O presente trabalho tem a finalidade de analisar a biotecnologia moderna enquanto instrumento catalisador do direito ao desenvolvimento humano sustentável. Primeiramente, examina-se os objetos relacionados à temática desse estudo: as diferentes concepções da biotecnologia tradicional e moderna - a biologia em transformação - e a nova ordem socioambiental e econômica: o direito ao desenvolvimento humano sustentável. Em seguida, estuda-se a interpretação da sociedade em relação aos benefícios e riscos advindos do uso da biotecnologia moderna para, então, adentrar-se nas possibilidades definidas de promoção do direito ao desenvolvimento sustentável mediante o uso de referida técnica. Considera-se que a biotecnologia moderna é um instrumento de promoção do projetado desenvolvimento humano sustentável.

Palavras-chave: Biotecnologia moderna, Direito ao desenvolvimento humano sustentável, Segurança alimentar, Organismos geneticamente modificados.

¹ (marciabertoldi@yahoo.com). Doutora em Direito pela Universidade de Girona e Universidade Pompeu Fabra. Professora na Universidade Federal de Pelotas. Publicações: Bertoldi, Márcia Rodrigues. “O registro como instrumento de proteção do conhecimento tradicional associado à biodiversidade”. *Pensar (UNIFOR)*, v. 18, p. 530-550, 2013; Bertoldi, Márcia Rodrigues. “Saberes tradicionais como patrimônio cultural imaterial dinamizador do desenvolvimento sustentável”. *Novos Estudos Jurídicos* (Online), v. 19, p. 559-584, 2014; Bertoldi, Márcia Rodrigues; Baron, L.: “Solidariedades entre a sociobiodiversidade e o desenvolvimento sustentável”. In: Belinda Pereira da Cunha; Mria. dos Remédios Fontes Silva. (Org.): *Direito e Sustentabilidade I*. 1^ªed. Florianópolis: Conpedi, 2014, v., p. 64-79.

Abstract

This paper aims to analyze the modern biotechnology as a tool to sustainable human development. First, it examines the objects related to the theme of this study: the different conceptions of traditional and modern biotechnology - Biology changing - and the new environmental and economic: the right to sustainable human development. Then, the text analyzes the interpretation of society, regarding the benefits and risks arising from the use of modern biotechnology to in the end, it discusses the possibilities defined in promoting the right to sustainable development through the use of this technique. The conclusion is that modern biotechnology is a tool designed to promote sustainable human development.

Key-words: Modern biotechnology, Right to sustainable human development, Food security, Genetically modified organisms.

Introdução

A biotecnologia moderna tem sido uma pauta recorrente de discussão, considerando-se suas formas de atuação, que provocam questionamentos ético-científicos quanto ao manuseio, à produção e o consumo dos bens e serviços advindos dessa técnica. Atualmente, essa biotécnica interfere no universo jurídico na medida em que exige-se do Direito o papel de resguardar e conservar o meio ambiente e proteger a saúde humana e animal. Nesse sentido, vale anotar que é uma técnica muito antiga, já que o seu surgimento está atrelado a fenômenos sociais como, por exemplo, a agricultura, que acompanha os seres humanos desde os primórdios. Entretanto, esta técnica se aprimorou ao longo do tempo, adquirindo um novo formato, cuja potencialidade é transformar a vida. Além disso, a técnica implementou-se no sentido de reformular questões pertinentes ao plano natural, ou seja, o homem passou a transformar e (re)criar a natureza, abrindo “uma nova era: a trânsgenese do mundo”².

A compreensão da biotecnologia na atual conjuntura social implica a análise das suas bases de formação e suas constituições científicas, sociais, ambientais e econômicas, além da posição firmada pela comunidade internacional em sua regulamentação jurídica (Convenção sobre Diversidade Biológica de 1992 e Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança de 2000³) e a discussão acerca

² Enrique Leff, *Saber ambiental*, Petrópolis, Vozes, 2013, p. 372.

³ Sobre esses instrumentos jurídicos internacionais, ver: Márcia Rodrigues Bertoldi, *O estatuto jurídico-internacional da diversidade biológica*, “Revista Internacional de Direito e Cidadania”, 4 (2011), págs. 11-28. Disponível em: <<http://reid.org.br/?CONT=00000239 - Edição Especial Biodiversidade>>; Márcia Rodrigues Bertoldi, *Biossegurança: uma análise do Protocolo de Cartagena* [en Édis Milaré; Paulo Affonso Leme Machado, coords. *Doutrinas Essenciais Direito Ambiental (Edições Especiais Revista dos Tribunais 100 anos)*, V. 6, São Paulo, Revista dos Tribunais, 2011], págs. 213-235.

das benesses e riscos dela oriundos, bem como as respectivas contingências no que diz respeito à concretização de direitos essenciais para humanidade, especificamente os direitos humanos ao desenvolvimento sustentável e a um meio ambiente equilibrado.

Diante disso, o presente trabalho tem a finalidade de analisar a biotecnologia enquanto instrumento catalisador do direito ao desenvolvimento humano sustentável. Primeiramente, examina-se os objetos relacionados à temática desse estudo: as diferentes concepções da biotecnologia tradicional e moderna - a biologia em transformação - e a nova ordem socioambiental e econômica: o direito ao desenvolvimento humano sustentável. Em seguida, estuda-se a interpretação da sociedade em relação aos benefícios e riscos advindos do uso da biotecnologia moderna, para então adentrar-se nas possibilidades definidas de promoção do direito ao desenvolvimento sustentável mediante o uso de referida técnica.

1. Biotecnologia moderna: a biologia em transformação

Conforme a definição estabelecida pela Agenda 21, a biotecnologia é a integração das novas técnicas decorrentes da moderna biotecnologia às abordagens bem estabelecidas da biotecnologia tradicional. A biotecnologia, um campo emergente com grande concentração de conhecimento, é um conjunto de técnicas que possibilitam a realização, pelo homem, de mudanças específicas no DNA, ou material genético, em plantas, animais e sistemas microbianos, conducentes a produtos e tecnologias úteis⁴. Oportunamente, é necessário fazer uma distinção entre a biotecnologia tradicional e a biotecnologia moderna.

A biotecnologia é uma técnica que vem sendo utilizada pelo homem há muitos séculos e permitiu o desenvolvimento da humanidade desde diferentes aspectos. Por exemplo, mediante técnicas tradicionais de fermentação com microorganismos (fungos e bactérias) foram produzidos alimentos básicos tais como o pão, o queijo, o iogurte, o vinho e a cerveja. Este também foi o método por excelência utilizado pelos agricultores para o melhoramento vegetal e animal mediante sucessivas seleções genéticas dentro de uma mesma espécie, com a finalidade de desenvolver produtos alimentícios de melhor qualidade proteica, durabilidade, tamanho, colheitas mais rentáveis e resistentes a agentes externos.

Assim pois, a biotecnologia tradicional opera mediante a transferência de características genéticas entre espécies relacionadas ou aparentadas, o que conhecemos por hibridação. Esta classe de biotecnologia, intimamente

⁴ Agenda 21, Capítulo 16, par. 1. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>

relacionada com o saber tradicional de comunidades indígenas e locais, também logrou obter, de plantas e animais, por exemplo, diversos medicamentos.

Atualmente, uma nova técnica comparte e ocupa o cenário da busca por utilidades e melhoramento vegetal, animal e microbiano. “Entende-se por biotecnologia moderna: a) as técnicas *in vitro* de ácido nucleico, incluídos o ácido (DNA) recombinante e a introdução direta de ácido nucleico em células ou orgânulos, ou b) a fusão de células além da família taxonômica”⁵. Em outras palavras, a biotecnologia moderna é o resultado da técnica da engenharia genética: o agrupamento artificial de moléculas ou partes de moléculas de DNA de diferentes espécies que se convertem em uma nova combinação ou rearranjo de genes, distinto do original, gerando, por exemplo, os OVMs⁶ ou OGMs, incluídos os transgênicos⁷.

Diferentemente da biotecnologia tradicional, na biotecnologia moderna a transferência de genes ocorre entre espécies de famílias taxonômicas diferentes (“a fusão de células além da família taxonômica”). Como exemplo, a transferência de gene de um animal resistente a uma determinada doença ou a de um microorganismo (uma bactéria, por exemplo) resistente a uma determinada praga ou agroquímico a uma cultura agrícola.

Em suma, essa biotécnica tem como propósito separar características genéticas favoráveis ou desfavoráveis, da biodiversidade (recursos biológicos da flora, fauna e microorganismos) e transferi-las ou fusioná-las, independentemente de que pertençam a uma mesma estirpe. Assim, objetiva lograr, entre outros produtos e serviços, a produção de fármacos e o melhoramento de plantas e raças de animais deixando-lhes mais resistentes a pragas e doenças, aprimorando a forma de crescimento, o tamanho, o tempo de durabilidade, as propriedades nutricionais e incluindo-se as nutricionais-terapêuticas, mas sobretudo objetiva aumentar o nível de produção e reduzir os custos da exploração⁸.

⁵ Art. 3, inciso i do Protocolo sobre biossegurança. Disponível em: <http://www2.mre.gov.br/dai/m_5705_2006.htm>

⁶ “Organismo vivo modificado é qualquer organismo vivo que possui uma nova combinação de material genético e que foi obtido mediante a aplicação da biotecnologia moderna” (art. 3, inciso g do Protocolo de Cartagena sobre biossegurança), ou seja, organismo que foi submetido a técnicas laboratoriais que modificaram seu genoma. Um OGM é “entendido como o organismo cujo material genético (ARN/ADN) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética” (Art. 2º I da lei n. 11.105/2005, de 24 de Março de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm>).

⁷ Espécie de OGM que foi submetido à técnica de inserção de um trecho de DNA de outra espécie.

⁸ Por exemplo, o arroz dourado, um transgênico enriquecido com vitamina A; uma variedade de algodão, desenvolvida a partir de um gene da bactéria *Bacillus thuringensis*, que produz proteína tóxica a certos insetos e vermes; o milho *starlink*, que contém uma proteína resistente aos principais insetos daninhos; a soja *Roundup Ready*, tolerante ao herbicida glifosato. Ver o Resumo geral de plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização no Brasil da CNTBio: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0001/1873.pdf>.

É importante anotar que os engenheiros da vida estão se convertendo em autênticos criadores de um segundo Gênesis. Em razão à novidade desta técnica, ainda é difícil delimitar o universo de benefícios e prejuízos. Independentemente dos benefícios concretos e pressagiados e dos ainda desconhecidos efeitos adversos, das discussões de caráter ético, jurídico, ecológico, sociológico, etc., esta nascente ciência está penetrando em nossa sociedade a uma velocidade estonteante e, nesse sentido, tal como reflete Leff⁹,

Hoje, a vida sofreu a intervenção da tecnologia. A evolução natural já não será mais o “simples” resultado de mutações e adaptações “naturais”, do “acaso e da necessidade”. A biotecnologia e a engenharia genética não são apenas instrumentos mais sofisticados e poderosos, capazes de fazer uma dissecação da vida e de penetrar até seu núcleo genético. A tecnologização e a economização – mercantilização, comercialização, capitalização – da vida produzem uma transformação qualitativa e inédita que há de mudar nossa concepção do mundo e do destino da existência humana. A natureza já não é codificada e transformada por sua relação com os mitos, os saberes e as práticas culturais; pela experiência e pelo conhecimento local, no sentido de uma evolução biológico-cultural. A vida foi transtornada pela lógica do mercado e pelo poder tecnológico, levantando um problema ontológico, epistemológico e ético sem precedentes. Não é um grau a mais na evolução da vida e na revolução da tecnologia, mas uma transmutação da gênese do mundo.

Por fim, cabe indicar que no Brasil a Lei de Biossegurança (11.105/2005)¹⁰, que regulamenta os incisos II e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal de 1988, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados e seus derivados. Também, cria o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB).¹¹

2. A nova ordem socioambiental e econômica: o direito ao desenvolvimento humano sustentável

A utilização racional dos recursos naturais demarca o principal objetivo do paradigma político, econômico, cultural, social, territorial e ambiental

⁹ Enrique Leff, *Saber ambiental*, Petrópolis, Vozes, 2013, págs. 373-374.

¹⁰ Essa lei é a aplicação, no direito interno brasileiro, das diretrizes traçadas no Protocolo de Cartagena sobre biossegurança.

¹¹ Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>.

introduzido na agenda da comunidade internacional e há muito tempo cobiçado pela natureza, o desenvolvimento sustentável: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”¹². Em outras palavras, um desenvolvimento que contemple as três gerações de direitos humanos (direitos políticos, civis; econômicos, sociais e culturais; direitos coletivos ao meio ambiente e ao desenvolvimento) e se distinga e aparte do desenvolvimento ou crescimento meramente econômico.

O conceito de desenvolvimento sustentável¹³, que se difunde no Relatório Brundtland em 1987¹⁴ e se consolida na Eco/92 com a Agenda 21 e com a adoção como princípio¹⁵ pela Declaração do Rio, é um termo que abrange a sinergia das sustentabilidades ecológica, econômica, política, social, cultural, espacial, com vistas a promover o desenvolvimento das presentes gerações sem afetar as possibilidades das próximas. Ademais, a Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, fruto da Rio + 20, O futuro que queremos, contribuiu para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Diante do reconhecimento da não progressão na matéria nas últimas décadas, pese a existência de inúmeros instrumentos jurídicos e políticos, a referida Declaração insta os Estados a utilizarem estratégias que possibilitem a implementação do desenvolvimento sustentável¹⁶.

No direito brasileiro, a observância a um desenvolvimento sustentável está estabelecida na Constituição Federal de 1998 em seus artigos 225, 170 e 186. Enquanto o artigo 225 ostenta, ao longo de seus seis parágrafos, instrumentos de implementação, o artigo 170 vincula a ordem econômica à

¹² Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, *Nuestro Futuro Común*, Madrid, Alianza Editorial, 1992, pág. 67.

¹³ O conceito nasce do Relatório intitulado “Os limites do crescimento”, elaborado pelo instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para o Clube de Roma em 1972 e do conceito de ecodesenvolvimento proposto por Ignacy Sachs e Maurice Strong.

¹⁴ Um programa global para a mudança. Essa foi a petição da Assembleia Geral das Nações Unidas para a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), criada pela Assembleia em 1983, que resultou na publicação do referido Relatório (Nosso Futuro Comum) o qual recebe o nome da presidente da Comissão, a então primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland.

¹⁵ Princípio 3: O Direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras. Princípio 4 - Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental deve constituir parte integrante do processo de desenvolvimento, e não pode ser considerada isoladamente deste. Princípio 5 - Todos os Estados e todos os indivíduos, como requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável, devem cooperar na tarefa essencial de erradicar a pobreza, de forma a reduzir as disparidades, nos padrões de vida e melhor atender às necessidades da maioria da população do mundo.

¹⁶ Ver: Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Rio + 20, *O futuro que queremos*. Disponível em: < http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/2012_Declaracao_Rio.pdf>

defesa do meio ambiente e à redução das desigualdades regionais e sociais. Por sua vez, o artigo 186, referente à função social da propriedade, apresenta em seus incisos a necessária observância dos três elementos que erigem um desenvolvimento sustentável: inciso I – aproveitamento racional e adequado (elemento econômico); II – utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente (elemento ambiental); III - observância das disposições que regulam as relações de trabalho (elemento social); IV – exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores (elemento social).

Paulo Affonso Leme Machado refere-se ao aduzido no Relatório Brundtland no sentido de que “o desenvolvimento sustentado pressupõe uma preocupação de equidade social entre as gerações, preocupação que deve estar presente, logicamente, numa mesma geração”. Destaca ainda, a declaração final do Simpósio Internacional de Direito Comparado do Meio Ambiente realizado em Tóquio (1992):

o meio-ambiente global é uma herança que nós – geração atual – devemos herdar de nossos ancestrais e transmitir à geração futura com possibilidades de desenvolvimento. Esta responsabilidade, nós a chamamos responsabilidade patrimonial segundo a fórmula do Prof. J. Sax. O direito ambiental global deve poder assumir esta responsabilidade patrimonial, qualquer que seja o problema: CO₂, floresta tropical úmida ou a diversidade biológica¹⁷.

Essa responsabilidade obriga, portanto, que a exploração econômica dos recursos da natureza atue dentro de um campo com limites bem definidos e, em tese, intransponíveis, traduzidos na atividade econômica responsável, de forma a tratar os recursos renováveis como não-renováveis, com parcimônia e resguardando a renovação, tendo em mira as futuras gerações e o direito ao futuro.

Em palavras de Ruiz (1999) o desenvolvimento sustentável persegue o logro de três objetivos essenciais: um objetivo puramente econômico, a eficiência na utilização dos recursos e o crescimento quantitativo; um objetivo social e cultural, a limitação da pobreza, a manutenção dos diversos sistemas sociais e culturais e a equidade social; e um objetivo ecológico, a preservação dos sistemas físicos e biológicos (recursos naturais *lato sensu*) que servem de suporte à vida dos seres humanos¹⁸.

No tocante à noção de sustentabilidade com três pilares – economia, sociedade e recursos naturais – apresentada no Relatório Nosso Futuro

¹⁷ Paulo Affonso Leme Machado, *Princípios Gerais de Direito Ambiental Internacional e a Política Ambiental Brasileira* [en Antônio Herman V Benjamin, coord.: *Dano Ambiental – prevenção, reparação e repressão*], São Paulo, Editora Revista dos Tribunais, 1993], pág. 407-408.

¹⁸ José Juste Ruiz, *Derecho Internacional del Medio Ambiente*, Madrid, MacGraw-Hill, 1999, pág. 33.

Comum, Gerd Winter¹⁹ ressalta que uma nova leitura deste relatório sugere que o escopo do princípio deve ser definido de forma mais rigorosa. Conclui Winter (2009) que o desenvolvimento sustentável significa que o desenvolvimento socioeconômico permanece sustentável, visto que suportado por sua base, a biosfera. A biodiversidade assume assim fundamental importância, sendo que a economia e a sociedade são parceiras mais fracos, porquanto a biosfera pode existir sem os humanos, mas os humanos não podem existir sem ela. Então, o quadro esquemático dessa inter-relação não seria de três pilares, mas sim, de um fundamento (recursos naturais) e dois pilares (economia e sociedade) apoiando-o.

A oportuna expressão contém dois vocábulos ambíguos, o desenvolvimento tal como é pregado (progresso, consumo, domínio da natureza) e sustentável (equilibrado, racional, intergeracional), dois conceitos até então declaradamente inconciliáveis. Decerto, as necessidades econômicas (crescimento), ambientais (conservação e uso sustentável) e sociais (equidade social intergeracional) todavia não se encontraram e a pobreza e degradação ambiental prosseguem diante um crescimento econômico desordenado; o desenvolvimento sustentável é, até então, um discurso ideológico a serviço da existência da sociedade capitalista.

Igualmente, lograr os propósitos do desenvolvimento sustentável e igualitário, exige a transformação da racionalidade produtiva que degrada o meio ambiente, a qual depende de um conjunto de condições econômicas e políticas e de um trabalho teórico e uma elaboração de estratégias conceituais que apoiem práticas sociais orientadas a construir a racionalidade ambiental²⁰. Em definitiva, um conceito ainda vazio de efetividade, pois de difícil aplicabilidade em face de sua juventude, da pluralidade de dimensões que encerra, da ainda inexistência de instrumentos políticos realmente capazes de fazê-lo operante ou quiçá comprometimento em obrar os existentes, da superposição econômica frente ao ambiente e ao social e principalmente da dificuldade que tem o homem em adotar um olhar de integridade (visão de mundo ecológica profunda - *deep ecology*), o que inclui a ética da inconformidade, da alteridade, do cuidado.

Além dos elementos referidos, a prática exige, segundo Almeida²¹, os seguintes pré-requisitos: democracia e estabilidade política; paz; respeito à lei e à propriedade; respeito aos instrumentos do mercado; ausência de corrupção; transparência e previsibilidade do governo; reversão do atual quadro de

¹⁹ Gerd Winter, *Um fundamento e dois pilares: o conceito de desenvolvimento sustentável 20 anos após o Relatório de Brundtland* [em Paulo Affonso Leme Machado e Sandra Akemi Shimada Kishi, coords.: *Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Européia.*, São Paulo, Millennium Editora, 2009, pág. 1-4.

²⁰ Enrique Leff, *Epistemología ambiental*, 5^a Ed., São Paulo, Cortez, 2002, pág. 63. Sobre a estratégia epistemológica para a construção de uma racionalidade ambiental, ver a referida obra, págs. 64-70.

²¹ Fernando Almeida, *O bom negócio da sustentabilidade*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002, pág. 56.

concentração de renda em esferas global e local. Em qualquer caso, “é a presunção contrária que prevalece hoje: os recursos podem ser explorados de qualquer maneira, salvo que existam intensas razões para conservá-los”²².

O esperado equilíbrio entre as necessidades econômicas, ambientais e sociais, cuja ausência leva inexoravelmente à pobreza e à degradação do ambiente, remete à questão da dificuldade da efetiva valoração das capacidades. A exclusão social está presente mesmo em países ricos, quando a capacidade não é talhada para decidir prioridades com razoabilidade. Com efeito, o valor da capacidade pode mover uma comunidade a demandas por moderna tecnologia, a qualquer custo, ao invés de investimento em educação e cultura, por exemplo. Não se subestima que a renda seja um veículo para obter capacidades, mas o seu molde dependerá da efetiva liberdade de uma pessoa ou de um povo efetivamente poder escolher e decidir com liberdade, potencializando os resultados dessas escolhas dotadas de alteridade e autodeterminação.

Na linha de raciocínio de Amartya Sen²³, a capacidade pode

melhorar o entendimento da natureza e das causas da pobreza e privação desvianto a atenção principal dos meios (e de um meio específico que geralmente recebe atenção exclusiva, ou seja, a renda) para os fins que as pessoas têm razão para buscar e, correspondentemente, para as liberdades de poder alcançar esses fins.

E frear a globalização econômica, que tende a anular culturas nativas de povos, pode se tornar tão inatingível como indesejado. Os ganhos econômicos globais são certos e certamente podem gerar prosperidade. O problema é a capacidade de conscientização e mobilização para que os resultados não continuem concentrados numa globalização econômica que suplante e destrua reações de dúvida e de questionamentos diante do novo por uma comunidade. O progresso pressupõe a construção de capacidades, requer educação e conscientização de valores basilares que invoquem igualdades reais de oportunidades.

A sociedade precisa decidir com liberdade sobre o que deseja preservar em espaços cidadãos de participação livre, em igualdade de oportunidades e prévio acesso a informações atuais e verossímeis. Inescapavelmente, isso representaria o caminho efetivo para a justiça social e ao esperado desenvolvimento sustentável. Nada que ainda não tenha sido dito.

O desenvolvimento sustentável pressupõe, ao lado da equidade social, da eficiência na utilização dos recursos e do crescimento quantitativo, o meio ambiente equilibrado, que dentre outros fatores, depende da preservação da biodiversidade, matéria prima por excelência da biotecnologia moderna.

²² Edith Brown Weiss, *Un mundo justo para las nuevas generaciones: Derecho internacional, patrimonio común y equidad intergeneracional*, Madrid, Mundi-Prensa, 1999, pág. 80.

²³ Amartya Sen, *Desenvolvimento como Liberdade*, São Paulo, Companhia das Letras, 2000, pág. 112.

O estado ecológico de direito só se realiza numa sociedade equilibrada ecologicamente. Conforme lição de Paulo Affonso Leme Machado: “cada ser humano só fruirá plenamente de um estado de bem-estar e de equidade se lhe for assegurado o direito fundamental de viver num meio ambiente ecologicamente equilibrado”.²⁴ E tal direito está densamente conectado ao direito ao desenvolvimento humano sustentável.

3. Da evidência à resistência: a situação da dicotomia econômica-ambiental

Apesar da visão econômico-desenvolvimentista pura, a discussão sobre o uso da biotecnologia moderna envolve divergências quanto aos benefícios e riscos. As Nações Unidas clamam por uma maior produção de alimentos em todo o mundo, pois estima que será necessário que até 2030 essa produção seja aumentada em 50% para atender a demanda²⁵. No entanto, afirma Capra²⁶ que há má-fé na ideia de que a biotecnologia é necessária para alimentar os famintos, já que as causas da fome no mundo não têm relação com a produção de alimentos. Para esse autor, a pobreza, a desigualdade e a falta de acesso aos alimentos e à terra são as causas principais da fome.

Alguns receiam o uso da biotecnologia agrícola em grau elevado, pois isso poderia gerar a excessiva homogeneização genética, reduzindo a variabilidade de genes e de espécies²⁷, o que as tornaria mais vulneráveis ao ataque de superpragas e, consequentemente, à extinção, além de ameaçar o ideado modelo de agricultura com base na diversidade. Além disso, esse modelo torna a agricultura e os agricultores reféns das empresas que detêm a tecnologia, ademais de serem um obstáculo à continuidade e diversidade cultural de povos tradicionais e seus saberes ancestrais - e ao próprio e imprescindível diálogo entre saberes tradicionais e científicos – bem como promotores da homogeneização, que nega toda e qualquer possibilidade de pluralidade cultural, a qual preza sua própria e larga história, preservação, transmissão.

²⁴ Paulo Affonso Leme Machado, *Direito Ambiental Brasileiro*, 18^a ed., São Paulo, Malheiros Editora, 2010, pág.60.

²⁵ United Soybean Board, *Os benefícios da biotecnologia: Avaliações científicas do papel da biotecnologia agrícola em um mundo mais seguro e saudável*, Disponível em:< http://www.ussec.org/resources/biootech/8007_USB_BioTechBro_Portuguese_Low.pdf>.

²⁶ Fritjof Capra, *As conexões ocultas. Ciência para uma vida sustentável*, São Paulo, Pensamento-Cultrix, 2002, pág. 198.

²⁷ Acredita-se que as mariposas Monarca são os primeiros insetos afetados pelos cultivos de organismos vivos modificados, ainda que não exista um acordo científico realmente resolutivo e absoluto, dado que o estudo realizado pela Universidade de Iowa se produziu em laboratório. Segundo este estudo, o pólen do milho BT pulverizado sobre as folhas das plantas que se alimentam desses insetos, enquanto larvas, afeta seu crescimento e incrementa sua mortalidade (John E. Losey, Linda S. Rayor, Maureen E. Carter : *Transgenic pollen harms Monarch larvae*, “Nature”, 399, 6733 (1999), pág. 214).

Outro risco envolvendo os transgênicos é que substâncias advindas de transgenia causam efeitos alergênicos. ALMEIDA e MATTOS²⁸ trazem alguns casos ocorridos nos EUA relacionados à liberação de transgênicos:

1) O do milho Starlink, da empresa Aventis, liberado apenas para consumo animal por ser considerado alergênico. Entretanto, no final de 2000 e início de 2001, houve queixa de 44 pessoas com reações alérgicas como consequência do consumo de alimentos contaminados pelo Starlink, sendo que a reação de 14 delas, segundo a EPA, se deveu à proteína Cry9C que integra a composição do grão. O governo norte-americano admitiu que 25% dos fornecedores de sementes de milho do país estavam com seus estoques contaminados pelo Starlink, no início de 2001. Muitos agricultores se surpreenderam ao descobrir que a proteína Cry9C do milho Starlink também se encontrava em variedades de milho branco, até então supostamente não-GM. 2) O descaso da empresa Prodigene Inc. na condução de suas culturas de ‘biofármacos’, nos Estados de Iowa e Nebraska, nos EUA. Na verdade, nunca se soube ao certo se houve contaminação da cadeia alimentar pelos fármacos. Início, houve uma resistência muito grande por parte do governo e da Prodigene em revelar quais fármacos estariam sendo produzidos naqueles Estados, usando o famoso argumento do sigilo dos negócios. 3) Por ser considerado importante centro de biodiversidade do trigo e do milho, a contaminação por milho GM das variedades nativas, no México, chamou a atenção do mundo há poucos anos atrás. 4) A contaminação de sementes não-GM, nos EUA, por sementes GM. Mais recentemente, análises de sementes norte-americanas não-GM mostraram que 75% estavam contaminadas com seqüências transgênicas.

Por outro lado, os que defendem os transgênicos argumentam que podem aumentar a produção de alimentos e erradicar a fome, bem como oferecer uma produção mais econômica. Além disso, arguem que abrem-se possibilidades de desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e capazes de produzir substâncias úteis como vitaminas, anticorpos, melhorando, assim, a saúde da população. Outrossim, sustentam que plantações de produtos transgênicos requerem menos quantidade de agrodefensivos e água, o que privilegia a conservação e proteção do meio ambiente.

Por outra parte, o melhoramento genético também permite criar espécies mais resistentes, que sobrevivem a pragas e às intempéries do clima. Dentro de uma visão sustentável, essa técnica demonstra benefícios, pois inviabiliza o uso de pesticidas, que são ameaças tanto para o homem quanto para ambiente. O uso de pesticidas também é mal visto no cultivo florestal, devido a essa cultura desenvolver-se em áreas extensas, ou seja, os impactos, tanto econômico como ambiental, são inviabilizados pela sua onerosidade e larga escala de poluição.

²⁸ Antonio Ribeiro de Almeida Jr, Zilda Paes de Barros Mattos, *Ilusórias sementes*, “Ambient. soc.”, 8, 1, (2005). Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141453X2005000100007&lng=pt&nrm=iso>. p.4.

Entende-se que o uso da biotecnologia tem aplicação louvável quando utilizada para incentivar as sustentabilidades ambiental, social e econômica. Portanto, o uso e difusão da engenharia genética é importante desde que não ultrapasse os limites das possibilidades de exercício da dignidade humana e o ciclo natural das espécies. Em verdade, os experimentos genéticos têm fundamental importância para a composição, não somente de uma vida digna, mas também da preservação de um sistema ecológico, social e econômico no qual o homem esteja inserido de forma sustentável.

4. Semeando possibilidades definidas: a transformação da vida enquanto ascensão do desenvolvimento sustentável

Decerto, temos de utilizar ao máximo as ciências de ponta, com ênfase especial em biologia e biotécnicas, para explorar o paradigma do “B ao cubo”: *bio-bio-bio*, sendo o primeiro “b” a biodiversidade, o segundo a biomassa e o terceiro as biotécnicas²⁹. Também, articular três processos: definição do sistema de recursos de uma formação social a partir de sua oferta ecológica, de sua percepção e valorização cultural e da factibilidade tecnoeconômica de seu aproveitamento³⁰.

Para tanto, se faz necessário atuar numa perspectiva complexa, articulando os instrumentos e resultados das biotecnologias e os pilares e ferramentas do desenvolvimento sustentável, especialmente na produção de alimentos, geração de energia, prevenção da poluição e biorremediação.

Segundo Schenberg³¹, há diversos usos da biotecnologia que auxiliam na aplicação do desenvolvimento sustentável: geração de energia: aumento da produtividade de etanol por meio do melhoramento genético da levedura³²; prevenção da poluição ambiental: produção de biopolímeros a partir de recursos renováveis³³ e biorremediação de águas contaminadas por metais tóxicos³⁴.

²⁹ Paula Yone Stoh, *Ignacy Sacks. Caminhos para o desenvolvimento sustentável*, Rio de Janeiro, Garamond, 2009, pág. 30-31.

³⁰ Enrique Leff, *Epistemologia ambiental*, 5^a Ed., São Paulo, Cortez, 2002, pág. 91.

³¹ Ana Clara Guerrini Schenberg, *Biotecnologia e desenvolvimento sustentável*, “Estud. av.” 24, 70 (2010).

³² A produção de etanol por via fermentativa é, por definição, um processo biotecnológico, uma vez que o responsável pela transformação do açúcar em álcool é um ser vivo, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Essa levedura vem sendo utilizada pelo homem, há pelo menos oito mil anos, para a produção de alimentos e bebidas, entre outros produtos de considerável importância econômica. Idem.

³³ Para resolver a questão do lixo urbano e industrial, a substituição de plásticos de origem petroquímica por plásticos produzidos por micro-organismos seria altamente desejável, uma vez que os biopolímeros são materiais biocompatíveis e totalmente biodegradáveis. A estimativa é de que os rejeitos plásticos lançados em aterros aumentam em 404% o peso total do lixo, e o problema é agravado pelo fato de que os materiais plásticos atualmente produzidos são de difícil decomposição, permanecendo no meio ambiente por várias centenas de anos. Idem.

³⁴ Chama-se de biorremediação a utilização de seres vivos para descontaminar ou reduzir o teor de poluentes no meio ambiente. Com efeito, diversas plantas e micro-organismos são capazes

Porém, o principal argumento a favor da implementação das biotécnicas é o fim à fome e promoção do direito à alimentação³⁵, se bem o problema não se vincula a uma questão quantitativa entre a densidade populacional e o número de famintos, pois em países como os Estados Unidos o número de famintos é de 20 a 30 milhões de pessoas³⁶.

Assim, várias são as aplicações das biotécnicas em animais e plantas: o salmão desenvolvido pela empresa Aquabounty, caracterizado pelo crescimento acelerado (dez vezes mais rápido do que o salmão normal) e maior peso³⁷; a carne suína mais magra; o arroz vitaminado, enriquecido com vitaminas B1 e B9, ferro e zinco e o arroz dourado, capaz de produzir betacaroteno, um precursor da vitamina A.

No entanto, muito além de suprimir a fome, o objetivo do desenvolvimento humano sustentável mediante o uso das biotécnicas demanda privilegiar a segurança alimentar, a qual configura-se como:

O direito à alimentação adequada é um direito humano inerente a todas as pessoas de ter acesso regular, permanente e irrestrito, quer diretamente ou por meio de aquisições financeiras, a alimentos seguros e saudáveis, em quantidade e qualidade adequadas e suficientes, correspondentes às tradições culturais do seu povo e que garanta uma vida livre do medo, digna e plena nas dimensões física e mental, individual e coletiva³⁸.

de acumular e transformar diferentes poluentes em substâncias com toxicidade reduzida (Atlas & Unterman, 1999). Considerando que as tecnologias convencionais de remediação ambiental são em geral inadequadas para reduzir a níveis aceitáveis as concentrações de metais pesados em efluentes contaminados, a biorremediação se apresenta como uma solução alternativa de grande interesse. Além disso, os métodos biotecnológicos para a detoxificação de efluentes são menos onerosos que as tecnologias convencionais. De fato, no caso de contaminação de águas de superfície por metais pesados, a imobilização *in situ* dos íons metálicos por ação microbiana, impedindo que eles sejam transferidos para o lençol freático, se apresenta como uma solução economicamente interessante (Gravilescu, 2004). Ultimamente, a ação dos micro-organismos sobre os metais tem sido objeto de numerosos estudos, em virtude do seu potencial de aplicação, tanto para a destoxificação quanto para a recuperação de metais nas atividades da indústria de mineração (biolixiviação). Idem.

³⁵ Constituição Federal de 1988: Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, **a alimentação**, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. Declaração Universal dos Direitos humanos de 1948: Art. 25.1 Toda a pessoa tem direito a um nível de vida suficiente para lhe assegurar e à sua família a saúde e o bem estar, **principalmente quanto à alimentação**, ao vestuário, ao alojamento, à assistência médica e ainda quanto aos serviços sociais necessários, e tem direito à segurança no desemprego, na doença, na invalidez, na viuvez, na velhice ou noutros casos de perda de meios de subsistência por circunstâncias independentes da sua vontade. (grifo nosso)

³⁶ Fritjof Capra, *As conexões ocultas. Ciência para uma vida sustentável*, São Paulo, Pensamento-Cultrix, 2002, pág.171.

³⁷ João Carlos de Carvalho Rocha, *Direito ambiental e transgênicos. Princípios fundamentais da biossegurança*, Del Rey, Belo Horizonte, 2008, pág. 134.

³⁸ Flávio Valente, Flávia Burity, Thaís Franceschini, *Direito Humano à Alimentação adequada no Contexto da Segurança Alimentar e Nutricional*.Módulo I, Brasília, ABRANDH, 2010, pág 15. Disponível em: <http://www.abrandh.org.br/download/20101101121244.pdf>.

É importante registrar que a biotecnologia moderna está adstrita à observância do princípio da precaução³⁹, matriz principiológica da biossegurança, conforme se estabelece nos artigos 10.6 e 11.8 do Protocolo de Cartagena sobre biossegurança, com idêntica redação⁴⁰. O princípio da precaução⁴¹ é aquele segundo o qual o risco de dano significativo ao meio ambiente, ainda que não reconhecido com absoluta certeza, impõe atitudes imediatas de cuidado. Em suma, aplica-se o princípio da precaução quando ainda não se produziu certeza do dano ambiental ou quando existe a incerteza.

No Brasil, o art. 1º da Lei 11.105/2005⁴², que estabelece a Política Nacional de Biossegurança, estabeleceu a observância do princípio da precaução, seguindo, portanto, as diretrizes do Protocolo de Cartagena. Por sua vez, a Política Nacional de Biodiversidade incentiva consolidar a regulamentação dos usos de produtos geneticamente modificados, com base no princípio da precaução, como objetivo específico do uso sustentável da biodiversidade (artigo 12.1.2).

Por fim, cabe registrar que a avaliação de riscos biotecnológicos (*risk assessment*) nos avanços e usos da biotecnologia presta-se, primordialmente, a orientar a gestão viável da biodiversidade, com a adoção de medidas de precaução. O estudo prévio de impacto ambiental e a avaliação de riscos biotecnológicos são os instrumentos de precaução que vão orientar a adoção imediata das ações em prol da sadia qualidade de vida intergeracional.

³⁹ Este princípio nasce na Declaração do Rio, Princípio 15: “Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

⁴⁰ “A ausência de certeza científica devida à insuficiência das informações e dos conhecimentos científicos relevantes sobre a dimensão dos efeitos adversos potenciais de um organismo vivo modificado na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica na Parte importadora, levando também em conta os riscos para a saúde humana, não impedirá esta Parte, a fim de evitar ou minimizar esses efeitos adversos potenciais, de tomar uma decisão, conforme o caso, sobre a importação do organismo vivo modificado destinado ao uso direto como alimento humano ou animal ou ao beneficiamento”.

⁴¹ O princípio da precaução funciona como uma espécie de princípio *in dubio pro ambiente*: na dúvida sobre a perigosidade de uma certa actividade para o ambiente, decide-se a favor do ambiente e contra o potencial poluidor, isto é, o ônus da prova da inocuidade de uma ação em relação ao ambiente é transferido do Estado ou do potencial poluído para o potencial poluidor. Ou seja, por força do princípio da precaução, é o potencial poluidor que tem o ônus da prova de que um acidente ecológico não vai ocorrer e de que adoptou medidas de precaução específicas. Alexandra Aragão, *Direito constitucional do ambiente da União Europeia*. [en José Joaquim Gomes Canotilho e José Rubens Morato Leite, coords.: *Direito constitucional ambiental brasileiro*, 3ª Ed, São Paulo, Saraiva, 2010], pág. 62.

⁴² “Esta Lei estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente”. (grifo nosso)

Conclusões articuladas

1. Diferentemente da biotecnologia tradicional, a moderna opera a transferência de genes entre espécies (da biodiversidade – fauna, flora e microorganismos) de famílias taxonômicas e conecta-se com o universo jurídico na medida em que exige-se do Direito o papel de resguardar e conservar o meio ambiente e proteger a saúde humana e animal.

2. O desenvolvimento humano sustentável pressupõe, ao lado da equidade social, da eficiência na utilização dos recursos e do crescimento quantitativo, o meio ambiente equilibrado, que dentre outros fatores, depende da construção de uma racionalidade ambiental e da conservação e uso sustentável da biodiversidade, matéria prima por exceléncia da biotecnologia moderna.

3. A utilização da biotecnologia moderna tem aplicação louvável quando utilizada para incentivar as sustentabilidades ambiental, social e econômica, a qual é importante desde que não ultrapasse os limites das possibilidades de exercício da dignidade humana e o ciclo natural das espécies. Em verdade, os experimentos genéticos têm fundamental importância para a composição, não somente de uma vida digna, mas também da preservação de um sistema ecológico, social e econômico no qual o homem esteja inserido de forma sustentável.

4. A utilização das biotécnicas exige uma atuação complexa, que concilie as biotecnologias e o desenvolvimento sustentável. Decerto, há diversos usos desta técnica que auxiliam na aplicação do desenvolvimento sustentável: geração de energia; prevenção da poluição ambiental; biorremediação; e promoção do direito à alimentação, principal argumento a favor da sua implementação.

5. Ademais das fontes legais que regulam o uso da biotecnologia moderna, os Direitos nacional e internacional operam com base na observância do princípio da precaução, matriz principiológica da biossegurança, fontes estas que promovem a proteção do meio ambiente e da saúde humana e animal e cooperam na busca pela eficiência, especialmente, da utilização sustentável do meio ambiente, um dos pilares do ideado paradigma do desenvolvimento humano sustentável.

Referências bibliográficas

- Alexandra Aragão, *Direito constitucional do ambiente da União Europeia*. [en José Joaquim Gomes Canotilho e José Rubens Morato Leite, coords.: *Direito constitucional ambiental brasileiro*, 3^a Ed, São Paulo, Saraiva, 2010].
- Amartya Sem, *Desenvolvimento como Liberdade*, São Paulo, Companhia das Letras, 2000.
- Ana Clara Guerrini Schenberg, *Biotecnologia e desenvolvimento sustentável*, “Estud. av.” 24, 70 (2010).
- Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Rio + 20, *O futuro que queremos*. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/DesenvolvimentoSustentavel/2012_Declaracao_Rio.pdf>
- Edith Brown Weiss, *Un mundo justo para las nuevas generaciones: Derecho internacional, patrimonio común y equidad intergeneracional*, Madrid, Mundi-Prensa, 1999.
- Enrique Leff, *Epistemologia ambiental*, 5^a Ed., São Paulo, Cortez, 2002.
- Enrique Leff, *Saber ambiental*, Petrópolis, Vozes, 2013.
- Fernando Almeida, *O bom negócio da sustentabilidade*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002.
- Flavio Valente, Flavia Burity; Thaís Franceschini, *Direito Humano à Alimentação adequada no Contexto da Segurança Alimentar e Nutricional. Módulo I*, Brasília, ABRANDH, 2010. Disponível em: <http://www.abrandh.org.br/download/20101101121244.pdf>.
- Fritjof Capra, *As conexões ocultas. Ciência para uma vida sustentável*, São Paulo, Pensamento-Cultrix, 2002.
- Gerd Winter, *Um fundamento e dois pilares: o conceito de desenvolvimento sustentável 20 anos após o Relatório de Brundtland* [em Paulo Affonso Leme Machado e Sandra Akemi Shimada Kishi, coords.: *Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Européia*, São Paulo, Millennium Editora, 2009].
- Greenpeace, *Ruim para o produtor e para o consumidor*. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Transgenicos/?gclid=CK3AwoTicICFXMV7AodHVsAoA>>.
- João Carlos de Carvalho Rocha, *Direito ambiental e transgênicos. Princípios fundamentais da biossegurança*, Del Rey, Belo Horizonte, 2008,
- John E. Losey, Linda S. Rayor, Maureen E. Carter : *Transgenic pollen harms Monarch larvae*, “Nature”, 399, 6733 (1999).
- José Juste Ruiz, *Derecho Internacional del Medio Ambiente*, Madrid, MacGraw-Hill, 1999.

- Márcia Rodrigues Bertoldi, *O estatuto jurídico-internacional da diversidade biológica*, “Revista Internacional de Direito e Cidadania”, 4 (2011). Disponível em: <<http://reid.org.br/?CONT=00000239> - Edição Especial Biodiversidade>
- Márcia Rodrigues Bertoldi, *Biossegurança: uma análise do Protocolo de Cartagena* [en Édis Milaré; Paulo Affonso Leme Machado, coords. *Doutrinas Essenciais Direito Ambiental (Edições Especiais Revista dos Tribunais 100 anos)*, V. 6, São Paulo, Revista dos Tribunais, 2011].
- Paula Yone Stoh, *Ignacy Sacks. Caminhos para o desenvolvimento sustentável*, Rio de Janeiro, Garamond, 2009.
- Paulo Affonso Leme Machado, *Princípios Gerais de Direito Ambiental Internacional e a Política Ambiental Brasileira* [en Antônio Herman V Benjamin, coord.: *Dano Ambiental – prevenção, reparação e repressão*, São Paulo, Editora Revista dos Tribunais, 1993].
- Paulo Affonso Leme Machado, *Direito Ambiental Brasileiro*, 18^a ed., São Paulo, Malheiros Editora, 2010.

