



Percursos

Publicação do Departamento de Enfermagem
da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal

FICHA TÉCNICA

Publicação Periódica
periodicidade trimestral

Ano 10
Nº 31
ISSN 1646-5067

Editor
António Freitas

Coordenação Científica
Lucília Nunes

Colaboradores neste Número

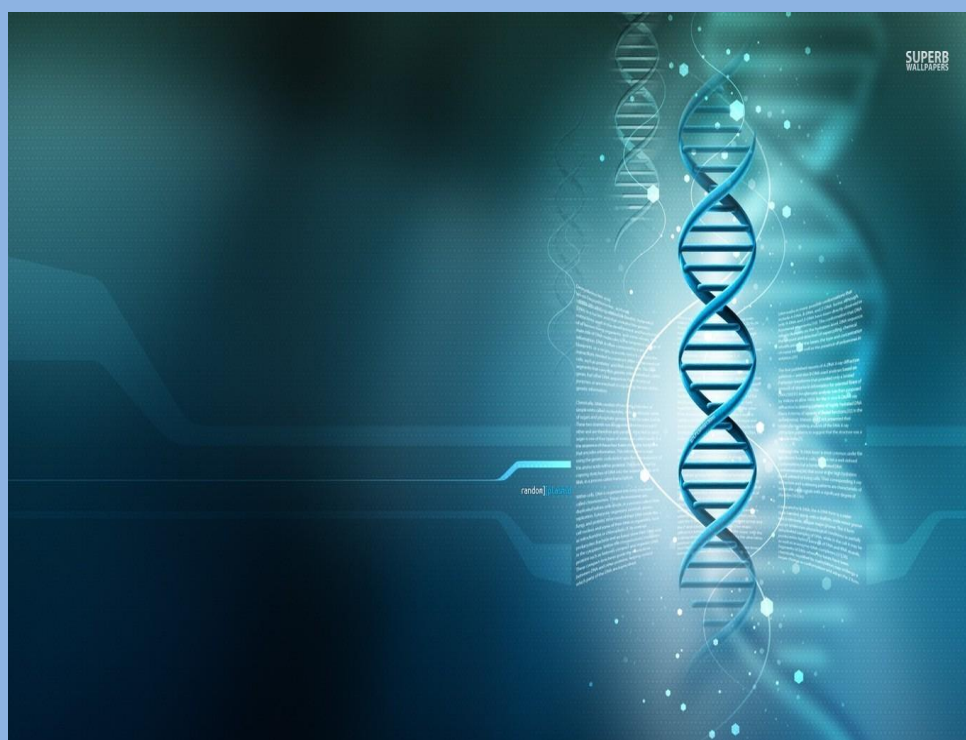
Ines Gomes
Rita Rocha
Raquel Pereira
Joana Graça
André Godinho
Sara Pina
Lucília Nunes

Os artigos aprovados para
esta edição são da exclusiva
responsabilidade dos seus
autores

Regras de Publicação:
Revista N.º 5, 2007
[revisão no próximo número,
junho 2016]

Contactos
lucilia.nunes@ess.ips.pt
antonio.freitas@ess.ips.pt

Editorial.	
Biotecnologias e Melhoramento Humano.	2
Biotecnologia, Organismos Geneticamente Modificados e Transgénicos - Análise Bioética.	
<i>Ines Gomes, Rita Rocha</i>	4
Alimentos Geneticamente Modificados: um problema ético	
<i>Raquel Pereira, Joana Graça</i>	21
Biologia Sintética e Human Enhancement	
<i>André Godinho, Sara Pina</i>	31



Editorial Biotecnologias e melhoramento humano

A palavra *biotecnologia* junta o termo *bios*, tudo o que se relaciona com vida, e *technikos*, envolvendo produção e conhecimento humano. De acordo com a Organisation of Economic Co-operation and Development (OECD) a biotecnologia é a "*aplicação de princípios científicos e de engenharia para o processamento de materiais por agentes biológicos*"¹. Dito de forma simples, usam-se organismos vivos (sistemas e processos biológicos) para fazer *produtos de utilidade* e esta produção pode ser feita utilizando organismos intactos, como leveduras e bactérias, ou substâncias naturais (por exemplo enzimas), usando técnicas de biologia molecular e celular.

Há duas características das biotecnologias que são de destacar: a sua abrangência (pelo amplo espectro de áreas) e o caráter multidisciplinar.

Veja-se, por exemplo, a organização em ramos, principalmente perceptíveis com cores para esclarecer o campo biotecnológico de que se trata. A *biotecnologia verde* abrange uma variedade de técnicas de melhoramento de plantas, sendo um dos grandes objetivos expandir soluções mais amigas do ambiente; na área industrial, a *biotecnologia branca*, usa enzimas e microorganismos para fazer produtos de base biológica em produtos químicos,

alimentos e rações, detergentes, a produção de papel e celulose, têxteis e bioenergia (como biocombustíveis ou biogás); a *biotecnologia azul*, que explora a diversidade de organismos e vida marinha; na área da saúde, a *biotecnologia vermelha*, refere-se a produtos como medicamentos (incluindo terapia genética), vacinas e de diagnóstico e parece ser a área com um leque mais alargado de soluções biotecnológicas. Um outro ramo é a bioinformática, que combina computadores e biotecnologia, utilizada com múltiplas finalidades, incluindo a análise de dados (muitos dados, tantos que se vai falando em *Big Data*). Como os potenciais benefícios são grandes, naturalmente os riscos potenciais também são. E carecem de ser analisados, refletidos, tendo em conta o bem estar das gerações presentes e futuras.

O corpo humano pode ser modificado, seja através de treino e exercícios, seja de forma terapêutica, cirúrgica, genética ou robótica. Ainda assim, será diferente o uso de tecnologia para reparar ou superar deficiências nos corpos - portanto, a finalidade da tecnologia seria recuperar órgãos e membros que perderam ou diminuíram funções, visando a restauração de processos comprometidos ou ausentes, para um certo nível de desempenho - ou se tal corresponde a uma intenção de *melhoramento* - passando a requer-se um princípio de desempenho excelente, excedendo processos normais ou adquirindo novas funções, que se associa a implantes biônicos. Também este assunto tem suscitado perspectivas teóricas diversas, como as que

¹ Cf. Bull, A. T., Holt, G., Lilly, M. D., Biotechnology: International Trends and Perspectives. Paris Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1982. Updated in 2005. "the integrated use of biochemistry, microbiology, and engineering sciences in order to achieve technological (industrial) application of the capabilities of micro-organisms, cultured tissue cells, and parts thereof". <http://www.oecd.org/sti/biotech/2097562.pdf>

relacionam género e deficiência (como a de Rosemarie Garland Thomson) ou a identidade híbrida do *Cyborg* (como nos textos de Donna Haraway).

Em 2004, Neil Harbissom foi reconhecido como o primeiro *cyborg*, por ter colocado um implante tecnológico que lhe permite distinguir as cores (tem acromatopsia, pelo que só distingue o preto e o branco), tendo o Reino Unido reconhecido a prótese como parte do seu corpo, aquando da renovação do passaporte. A justificação incluía o argumento que não era equipamento electrónico e se tinha tornado parte do corpo, uma compensação da sua condição visual.

Em termos gerais, pensando nos tipos de melhoramentos, Elena Postigo sistematizou² cinco modalidades: genético (com a finalidade de melhorar a nossa descendência, a chamada "beneficiência procriativa", mediante diagnóstico prenatal e screening genético, eugenia pré-natal de embriões utilizando engenharia genética, eliminação de genes indesejáveis, etc.); físico (a ingestão de substâncias - como as utilizadas para conseguir melhores resultados e maior resistência nos atletas - ou, no futuro, implantes auditivos e visuais), psíquico ou cognitivo (mais referido como *neuroenhancement*, incluindo terapêutica, substâncias estimulantes ou tranquilizantes, bem como o uso da nanotecnologia aplicada ao cérebro ou a estimulação magnética cerebral), afetiva (que visem modular os afetos e as emoções a respeito dos outros, incluindo terapêuticas inalatórias) e moral (a melhoria

moral pela eliminação da agressividade e fomentar laços afetivos).

É curioso evocar que Francis Bacon, em 1627, no *Magnalia Nature*³, num texto sobre jardins, já referia ideias de "melhoramento radical" para o quotidiano, "*Prolongar a vida. Devolver, em qualquer grau, a juventude. Retardar o envelhecimento. Curar as doenças reputadas incuráveis. Minorar a dor. Aumentar a força e a actividade. Transformar o temperamento, a obesidade e a magreza. Transformar a estatura. Transformar a fisionomia. Aumentar e elevar a capacidade cerebral. Metamorfosar um corpo noutro.*"

Neste número temático da Revista *Percursos*, apresentamos três artigos, essencialmente de revisão bibliográfica que, à maneira do ensaio, culminam numa posição pessoal refletida, exigível em matérias de abordagem bioética elaborados por escolha livre de estudantes do 3º ano do Curso de Licenciatura em Enfermagem da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, revistos por Lucília Nunes:

Biotecnologia, Organismos Geneticamente Modificados e Transgénicos - Análise Bioética, de Ines Gomes e Rita Rocha

Alimentos Geneticamente Modificados: um problema ético, de Raquel Pereira e Joana Graça;

Human Enhancement, de André Godinho, e Sara Pina.

Boas leituras!

Lucília Nunes

² Cf. Postigo, Elena (2015) *Naturaleza humana y problemas bioéticos del transhumanismo y el mejoramiento humano in Humanidad. Desafios éticos de las tecnologías emergentes* pp.229-230

³ Cf. *Obras Completas*, volume V, acessível em <http://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/metabook?id=worksfbacon>

Biotecnologia, Organismos Geneticamente Modificados e Transgênicos - Análise Bioética -

Biotechnology, Genetically Modified Organisms and Transgenics - Bioethical Analysis -

Inês Abrantes dos Santos Gomes e Rita Sobrado da Rocha

Revisão Lucília Nunes

Resumo

Desde a comercialização da agricultura que tem havido uma grande necessidade em escolher plantas com determinadas características (tamanho, sabor, cor, entre outros). Com o aparecimento da engenharia genética foi possível mexer no ADN dos organismos e como tal obter essas características, fazendo-se o mesmo que se fazia através da seleção artificial, mas de uma forma exponencial. O tema dos Transgênicos levanta grandes questões, envolvendo cientistas, políticos, jornalistas, comerciantes e o público em geral. Os argumentos a favor centram-se nos valores, que não são nem absolutos nem universais, e as controvérsias têm, em grande medida, dividido a sociedade entre defensores e opositores.

Palavras-chave: Bioética, Biotecnologia, Organismos Geneticamente Modificados, Transgênicos

Abstract

Since the commercialization of agriculture there has been a great need to choose plants with certain characteristics (size, flavor, color, etc.). With the advent of genetic engineering it was possible to tamper with the DNA of the organisms and as such get these characteristics, making it the same as was done through artificial selection, but exponentially. The issue of GMO raises major issues, involving scientists, politicians, journalists, businessmen and the general public. The arguments focus on the values that are neither absolute nor universal, and the controversy has largely divided society between supporters and opponents

Key Words: Bioethic, *Biotechnology, Genetically Modified Organisms, Transgenics*

Considerações Iniciais

No sentido biológico, a vida é a possibilidade de interação entre a matéria e a energia. Desta combinação derivam organizações macromoleculares que realizam diversas funções, como a nutrição, metabolismo, reprodução e mutação. A célula representa a unidade básica, na qual estão presentes todos estes processos (Anaya-Velázquez, 2003).

A biologia atual é uma área de desenvolvimento tão importante como o crescimento da tecnologia e eletrónica (Anaya-Velázquez, 2003). Nos últimos anos verificaram-se grandes avanços na biologia, surgindo o ramo da biotecnologia. Este

possibilita criar novas técnicas de produção alimentar, entre outros, através do processo de alteração genética. A manipulação do DNA com o objetivo de alterar o genoma de forma controlada, criando diferentes espécies mutantes levou a criação de Organismos Geneticamente Modificados - OGMs (Müller & Amaral, 2008)

O aperfeiçoamento desta área foi desenfreado - com tanta pressa para produzir novos conhecimentos que se permite publicar estudos que não evidenciam ausência de impactos sobre a vida humana nem cumprem com todos os critérios científicos e éticos para ser publicados (Müller & Amaral, 2008). Assim, a reflexão ética surgiu como uma

ferramenta muito útil para a análise da ciência (Anaya-Velázquez, 2003).

Os princípios fundamentais da bioética, como o da autonomia, beneficência/não maleficência e de justiça são agora tidos em conta de modo a garantir um trabalho mais consciente (Anaya-Velázquez, 2003). No presente artigo definimos os conceitos abordados, avaliamos os benefícios e riscos dos transgênicos, as questões e propostas bioéticas para estabelecimento de políticas mais integrais e sustentáveis assim como revelamos algumas informações pertinentes relativas a fidedignidade dos estudos e políticas relativas aos OGMs.

Biotecnologia, OGMs e Transgênicos

Definida como o “conjunto de processos tecnológicos que permitem a utilização de material biológico para obtenção de bens e/ou serviços com finalidade económica” (Capalbo, et al., 2009, p.190), a biotecnologia compreende a área de conhecimento que trata do “uso de organismos vivos ou parte deles, a partir de estudos e práticas tecnológicas sobre os processos biológicos e sobre as propriedades dos seres vivos, animais ou vegetais, com o objetivo de produzir bens e serviços, ou seja, resolver problemas e criar produtos de utilidade.” (Friedrich, 2009, p71)

A biotecnologia começou a ganhar fama nos anos 70, acompanhada com o avanço das descobertas científicas na área. Uma das notícias mais marcantes desse período foi a transferência com sucesso do DNA de vírus para uma bactéria, em 1973, produzindo o primeiro organismo com DNA recombinado (Aguiar, Vasconcellos-Silva, Jurberg & Pereira, 2009).

Desde a descoberta da técnica do DNA recombinante tornou-se possível alterar porções do genoma de qualquer organismo de modo a criar características desejadas. Este

organismo é identificado como geneticamente modificado – OGM (Capalbo, et al., 2009).

Maria Auxiliadora Minahim (2005) citada por Pessoa (2009) assinala que a expressão *geneticamente modificado*, embora direcione o nosso pensamento para os vegetais, refere-se tanto a plantas quanto a animais para os quais tenha sido transferido genes de outra espécie, bactéria ou vírus com o objetivo de conferir-lhe características distintas das naturais.

Em 1986 iniciaram-se as primeiras provas experimentais dos cultivos de transgênicos na França e Estados Unidos. Entre 1986 e 1995 realizaram-se mais de 3500 experiências de campo. (Arellano & Salgado, 2013) Desde então, o cultivo de OGMs cresceu em 125 milhões de hectares, principalmente nos Estados Unidos, Argentina, Canadá e China, sendo as principais culturas a soja, o milho, o algodão e batatas. (Muñoz, 2009) A China foi o primeiro país a comercializar o tabaco transgênico no início de 1990. Em 1994 nos Estados Unidos era autorizada a liberação e consumo humano do tomate de longa vida (*Flavr Savr*).

Contudo, só se comercializou até 1995 devido a reações alérgicas. A soja transgênica resistente a herbicidas foi lançada no mercado em 1996 (Arellano & Salgado, 2013).

Em 2007, os cultivos geneticamente modificados (GM), estavam presentes em 23 países, sendo 11 países desenvolvidos e 12 em desenvolvimento (James, 2008 citado por Capalbo, et al., 2009).

As pesquisas relativas aos organismos modificados não são direcionadas apenas na área alimentar. São também utilizadas no campo da medicina, veterinária, entre outras, sendo conhecida a criação de animais detentores de mutações que levem a adoção das principais características de determinadas anomalias. (Pessoa, 2009) Segundo Pesquero

et al (2002) citado por Pessoa (2009), tais modelos permitem o exame detalhado da fisiopatologia de doenças, servindo também para delinear novas formas de tratamento e diagnóstico.

As plantas GM são desenvolvidas com fins específicos: resistência a um princípio ativo herbicida, expressão de toxinas antimicrobianas ou inseticidas, isto é, resistência ou sensibilidade a patógenos, expressão de proteínas para usos diversos.

Vantagens dos OGMs - Diminuição da utilização de herbicidas e de pesticidas; Produção de vacinas, hormonas ou de insulina; Possibilidade de xenotransplantes a partir do porco; Produção de alimentos com maior valor nutricional; Produção de alimentos portadores de vacinas (ex. banana); Ovos contendo substâncias de controlo de certas formas de cancro; Amadurecimento retardado dos frutos, após colheita; Aumento da produção agrícola; Contribuição para atenuar a fome no mundo (Dourado & Matos, 2014)

Riscos dos OGMs - Transmissão da característica GM a variedades não GM; Redução da biodiversidade; Aquisição de resistência, por parte de bactérias, insetos ou ervas daninhas; Impacto ambiental negativo, sem especificar qual; Possível aparecimento de alergias; Possibilidade de danos a nível da reprodução e em órgãos vitais; Resistência a antibióticos; Risco para a saúde sem especificar quais; Dependência económica dos agricultores em relação às empresas produtoras dos OGMs; Produção excedentária de alguns produtos. (Dourado & Matos, 2014)

Exemplos de OGM - Milho, soja e algodão resistente a pragas; Arroz dourado; Tomate e morango com amadurecimento retardado (longa vida); Banana produtora de vacinas; Galinhas que põem ovos com proteínas de combate a certas formas de cancro; Porco para xenotransplantes; Porco produtor de ómega-3 (ácidos gordos insaturados e, por isso, não tão prejudiciais à

saúde como os ácidos gordos de porcos não GM); Salmão GM; Escherichia coli produtora de insulina; Microrganismos produtores de vacinas. (Dourado & Matos, 2014; Fevereiro, 2010)

A transgenese é um caso particular da modificação genética, uma vez que a sequência de DNA, total ou parcial, de um organismo exógeno é transferida para outro organismo de espécie distinta daquele, logo sexualmente incompatível. Resultam da mistura de espécies, através da engenharia genética, que nunca se poderiam cruzar na natureza (Capalbo, et al., 2009; Aguiar, Vasconcellos-Silva, Jurberg, Pereira, 2009; Pessoa, 2009).

Alimentos

O uso da tecnologia aumentou em detrimento de uma maior produção e crescimento da população. Em consequência, temos o ambiente afetado devido a intensiva exploração de recursos naturais e disposição de resíduos (Arellano & Salgado, 2013).

Segundo Fevereiro (2009), “por volta do ano 2020 o mundo terá mais 2,5 mil milhões de pessoas e a necessidade de cereais precisará ser duplicada para 2 mil milhões de toneladas/ano no terceiro mundo. Temos que encontrar formas de produzir este alimento na área agrícola atualmente disponível, já que não é possível a utilização das zonas marginais, por imperativo de preservação ambiental.”

Segundo Borlaug (1997) citado por Robinson (1999) o mito de que a agricultura é praticada num jardim “Eden” precisa de ser dissipado e substituído com a realidade de que está aberta uma luta para produzir alimentos para uma população cada vez maior e contra as forças naturais.

Grande parte dos produtos geneticamente modificados visa a criação de alimentos transgénicos. Tal acontece porque a fome é um dos problemas mundiais mais gritantes.

Como solução surgem os alimentos transgênicos, visando o aumento da produção agrícola sem a devastação da natureza e com a otimização dos recursos humanos e tecnológicos (Pessoa, 2009).

Isto pressupõe que a principal causa de fome é a falta de alimentos, e ignora, em certa medida, as razões para a pobreza, a distribuição desigual de alimentos, proporções de terra desiguais, a superpopulação, a saúde precária, a pobre educação, entre outros fatores (Robinson, 1999).

Embora se produza atualmente alimento em quantidade capaz de alimentar toda a população existente, cerca de 700 milhões de pessoas não têm acesso a alimento suficiente (Fevereiro, 2009).

O principal dilema é que a escassez de alimentos geralmente ocorre em áreas caracterizadas pela pobreza, pela alta taxa de crescimento populacional e instabilidade política (Robinson, 1999).

A questão relativa à produção de alimentos deve ser tratada com precaução, uma vez que pouco se sabe sobre de que forma é que os cultivos transgênicos podem contribuir para a prática de uma agricultura sustentável (Robinson, 1999).

Para Robinson (1999) existem basicamente duas opções: a intensificação da agricultura em áreas atualmente cultivadas ou a expansão da área de cultivo em novas áreas ainda desaproveitadas. Para a primeira opção ocorre o risco de uma maior deterioração em ambientes já danificados, enquanto a segunda opção irá resultar na perda de ecossistemas delicados, como florestas tropicais e savanas, e a sua biodiversidade associada (Robinson, 1999).

Segundo Pretty (1999), citado por Robinson (1999), parece improvável que os transgênicos tenham o impacto necessário como solução direta e exclusiva para a fome humana.

A favor dos alimentos transgênicos, tem-se que, através do fortalecimento do produto por

meio de engenharia genética, toda a safra será colhida, tornando desnecessária a expansão da área de cultivo. Além da questão ambiental, afirma-se que as plantas transgênicas apresentam maior teor de proteínas de boa qualidade, ricas em vitaminas, sais minerais e ácidos graxos mais saudáveis (Pessoa, 2009).

Atualmente o milho, a soja, a colza (uma espécie de couve, usada para extrair óleo das sementes), o algodão e a beterraba são as culturas que ocupam maior área de cultivo (Azevedo, 2010).

As Plantas Transgênicas

Uma das fontes de alimentação mais importante para o ser humano são as plantas. Por muito tempo, os métodos de melhoramento de plantas basearam-se no fitomelhoramento, mediado pelo cruzamento entre amostras da mesma espécie ou de espécies próximas. Este método levava muito tempo para obter uma geração portadora da característica desejada e a qual se reconhecia uma nova variedade (Anaya-Velázquez, 2003).

Atualmente, a fitomelhoria, baseada na engenharia genética, é utilizada com propósito de obter culturas de plantas transgênicas que superem a qualidade das obtidas através de métodos tradicionais. Estão a produzir-se novas variedades resistentes a metais pesados, insetos, vírus, entre outros, com melhor aparência e maior tempo de vida no mercado (Anaya-Velázquez, 2003).

No entanto, a engenharia genética não permite que os métodos sejam eficazes em todas as plantas. Sabe-se que as plantas são muito distintas entre si e que existem certas diferenças bioquímicas que impedem generalizações (Anaya-Velázquez, 2003).

Cabe recordar que as plantas transgênicas, embora sejam geralmente modificadas apenas num gene, existem implicações que

devem ser analisadas, tendo em conta que são organismos que antes não estavam presentes na natureza (Anaya-Velázquez, 2003).

A dispersão natural de sementes transgênicas pode representar um grande risco de contaminação de plantações não transgênicas, acarretando muitos problemas financeiros e jurídicos (Aguiar, Vasconcellos-Silva, Jurberg, Pereira, 2009).

Os Animais Transgênicos

A evolução dos animais passa pelo princípio da seleção natural, cruzando as características biológicas e comportamentais, ciclos de reprodução, potencial utilidade e possibilidade de desenvolver diferentes raças (Anaya-Velázquez, 2003).

Nas últimas décadas do século XX iniciou-se um novo enfoque no alcance de raças melhoradas de animais, aplicando técnicas de reprodução assistida. Mais a frente, desenvolveu-se a possibilidade de manipular a informação genética através das técnicas de ADN recombinante e clonagem de espécies. Contudo, desenvolveu-se também um problema ético. A aplicação de engenharia genética para modificar várias espécies animais para consumo humano ou para outros usos biomédicos começou inserindo genes adicionais tanto em animais selecionados como em animais clonados. Os avanços foram tantos que depois de trabalhar com ratos e coelhos, os cientistas alcançaram a modificação de vacas, ovelhas e outras espécies. Em 2000 iniciou-se a modificação genética de animais biologicamente semelhantes ao homem, os primatas. O que levantou muitas questões éticas (Anaya-Velázquez, 2003).

A produção de animais transgênicos, que é uma das aplicações da engenharia genética, derivou da produção de alimentos de origem animal modificados geneticamente. No caso

dos animais para consumo humano, a ideia era modifica-los de tal maneira que a qualidade da sua carne seria homogênea, com menos gordura (Anaya-Velázquez, 2003).

O argumento de necessidade de obter alimentos de origem animal a baixo custo não parece satisfazer a análise bioética rigorosa em relação aos animais transgênicos. Parece ser necessário realizar análises científicas para apoiar a hipótese dos animais geneticamente modificados não apresentarem alterações funcionais que os coloquem em risco e sofrimento (Anaya-Velázquez, 2003).

Os dados nutricionais não revelam diferenças da composição nem da capacidade nutritiva entre alimentos orgânicos e alimentos de cultivos geneticamente modificados. A carne, o leite e os ovos procedentes de animais alimentados com produtos derivados de OGMs são tão inócuos para o consumo humano como os procedentes de animais alimentados com produtos de origem convencional. (Muñoz, 2009)

Uso Ou Não De OGMs Transgênicos?

A utilização de alimentos transgênicos não é tranquila dado que surgem muitas notícias geradoras de insegurança para a população. Frankenfood é um dos termos que tem vindo a ser utilizados para designar alimentos que contêm ingredientes geneticamente modificados. O termo traduz a desconfiança diante mais um artefacto da ciência e evidencia a associação simbólica entre o monstro de Mary Shelley e a moderna biotecnologia – vida criada em laboratório a partir de órgãos e tecidos originários de diferentes cadáveres que posteriormente constitui uma ameaça para a sociedade (Pessoa, 2009).

Nicolellis (2006) citado por Pessoa (2009) refere que por mais inócuas e seguras que possam aparentar ser cada uma das

alterações genéticas realizadas em laboratório, é desconhecido o impacto ambiental causado a médio e longo prazo pela utilização de transgênicos. Assim, alerta-se para o facto de que a complexidade do meio ambiente torna imprevisíveis os efeitos decorrentes da cultura de vegetais modificados em laboratórios.

Os riscos associados à segurança dos alimentos GM têm mobilizado a população de todo o mundo (Pessoa, 2009).

Para disponibilizar à sociedade produtos seguros obtidos através da biotecnológica, deve ser criada uma avaliação de biossegurança dos produtos gerados, rigorosamente estruturada e executada. Biossegurança consiste num conjunto de normas, regras e lineamentos jurídicos para diminuir o risco para a saúde humana e meio ambiente, mediante investigação e/ou comercialização de produtos da biotecnologia moderna. (IBT, 2012; Zaid, et al, 2002 citados por Arellano & Salgado, 2013) Esta avalia riscos potenciais decorrentes do uso da biotecnologia (aspetos ambientais, efeitos sobre a saúde humana e animal) e probabilidade de ocorrência (Capalbo, et al., 2009; Friedrich, 2009) .

As regulamentações sobre biossegurança devem estabelecer praticas que revelam tendência a diminuir a probabilidade de incidentes e prever as etapas de avaliação e de manejo do risco (Capalbo, et al., 2009).

Avaliar e estabelecer métodos para o estudo de impactos dos OGM são imprescindíveis, uma vez que importa promover a preservação da biodiversidade, manutenção dos ecossistemas e respetivos padrões de sustentabilidade (Capalbo, et al., 2009).

O risco potencial da liberação de OGM deve ser avaliado, considerando também aspetos socioeconómicos e problemas consequentes da ausência de barreiras politicas que limitem

a disseminação do organismo. Tem-se ainda em conta que a biodiversidade relaciona-se com valores e traduções culturais das comunidades que não podem ser consideradas como menos importante (Capalbo, et al., 2009).

Conservação da Biodiversidade e Meio Ambiente

A opinião de alguns investigadores da área da ecologia sobre o uso de transgênicos dirige-se para o grande risco para a biodiversidade. No entanto, investigadores de biotecnologia afirmam que os OGM apresentam menor risco ambiental comparativamente ao uso de pesticidas químicos (López-Cerezo y Luján, 2000, p. 143-145, citado por Arellano & Salgado, 2013).

O ser humano tem uma grande responsabilidade para com a conservação da biodiversidade, perante o mundo e futuras gerações. A nossa obrigação é preservar a diversidade da vida. Não por razões estéticas ou morais mas porque esta variabilidade genética consiste no suporte da teia da vida no nosso planeta. A extinção de espécies poderá alcançar um ponto sem retorno, ameaçando a sustentabilidade do mundo. (Dias, 2009)

Conservar a biodiversidade necessita de uma mediação sábia entre conhecimentos e práticas tradicionais e utilização de tecnologias modernas que consigam potencializar a capacidade de preservação do ambiente. Requer o avanço das pesquisas e do conhecimento para que seja possível oferecer as melhores alternativas que combinem o ganho dos produtores e a conservação dos campos (Dias, 2009).

O mais relevante na preservação da natureza passa por promover a utilização de espécies diversas, menor ocupação de área natural e evitar-se utilizar variedades que por

cruzamento eliminem a variabilidade ou uniformizem o material genético (Dias, 2009).

Consoante o caso, a ameaça à biodiversidade pode basear-se numa cultura tradicional, produzida por cruzamentos convencionais, mais do que numa variedade transgénica. Uma semente convencional bem sucedida comercialmente pode ser muito mais prejudicial à diversidade biológica que uma transgénica. Isto porque a semente convencional pode ser usada em largas faixas do território, em monocultura, enquanto a transgénica é usada alternativamente, sem carácter de monocultura (Dias, 2009).

A este argumento podem juntar-se fatores de produtividade. Isto é, cultivos mais produtivos e melhor adaptados podem ser mais propícios para a conservação da área natural adjacente por utilizarem áreas menores ou que interajam de melhor forma com a fauna e flora locais (Dias, 2009).

Os impactos no meio ambiente são muito discutidos. Existe um conflito óbvio entre as necessidades humanas e o respeito pela natureza (Jameton, 1996 citado por Robinson, 1999), sendo esta uma questão chave no desenvolvimento e implantação de culturas transgénicas (Anon, 1999, citado por Robinson, 1999).

Weil (1996) acredita que os efeitos dos transgénicos no meio ambiente são controversos por causa da grande dificuldade em medir os riscos associados (Aguilar, Vasconcellos-Silva, Jurberg, Pereira, 2009).

É de extrema importância a defesa dos interesses nacionais, proteção dos trabalhadores e produtores rurais em qualquer escala, preservação da diversidade biológica e do meio ambiente, incentivo a produção de alimentos e outros bens agropecuários destinados à população e economia nacional (Dias, 2009).

A limitação da introdução de plantas transgénicas quanto à sua diversidade e modificações genéticas representa uma opção

valida que contribui para uma agricultura que mantém os recursos e protege o ambiente (Muñoz, 2009).

Na União Europeia, há variedades transgénicas destas espécies aprovadas para a importação: quinze variedades de milho, cinco variedades de soja e uma variedade de beterraba. Para uso não alimentar, está ainda autorizada a importação de algodão (6 variedades) e flores (3 variedades de cravos roxos da em presa Florigene), mas para cultivo apenas são autorizadas variedades de milho Bt. A partir de Março de 2010 foi possível passar a cultivar batata Amflora, modificada geneticamente para produzir essencialmente o tipo de amido que mais interessa à indústria, em vez dos habituais 2 tipos de amido (Azevedo, 2010).

Desta forma, as culturas GM ocuparam em 2008 uma área total de 125 milhões de hectares, correspondente a 9% da área total cultivada em todo o mundo (Fevereiro, 2010).

Manipulações Genéticas

Uma explicação de como se processam as manipulações genéticas para processar OGMs permite entender melhor os seus riscos para a saúde humana (Azevedo, 2010).

Para transferir ADN utilizam-se diversos vetores que servem de veículo transmissor enganando os mecanismos das células que normalmente impediriam a incorporação ou entrada de uma informação genética estranha. Os vetores mais utilizados são plasmídeos de bactérias (pequenas moléculas de ADN presentes em muitas bactérias para troca de informação genética devido à sua grande facilidade para migrar e recombinar), vírus mutilados (em que se eliminou a informação genética potencialmente prejudicial), que têm uma grande capacidade invasora e podem incorporar a sua própria informação genética no ADN do organismo recetor ou hospedeiro. O gene estranho que interessa transferir é inserido no vetor,

infetando o cultivo de células (Azevedo, 2010).

Em todos os casos o ADN estranho transferido é acompanhado de uma sequência genética “promotora”, comportando-se como um interruptor que controla quando e onde o gene se expressará. Os promotores mais utilizados em engenharia genética provêm de vírus e são muito potentes dado que a sua função é ativar o gene estranho que há de enganar os mecanismo de regulação da célula hospedeira. Um dos promotores mais usados provém do vírus do mosaico da couve-flor, que tem a particularidade de se manter ativo em todos os seres vivos. Por outro lado, esse promotor tem uma sequência de ADN homóloga ao genoma humano, pelo que não só aumentam as probabilidades de inserção no nosso genoma como dessa inserção resultam efeitos inesperados nos genes como a ativação de genes que estejam silenciados (Azevedo, 2010).

Para além desta informação genética e dado que as tecnologias de engenharia genética têm uma ampla margem de erro, insere-se no vetor um gene “marcador” para se poder selecionar as células que realmente sofreram a transformação genética. Na maioria das variedades de plantas transgênicas, o marcador mais utilizado tem sido um gene de resistência a antibióticos, que fazem com que determinadas bactérias sejam resistentes à ação de antibióticos, em que através de um simples tratamento com antibiótico ao cultivo de células geneticamente manipuladas, se supõe que todas aquelas que sobreviverem ao tratamento incorporarão de facto a informação genética desejada, sendo posteriormente reproduzidas para se atingir um organismo completo (Azevedo, 2010).

Desta forma, torna-se inerente a grande preocupação da população acerca da saúde humana sobre se esta ficará ou não afetada pelo consumo de produtos transgênicos ou de

alimentos derivados destes (Anon & Coghlan, 1999, citado por, Robinson, 1999). O medo centra-se na questão de os genes marcadores de antibióticos poderem ser recrutados para os seres humanos, tornando-se estes ineficazes à cura de infeções bacterianas com antibióticos, devido às resistências (Robinson, 1999).

A OMS julga que os genes marcadores de antibióticos são seguros, mas o resultado do seu uso pode ser perigoso se eles representarem uma fonte importante de resistência a uma ampla classe de antibióticos (OMS, 1994 citado por Robinson, 1999).

Segundo o Decreto de Lei (DL) 72_2003 “A proteção da saúde humana e do ambiente exige uma atenção particular aos riscos relacionados com a utilização das biotecnologias, em particular dos novos produtos que resultam da alteração genética dos seres vivos. A libertação no ambiente do organismo geneticamente modificado e a comercialização de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM devem ser acompanhadas de instrumentos que proporcionem uma avaliação rigorosa dos riscos envolvidos.”

Riscos

Nenhum dos procedimentos de modificação genética é realmente capaz de controlar em que parte do genoma da célula hospedeira foi inserida a sequência sintética, ou até se essa intercalação é estável, o que pode aumentar o risco de recombinação indesejada e portanto, trazer riscos para a saúde humana (Azevedo, 2010).

Os riscos potenciados pelos transgênicos são muito variados, tais como, a toxicidade, perda de qualidades nutritivas, alergias, resistências a antibióticos, novas doenças e aumento da frequência de certas doenças, aumento dos efeitos tóxicos devido a

pesticidas e efeitos cumulativos (Azevedo, 2010).

Os efeitos sobre qualquer organismo (animal, vegetal ou microbiano) que não tenha sido alvo específico da transformação é um efeito sobre uma espécie não-alvo que deve ser avaliado, pois esse poderá ter impacto no meio-ambiente de modo indesejado (Capalbo, et al., 2009).

A estes riscos advém a toxicidade por medicamentos e substâncias produzidas nas biofábricas, em virtude da contaminação das culturas com fins alimentares. A toxicidade está ligada à eventual indução da produção de doses maiores de substâncias tóxicas pelas plantas. A toxina Bt transgênica (diferente das toxinas Bt usadas na agricultura convencional e biológica) está presentes em todas as partes da planta e não pode ser removida nem dissipada pelo tempo (Azevedo, 2010).

Contudo para Fevereiro (2009), as variedades vegetais geneticamente modificadas atualmente comercializadas, e os seus produtos, não são mais tóxicos ou alérgenos que as plantas ou produtos não transgênicos. As culturas desenvolvidas pela tDR (Tecnologia do DNA Recombinante) estão entre os alimentos melhor testados, melhor caracterizados e melhor regulamentados de sempre.

De forma a tentar tranquilizar os consumidores, tem sido alegado que não existe evidência científica de que os OGM ou transgênicos são prejudiciais. Inclusive, a OMS afirma que os produtos GM comercializados foram submetidos a avaliação de risco pelas autoridades nacionais e que essa avaliação nunca detetou risco para a saúde humana (Azevedo, 2010).

Contudo, os estudos estão condicionados pelo conhecimento do caso avaliado, efeitos esperados e capacidade de uso da informação por parte do avaliador; (Capalbo, et al., 2009) Azevedo (2010), apresenta os efeitos

negativos na saúde humana, de transgênicos que já existem no mercado:

- Úlcera de estômago, nos animais alimentados com o tomate transgênico "*Flavr Savr*" (Calgene, 1993, citado por Azevedo, 2010);

- Aumento da mortalidade e problemas no crescimento em galinhas alimentadas com o milho GM T-25 da Bayer (Leeson, 1996, citado por Azevedo, 2010);

- Indução de cancro com a ingestão de batata transgênica (Instituto de Nutrição da Academia de Ciências Médica Russa, 1998, citado por, Azevedo, 2010);

- Aumento da taxa de mortalidade (Ermakova, 2006, citado por, Azevedo, 2010);

- Atraso no crescimento e infertilidade na descendência de ratos alimentados com Soja GM (Ermakova, 2006, citado por, Azevedo, 2010);

- Alterações sérias em órgãos internos, como o fígado, rins, testículos (Azevedo, 2010);

- Alteração no número de nascimentos por ninhada, na taxa de mortalidade dos descendentes (Azevedo, 2010);

- Aumento da agressividade e redução do instinto maternal em ratos de laboratório alimentados com soja RR) (Associação Nacional para a Segurança Genética Russa, citado por, Azevedo, 2010);

- 60 anomalias biológicas, entre as quais alterações no tamanho do fígado, cérebro, coração e dos rins e grandes diferenças de peso com a ingestão do milho transgênicos MON 863 (Laboratórios do Comitê de Pesquisa e Informação Independentes sobre Engenharia Genética de Paris, 2007, citado por, Azevedo, 2010);

- Perturbações na fertilidade em ratos de laboratório com a ingestão de milho (Velimirov, 2008, citado por, Azevedo, 2010);

- Os transgênicos e os seus genes, podem espalhar-se, através da dispersão do pólen.

(Aguiar, Vasconcellos-Silva, Jurberg, Pereira, 2009)

Novamente, Fevereiro (2010) discorda referindo que o conhecimento científico atual permite prever a potencial alergenicidade através do estudo da sequência de proteínas das plantas pulverizadas com esporos de bactérias.

Em nenhum dos casos que as plantas GM foram aprovadas se verificaram potenciais alergias. As proteínas em questão são facilmente diferíveis, e apresentam-se em muito baixos níveis nos alimentos. As plantas GM que estão atualmente aprovadas para nosso consumo são tão prejudiciais à saúde humana como as restantes plantas de que nos alimentamos. Este dá o exemplo da batata, que deixada à luz, sintetiza alcaloides que nos são tóxicos (Fevereiro, 2010).

Tal como foi referido anteriormente, a OMS também afirma que “os alimentos contendo componentes de plantas geneticamente modificadas atualmente no mercado passaram os testes de avaliação de risco e não se supõem apresentarem riscos para a saúde humana. Adicionalmente não foi encontrado até ao momento qualquer efeito na saúde humana derivado do consumo de alimentos transgénicos nos países que os mesmos foram aprovados” (OMS, s.d, citado por Fevereiro, 2010).

Controvérsia Social Europeia sobre os Alimentos GM

Dentro deste ambiente favorável à biotecnologia, os alimentos geneticamente modificados representavam um problema para os cidadãos europeus. Estes produtos eram considerados pouco úteis e perigosos para a sociedade, pelo que não foram aceites. Na década de 90 todos os países mostraram-se relutantes em aceitar os alimentos transgénicos, exceto a Suécia e Áustria. A partir de 1999 ocorreu uma mudança, tendo a maioria dos países europeus passado a

aceitar estes alimentos, maioritariamente Espanha, Portugal, Irlanda e Finlândia (Muñoz, 2009).

A Europa divide-se: Finlândia, Espanha e Portugal são os países que revelam atitudes mais positivas; Holanda, Reino Unido, Suécia, Dinamarca, Irlanda e Bélgica situam-se no plano médio; França mostra uma grande variabilidade de opiniões; Alemanha, Áustria, Luxemburgo e Grécia são os países que mostram atitude mais negativa face ao uso de biotecnologias (Muñoz, 2009).

Renata Menasche, (2003) citada por Pessoa (2009), evidenciando uma pesquisa realizada pelo *Eurobarometer surveys* em 1996, afirma que existe uma atitude mais otimista por parte dos europeus relativamente às outras tecnologias do que em relação a biotecnologia/engenharia genética. Como tal, assume que o ceticismo demonstrado em reação a biotecnologia não pode ser interpretado como sintoma de tecnofobia generalizada.

Legislação

Na União Europeia, a estabilidade genética é um dos requisitos para aprovação legal de transgénicos. Desta forma, Azevedo (2010), refere que avaliação do risco e aprovação dos transgénicos passa por vários passos:

- Consulta aos Estados membros e respetivas autoridades competentes;
- Consulta à EFSA - European Food Safety Authority (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)
- Votação a nível de Comité Regulador
- Votação a nível do Conselho de Ministros
- Decisão pela Comissão Europeia (no caso de empate prévio) (Azevedo, 2010)

Para aprovação dos transgénicos, a legislação europeia defende que a segurança dos OGM seja demonstrada através de estudos químicos, bioquímicos e biológicos, incluindo a realização de testes em animais de laboratório. O problema é que a lei não

obriga a que haja uma avaliação independente. Desta forma, as empresas que querem vender os transgênicos é que fazem esses ensaios, chegando sempre à conclusão de que a segurança está mantida, pois o objetivo é vender esses OGM (Azevedo, 2010).

Os alimentos transgênicos representam novas substâncias a que o nosso organismo nunca contactou, pelo que, a introdução destes na nossa cadeia alimentar deveria ser feita com a máxima precaução. Contudo a sua introdução no mercado está a ser realizada sem uma avaliação correta do risco. Desta forma, os agricultores tornam-se remitentes ao cultivo de OGM pois as medidas de segurança ambiental encontram-se comprometidas, não lhes transmitindo firmeza (Azevedo, 2010).

Segundo a Diretiva 2001/18/CE: "(...) Em caso de libertação ou de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM para os quais não foi concedida nenhuma autorização, o Estado-Membro em questão deve assegurar que sejam tomadas as medidas necessárias para suspender a libertação ou colocação no mercado, para iniciar, se necessário, medidas destinadas a eliminar os danos causados e para informar o público."

Contudo, Azevedo (2010), da Plataforma Transgênicos Fora, refere que "ainda hoje, não existem os previstos planos de emergência para a retirada de um OGM do mercado, no caso de tal medida se revelar necessária."

Os alimentos transgênicos presentes no mercado para consumo humano direto são poucos, sendo limitados praticamente a alguns óleos alimentares e alguns cereais. Desta forma, o principal mercado dos OGM são as rações animais por não ser obrigatória a rotulagem da carne e produtos de origem animal, cujos animais tenham sido alimentados como transgênicos (Azevedo,

2010).

Segundo Fevereiro (2010), "não existem dados que demonstrem que sequências de DNA consumidas sejam integradas no genoma das células do organismo que as consome". Desta forma, afirma que não é correto quando se diz que os animais que consomem alimentos transgênicos tornar-se-ão animais transgênicos, defendendo que não faz sentido exigir que a carne dos animais alimentados com rações contendo OGM seja rotulada (Fevereiro, 2010).

Referente à rotulagem de alimentos, a Diretiva 2001/18/CE refere que "Os Estados-Membros devem tomar todas as medidas necessárias para assegurar que, em todas as fases da colocação no mercado, a rotulagem e embalagem dos produtos colocados no mercado que contenham ou sejam constituídos por OGM sejam conformes com os requisitos relevantes que constem da autorização por escrito a que é feita."

Ainda, o DL 72/2003 refere que "No que respeita aos produtos relativamente aos quais não seja possível excluir a existência fortuita ou tecnicamente inevitável de vestígios de OGM autorizados, pode ser fixado, para autoridade competente, de acordo com as decisões da UE, um limiar mínimo abaixo do qual esses produtos não têm de ser rotulados."

A Verdade Oculta

Embora se tenham publicado reportes sobre a dispersão de OGM fora da área de cultivo, resistência de certas pragas a toxinas de bactérias Bt e herbicidas glifosato, efeitos teratogênicos dos glifosato nos vertebrados, possível afeção dos rins e fígado de ratos por consumo de transgênicos, o cultivo e comércio internacional de transgênicos de OGM tem vindo a aumentar (Arellano & Salgado, 2013).

Em 2011 semearam-se 160 milhões de hectares em 29 países. Os principais cultivos são o milho, soja e algodão (Arellano & Salgado, 2013).

As inquietações da sociedade levaram ao desenvolvimento de guias para investigações que serviram de base para estabelecer elementos de avaliação de risco destes OGM como o Protocolo de Cartagena. Este protocolo, entre outros aspetos, reflete sobre o cuidado da biodiversidade, possibilidade da aplicação do Princípio da Precaução, compromisso de aviso fundamentado prévio a exportação, bases de avaliação de risco ambiental e medidas de biossegurança para liberar intencionalmente OGM (Arellano & Salgado, 2013).

A base científica das avaliações fundamentou-se nas recomendações gerais, resultado obtido das experiências realizadas antes do estabelecimento do Protocolo de Cartagena. Estas informações integraram as bases de dados e são reconhecidas como referências internacionais (James e Krattiger, 1996; López-Cerezo e Luján, 2000; OECD, 1986 e 2001b; CERA, 2011 citados por Arellano & Salgado, 2013).

Existem alguns conflitos de interesses que diminuem a transparência dos processos de avaliação e comunicação dos riscos/benefícios. A ONU revelou uma lista de 600 substâncias perigosas, no entanto apenas 15 foram proibidas. Yarto, 2003, citado por Arellano & Salgado, 2013)

A empresa Monsanto tem mais de 90% do mercado, Syngenta, Bayer, DuPont – filiar Pionner Hi Bred-, Dow e Basf (Ribeiro, 2004 citado por Arellano & Salgado, 2013) e, de acordo com a Greenpeace, são as maiores produtoras de agroquímicos no mundo (EFE, 2008 citado por Arellano & Salgado, 2013).

Juntando a isto, por varias empresas reservarem a confidencialidade sobre a avaliação das tecnologias, há um manuseamento opcional da informação,

difícultando-se a comprovação deste processos de avaliação de riscos. O controlo do mercado e dependência dos artigos agrícolas no mundo, leva a que estas empresas tenham influência direta nas políticas sobre tecnologias e comércio mundial (FAO, 2004, p.29 citado por Arellano & Salgado, 2013).

Foi reportado também que os procedimentos de avaliação variam de país para país, existindo diferenças nos enfoques da regulação, na forma de autorização dos OGM, na terminologia utilizada e na forma de avaliação de risco. Por exemplo, na Alemanha a forma de avaliar recai sobre a experimentação de cultivo de OGM em áreas específicas, enquanto na Noruega se exige que existam evidências de que seja um processo mais sustentável (Arellano & Salgado, 2013).

Vários investigadores assinalaram que as análises foram deficientes porque as experiências apresentam baixa reprodutibilidade, são de curta duração e porque são avaliadas poucas variáveis, assim como afirmam que a discrepância das interpretações dos resultados ocorre porque são baseadas em metodologias, espécies e experiências diferentes (Arellano & Salgado, 2013).

Um dos argumentos utilizados pelas empresas a favor do cultivo de transgênicos era a sua contribuição potencial para um desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis, no entanto alguns grupos sociais afirmam que este tipo de cultivos preservam um sistema de produção intensiva (Tait, 2008, p.36 citado por Arellano & Salgado, 2013).

Funtowicz e Ravetz (1991, p.143) citados por Arellano & Salgado (2013), assinalam que nos processos de tomada de decisão, os fundamentos da avaliação de riscos, com base no conhecimento científico, podem estar presentes três tipos de incoerências: técnicas,

metodológicas e incerteza epistemológica. Acrescentando, a estas três, existe ainda a “incerteza artificial” por falta de vontade política no investimento em investigações e estudos do impacto destes produtos; definição de metodologias de avaliação e comunicação dos riscos.

Diante esta situação, a bioética exerce um papel fundamental na identificação de formas de avaliação que permitam o uso de tecnologias sustentáveis e compatíveis com a preservação da biodiversidade, através de um compromisso e ação real do uso de ferramentas científicas de fronteira, reconhecidas por pares de diferentes áreas (Arellano & Salgado, 2013).

Encontramo-nos assim perante um dilema: por um lado este tipo de agricultura afeta a biodiversidade, saúde e o meio ambiente, por outro lado, é essencial para o funcionamento da atual sociedade, permitindo a produção e acesso a produtos mais baratos (Arellano & Salgado, 2013).

Estado Atual e Implicações Bioéticas

A origem do termo “bioética” tem origem na ética e na biologia - com o lançamento da ideia que seria uma ponte entre a ciência e a humanidade, os acontecimentos e conhecimentos biológicos seriam aliados à ética, permitindo a aplicação deles em benefício da natureza e da saúde da coletividade (Amaral & Müller, 2008).

Segundo Fermin Roland Schramm e Marlene Braz (2006) citados por Pessoa, 2009, a Bioética é uma “ética aplicada que visa analisar os conflitos e controvérsias morais implicados pelas práticas no âmbito das Ciências da Vida e da Saúde do ponto de vista de um sistema de valores” (Friedrich, 2009).

A ética estabelece que o ecossistema ocupa um valor intrínseco e cada pessoa é responsável por manter a sua

sustentabilidade. Como tal, torna-se necessário compreender melhor a interação entre os OGM e ecossistemas (Capalbo, et al., 2009).

Na atualidade, falar de organismos geneticamente modificados ou organismos transgênicos é algo comum. A imprensa publicou muita informação, umas vezes correta, outras vezes distorcida, sobre estes animais e plantas (Anaya-Velázquez, 2003).

A política dos transgênicos é influenciada pela pressão social devido aos danos que os acidentes tecnológicos representam (relembrem o episódio relativo a Three Mile Island e Chernobyl) (Kahn, 2007 citado por Arellano & Salgado, 2013), danos na saúde e ambiente por uso de produtos químicos, controvérsia sobre a segurança dos cultivos transgênicos, falta de metodologias reconhecida por pares e de informações balanceadas sobre estes produtos, entre outros.

Silva Sanches (1999) citado por Pessoa (2009) observa que grande parte das ameaças a que os cidadãos estão expostos advém de decisões tomadas por outros cidadãos, destacando assim riscos ao meio ambiente e ao ser humano que derivam das modernas aplicações técnicas resultantes dos avanços na genética, energia nuclear, informática, biologia, etc. O autor indica ainda como problemática a sensação de insegurança, considerando que esta é subjetiva e fundamenta-se muito na atuação dos meios de comunicação que muitas vezes estimulam a sensação hiperbolizada de insegurança.

Maria Auxiliadora Minahim (2005) citada por Pessoa (2009) ressalta que a preocupação com a regulação dos conflitos decorrentes do uso da biotecnologia conduz a questões que identificam o Direito como recurso capaz de efetivar as diretrizes traçadas pela Bioética. Surge assim o biodireito, constituindo um espaço de

interação interdisciplinar. A autora defende que é necessária a intervenção de um legislador definindo limites e ordenando condutas que não podem ser deduzidos da bioética e que não podem ser deixados à escolha de pesquisadores e profissionais de saúde. Como tal, os novos fatos criados pela biotecnologia devem ter ingressar no direito como instância capaz de concretizar o mínimo ético desejado.

Aplicando o princípio do respeito pela autonomia, adverte-se que o consumidor tenha o direito de ser informado com informação fidedigna sobre a natureza dos organismos transgênicos. Aliás, surge a necessidade de respeitar a decisão de cada pessoa relativamente ao consumo destes produtos geneticamente modificados. Este direito fundamenta o respeito pela pessoa e pela sua capacidade de decidir. Assim, compreende-se porque na maioria dos países, as legislações propostas ou em vigor enfatizam como obrigação dos fabricantes de alimentos que contêm organismos transgênicos, anunciar com clareza nas etiquetas dos produtos que estes possuem ingredientes geneticamente modificados (Anaya-Velázquez, 2003).

É também de obrigação científica comprovar a inocuidade dos organismos transgênicos. Dado que outro princípio da bioética é o de beneficência e não maleficência, é claro como obrigação profissional dos investigadores e das indústrias alimentares, provar com bases científicas que os organismos transgênicos não provocam dano aos consumidores. É necessário criar protocolos experimentais orientados para a obtenção de evidências reproduzíveis que indiquem que os animais e plantas geneticamente modificados não produzem efeitos indesejáveis, não induzem alergias nem provocam nenhuma patologia nas pessoas que os consomem.

É também necessário demonstrar que não existem danos para o meio ambiente e biodiversidade. Ainda que não existam nenhuns reportes científicos que indiquem algum dano produzido pelos organismos transgênicos, é uma obrigação moral dos cientistas e indústrias alimentares realizar um esforço adicional e assim mostrar que a sua intenção é criar algo útil para a humanidade e não somente novos artigos importantes apenas do ponto de vista económico (Anaya-Velázquez, 2003). Salienta-se o Princípio da Precaução: com fim de proteger o meio ambiente, os estados aplicam amplamente o critério de precaução conforme as suas capacidades. Quando existe perigo de dano grave ou irreversível, falta de certeza absoluta científica, não deverá utilizar-se. Tal acontece como medida eficaz para impedir a degradação do meio ambiente (Unido, 1972 citado por Arellano & Salgado, 2013).

No final de 1990, Ben Mephan considerou que a existência de diálogo entre os participantes podia contribuir para uma tomada de decisão mais equitativa e transparente. Propôs o uso da *Matriz Ética* para apoiar a tomada de decisões sobre a produção de animais transgênicos no Reino Unido. Esta Matriz ética baseia-se nos princípios propostos por Beauchamp e Childress, para cada um dos grupos de interesse (consumidores, produtores, biodiversidade e animais transgênicos), nas teorias éticas do utilitarismo, na deontologia de Kant e na teoria de Rawls *da justiça como equidade* (Arellano & Salgado, 2013).

Palmer faz um resumo de alguns princípios de forma a diminuir os efeitos possíveis da agricultura no ecossistema, considerando o respeito pela vida onde se fundamenta com Aldo Leopold, Paul Taylor, Hans Jonas, Holmes Rolston, entre outros. Para Taylor, todos os seres vivos são importantes pelo seu

valor inerente. Jonas (1998) enfatiza também a importância da matéria inorgânica para construir seres vivos. Leopold considera que se mantém a diversidade, estabilidade, integridade e complexidade dos ecossistemas, atua-se bem. Rolston afirma que se deve manter o estado virgem dos ecossistemas, sempre que possível, não excluindo nenhuma espécie (Arellano & Salgado, 2013).

Completa-se ainda através da "heurística do medo" proposta por Jonas (2004, p.15-19) afirmando-se que se a falta de consideração pelo meio ambiente e ecossistemas continuar, estaremos a impedir a sua resiliência e a aumentar a nossa vulnerabilidade (Folke, 2006 e Turner et al, 2003, citados por Arellano & Salgado, 2013).

Kaiser et al, 2004, citado por Arellano & Salgado, 2013, propõe que se amplie a participação através da educação tecnológica e ética. A inclusão da bioética importa, uma vez que os perigos inerentes afetam os processos psicológicos, sociais, institucionais e culturais. Tudo isto pode contribuir para uma maior capacidade de resposta coletiva e distribuição das responsabilidades, evitando a ocorrência e diminuindo a intensidade dos danos causados.

A educação facilitaria a implementação de etiquetas adequadas em todos os países, nomeadamente nos países em que não o fazem, respeitando a autonomia do consumidor, servindo também de ferramenta de biossegurança relativa à dispersão dos OGM (Pellizzoni, 2010, p. 465, citado por Arellano & Salgado, 2013).

A comunicação dos riscos deve ser feita de forma clara e sincera, com possibilidade de ter informações sobre detalhes e reportes científicos da informação, assim como deve ser revisto por pares através de apresentações em congressos de especialistas. Estas ações melhorariam a credibilidade, confiança e transparência dos processos (López-Cerezo e Luján, 2000, p.

159-172, Wickson, 2009, citados por Arellano & Salgado, 2013).

Os princípios bioéticos da beneficência e não maleficência são também importantes na aplicação dos marcos avaliativos e de manutenção (espacial e temporal) dos produtos geneticamente modificados, na definição de mecanismos para diminuir danos ambientais para que com base na responsabilidade e precaução se apliquem metodologias claras e definidas.

Promover uma maior participação na tomada de decisão seria uma manifestação de respeito pela autonomia. (Arellano & Salgado, 2013)

A tolerância e o pluralismo permitiriam a aceitação de diferentes opiniões, inquietudes e necessidades das pessoas (Arellano & Salgado, 2013).

Considerações Finais Reflexivas

Ao longo da análise dos artigos selecionados, os conceitos de OGM e transgênicos parecem ser usados como sinónimos. Importa referir primeiramente que todos os transgênicos são OGM, embora nem todos os OGM sejam transgênicos.

Através da biotecnologia desenvolveram-se técnicas que permitiram a criação deste tipo de organismos. Contudo devido à reduzida fidedignidade dos estudos efetuados que evidenciam riscos/benefícios da utilização dos OGMs, esta temática levou a grandes controvérsias entre a população, nomeadamente cientistas, políticos, agricultores, jornalistas, consumidores e público em geral.

Embora se considere existirem inúmeros benefícios com a sua utilização, desde o início da comercialização destes produtos geneticamente modificados, essencialmente, alimentos para consumo animal e/ou humano, revelaram-se consequências para a saúde humana e biodiversidade. As

consequências alergénicas do consumo do tomate *Flavr Savr* foi só o primeiro exemplo.

Um dos argumentos utilizados para a utilização destes produtos é o combate à fome. Contudo, sabe-se, como foi referido acima, que o problema não é a falta de alimento mas sim a sua distribuição desigual, o acesso dificultado, a pobreza, entre outros. Tendo em conta que o uso dos transgénicos permitiriam baixos custos na produção agrícola, menor extensão de área e maior percentagem útil de alimentos, valorizamos com maior intensidade as consequências salutaras e ambientais que advêm destes. O que a curto prazo aparenta ser barato, no futuro poderá revelar-se caro, custando a nossa própria saúde e também a da mãe natureza (biodiversidade, qualidade dos solos, água e do ar). Consideramos, por isso, um argumento inválido relativamente ao uso destes organismos.

Algo que nos alertou foi o facto de que o principal promotor utilizado na engenharia genética provem do vírus do mosaico da couve-flor, por ter a particularidade de se manter ativo em todos os seres vivos e apresentar uma sequência de ADN homologa ao genoma humano. Assim, aumenta a hipótese de inserção no nosso genoma, podendo surgir efeitos inesperados, como a ativação de genes interiormente silenciados. Desta forma e adicionando outros fenómenos de evolução inesperada, nomeadamente, comportamento imprevisível da natureza, aumentamos o nosso receio relativamente ao uso dos transgénicos, devido à enorme probabilidade de ocorrência de consequências nefastas nos humanos, animais e plantas.

Juntamente, outro aspeto que nos despertou foi o uso de um gene de resistência à antibióticos nas plantas transgénicas. Ao consumirmos direta ou indiretamente estas plantas, é intrínseca a preocupação relativa à transmissão destes genes para os seres humanos, tornado ineficaz o tratamento das infeções bacterianas.

Reportando-nos à bioética, fizemos emergir inúmeros princípios que defendem a dignidade dos seres vivos e meio ambiente: o Princípio do Respeito pela Autonomia, realçando o dever da divulgação de informação correta e sincera, acessível a todos os níveis de compreensão, para que se possam tomar decisões conscientes e responsáveis na utilização dos transgénicos; Princípios da Beneficência e Não Maleficência, dirigindo de forma correta os interesses dos profissionais de investigação, indústria alimentar e política; Princípio da Precaução, que visa evitar possíveis riscos, protegendo o meio ambiente.

Em suma, a nossa posição é desfavorável ao uso dos OGMs, uma vez que, embora existam estudos que comprovem a inocuidade destes organismos, diminuindo a hipótese de ocorrência de danos, logo, excluindo os argumentos acima explícitos, pudemos verificar que em pouco estes estudos se revelam fidedignos. Os interesses económicos e o futuro das multinacionais envolvidas na investigação e produção de OGMs falam mais alto, ocultando alguns fatores de extrema importância.

Concordamos que nem todos os estudos são influenciados por este tipo de interesses, no entanto não nos é possível distinguir a verdade da mentira.

De forma a aumentar a aceitação do uso destes organismos, identificamos a necessidade de políticas mais específicas e adaptadas assim como maior transparência por parte de entidades envolvidas neste processo, tendo como mediadores os princípios bioéticos defendidos ao longo do artigo.

Apenas depois de se confirmar a fidedignidade dos estudos realizados aos riscos dos OGMs, descartando os interesses das multinacionais, consideraremos a possibilidade de uso desses organismos.

"O Homem pode e deve extrair vantagens das novas tecnologias disponíveis, de modo a

melhorar a qualidade de vida das pessoas, contudo as devidas precauções devem ser sempre tomadas.” (Amaral & Muller, 2008)

Referências

- Aguiar, R., Vasconcellos-Silva, P. R., Jurberg, C., & Pereira, M. E. (2009). BIOTECNOLOGIA NO NOTICIÁRIO. *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 112-127. Acesso em 15 de Janeiro de 2016
- Anaya-Velázquez, F. (Julho-Setembro de 2003). Implicaciones Bioéticas de los Organismos Transgénicos. *Revista Portuguesa de Filosofia. T.59, Fasc.3. Filosofia e Ecologia: Elementos para uma Ética Ambiental*, 813-822. Acesso em 10 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.jstor.org/stable/40337766?seq=10#page_scan_tab_contents
- Arellano, E. A., & Salgado, J. E. (Janeiro de 2013). La evaluación del riesgo de las plantas transgénicas: de la regulación a la bioética. *Revista de Bioética y derecho*, 38-57. Acesso em 14 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.ub.edu/fildt/revista/pdf/rbyd27_art-arriaga&linares.pdf
- Azevedo, M. A. (4 de Março de 2010). *Os produtos transgénicos - avanços e recuos - segurança alimentar*. Acesso em 13 de Janeiro de 2016, disponível em Plataforma Transgénicos Fora: <http://stopogm.net/sites/stopogm.net/files/webfm/plataforma/ProdutosTransgenicosAvancosRecuos.pdf>
- Capalbo, D. M., Dusi, A. N., Pires, C. S., Paula, D. P., Arantes, O. M., & Melo, I. S. (2009). OGM e Biossegurança Ambiental. in *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 190-219. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.fiocruz.br/ioc/media/101027_Biosseguranca%20de%20OGM_V1.pdf
- Dias, S. O. (2009). A trajetória política parlamentar da biossegurança. in *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 30-32. Acesso em 11 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.fiocruz.br/ioc/media/101027_Biosseguranca%20de%20OGM_V1.pdf
- Dourado, L., & Matos, L. (2014). A problemática dos organismos geneticamente modificados e a formação científica do cidadão comum: um estudo com manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano adotados em Portugal. ., 1-10. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v20n4/1516-7313-ciedu-20-04-0833.pdf>
- Fevereiro, M. P. (2009). Alimentos "geneticamente modificados". *Revista de Ciências da Saúde da ESSCVP*, 1-10. Acesso em 14 de Janeiro de 2016, disponível em <http://www.salutisscientia.esscvp.eu/Site/Artigo.aspx?artigoid=30417>
- Robinson, J. (1999). Ethics and transgenics crops: a review. *Electronic Journal of Biotechnology - Universidad Católica de Valparaíso*, 1-11. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-34581999000200003&script=sci_arttext
- Friedrich, T. S. (2009). Propriedade Intelectual em Biotecnologia . in *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 71-88. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.fiocruz.br/ioc/media/101027_Biosseguranca%20de%20OGM_V1.pdf
- Müller, H. O., & Amaral, S. T. (2008). OS ALIMENTOS TRANSGÊNICOS, A DIGNIDADE DA PESSOA HUMANA E O DIREITO DO HOMEM À ALIMENTAÇÃO. *IV ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E III ENCONTRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA*, 1-15. Acesso em 14 de Janeiro de 2016, disponível em <http://intertemas.unitoledo.br/revista/index.php/ETIC/article/view/1652/1575>
- Muñoz, E. (2009). Vision Actual de los transgénicos en europa: uma controvérsia social siempre abierta. in *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 33-53. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.fiocruz.br/ioc/media/101027_Biosseguranca%20de%20OGM_V1.pdf
- Pessoa, F. M. (2009). Bioética e direito penal: a questão dos transgénicos . in *BIOSSEGURANÇA DE OGM (uma visão integrada)*, 54-70. Acesso em 12 de Janeiro de 2016. disponível em http://www.fiocruz.br/ioc/media/101027_Biosseguranca%20de%20OGM_V1.pdf
- Robinson, J. (1999). Ethics and transgenics crops: a review. *Electronic Journal of Biotechnology - Universidad Católica de Valparaíso*, 1-11. Acesso em 12 de Janeiro de 2016, disponível em http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-34581999000200003&script=sci_arttext
- Decreto-Lei nº72/2003 de 10 de Abril de 2003. Diário da República nº85 - I Série A. Assembleia da República. Lisboa, Portugal
- Diretiva 2001/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de Março de 2001. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

Alimentos Geneticamente Modificados: um problema ético

Genetically Modified Foods: an ethical problem

Joana Sofia Gaspar Graça e Raquel Alexandra Lopes Pereira
Revisão Lucília Nunes

Resumo

Os alimentos geneticamente modificados têm sido largamente cultivados em todo o mundo, com os principais objetivos de melhorar as características das plantas de modo a resistirem a pragas de insetos, herbicidas e vírus. Sabemos, no entanto, que a produção deste tipo de produtos apresenta tanto riscos como benefícios para a saúde humana, ambiental e para o ecossistema. Posto isto, este assunto precisa ser analisado tendo em conta a dimensão ética, estando inserido na área da bioética. O presente artigo pretende realizar uma revisão de literatura, aprofundando o tema dos Alimentos Geneticamente Modificados, comentá-los à luz de princípios éticos e, por fim, refletir sobre os aspetos analisados ao longo do artigo.

Palavras-chave: Alimentos Geneticamente Modificados; Bioética; Ética; Organismos Geneticamente Modificados.

Abstract

Although being known this practices may incorporate risks to the human health and to the environment, genetically modified foods have been widely produced all over the world, aiming to improve the features of the plants to make them more resistant to insect pests, herbicides and viruses. That being said, there is a need to assess this matter from an ethic point of view, trough bioethics. This article aims to expose a literature review directed to the acquirement of knowledge about genetically modified foods and comment them according to the main ethical principles, in order to reflect about all the researched information.

Key Words: *Genetically Modified foods; Bioethic; Ethics; Genetically Modified Organisms.*

Considerações Iniciais

Em 1999, a área mundial de culturas geneticamente modificadas (também conhecidas por culturas transgênicas) rondava os 40 milhões de hectares... este valor aumentou, em 2012, para cerca de 170 milhões de hectares. Neste mesmo ano os Estados Unidos da América demonstraram ser os maiores produtores deste tipo de culturas, detendo 40,8% da área total de cultivo, encontrando-se a União Europeia no polo oposto, com 0,8% da área total de produção (INE, 2013). O gráfico seguinte, retirado de "*Estatísticas do Ambiente 2012*", é representativo do aumento exponencial do cultivo supracitado (INE, 2013, p. 23).

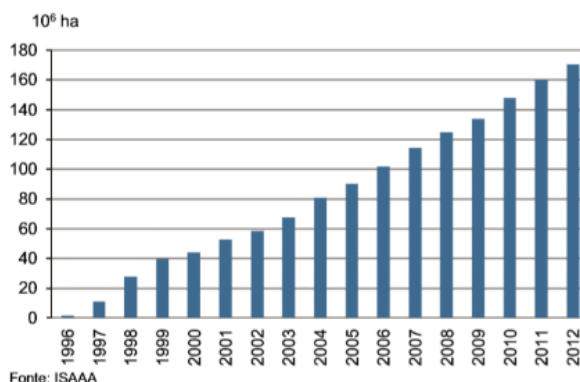


Fig 1 Área mundial de culturas geneticamente modificadas

O cultivo de transgênicos está autorizado em Portugal desde o ano de 2005 (INE, 2013), e sabe-se que "os três tipos principais de modificações introduzidas por esta tecnologia são relativas à resistência a herbicidas, a

resistência a insetos e a resistência a vírus” (Fevereiro M. , 2009, p. 3).

Devido à subida abrupta deste tipo de atividade é importante abordar este assunto, de modo a conhecer as suas implicações para a saúde dos consumidores e as questões éticas associadas. Serve o presente artigo para exposição de aportes teóricos de interesse para a compreensão da temática dos Alimentos Geneticamente Modificados (AGM), de legislação relacionada e dos conceitos/princípios éticos relevantes para o tema em estudo. Considerou-se ser pertinente realizar uma revisão da literatura respeitante a argumentos a favor e contra a produção, comercialização e consumo de alimentos geneticamente modificados e, a partir daqui e através de uma reflexão crítica sobre os dados encontrados, adotar de uma posição fundamentada respeitante ao tópico de estudo.

Alimentos Geneticamente Modificados: fundamentação teórica

Os AGM inserem-se na categoria de Organismos Geneticamente Modificados (OGM), definidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como *“organismos (por exemplo, plantas, animais ou microrganismos) em que o a material genético (DNA) foi alterado de um modo que não ocorre naturalmente através da reprodução e/ou recombinação natural”*.

Isto pode ser realizado através da biotecnologia moderna ou da engenharia genética e *“permite que determinados genes selecionados sejam transferidos de uns organismos para os outros”*, até mesmo entre espécies distintas. A produção deste tipo de alimentos é desenvolvida quando os produtores

vêm nela uma fonte de lucro, seja através de menores custos de produção, melhores probabilidades na comercialização ou até ambos (WHO, 2014, p. 1)

Um dos primeiros alimentos a ser geneticamente modificado foi o tomate, e o objetivo desta alteração seria para retardar a velocidade do seu amadurecimento. Entretanto começaram a ser modificados o milho, a soja e o algodão. Interessa dizer que para chegar aos resultados descritos anteriormente existem várias metodologias para recorrer, sendo elas a aplicação de energias radiantes para indução de mutagénese, cruzamentos de plantas para obter novas espécies ou, entre outras, a tecnologia do DNA recombinante (tDR): com este método, é selecionada uma planta obtida em laboratório onde é observável uma boa estabilidade após a adição das sequencias genéticas e com a qual é cruzado um espécimen de uma linha original (Fevereiro M. , 2009).

Devido ao desenvolvimento acentuado denotado na ciência e na biotecnologia responsável pela produção de AGM tornou-se necessária a criação de legislação referente à temática (Decreto do Presidente da República n.º 48/2005, de 21 de setembro, 2005), tendo Portugal sido *“o segundo país da União Europeia a publicar legislação específica [...] em matéria de regulação do cultivo de variedades geneticamente modificadas, com vista a assegurar a sua coexistência com variedades convencionais”* (INE, 2013, p. 24).

A Diretiva 2001/18/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 12 de março assenta em conformidade com o princípio da precaução, tendo por base a necessidade de controlo dos riscos decorrentes da libertação de OGM e a

respetiva avaliação prévia dos riscos a eles associados, com o objetivo de proteger o ambiente e a saúde humana. Para isto a legislação define, no ponto 5. do Art.º 4.º, a obrigatoriedade da existência de autoridades competentes capazes de inspecionar e adotar medidas de controlo respeitantes à libertação/comercialização de OGMs (Diretiva 2001/18/CE, de 21 de março, 2001).

O Decreto-Lei n.º 160/2005 de 21 de setembro surge com a necessidade de regular *"o cultivo de variedades geneticamente modificadas, visando assegurar a sua coexistência com culturas convencionados e com o modo de produção biológico"* (Decreto do Presidente da República n.º 48/2005, de 21 de setembro, 2005, p. 5643), fazendo menção às normas técnicas que devem ser utilizadas pelos agricultores, as entidades responsáveis pela monitorização do seu cumprimento e a aplicação das coimas quando verificado o desrespeito às orientações destinadas à temática.

Este é, contudo, e apesar de legislado, um tema gerador de controversa tornando-se, como já foi referido, pertinente realizar o levantamento de argumentos quer contra quer a favor da produção, comercialização e consumo dos AGM.

Argumentos: a favor

Todos os anos, devido a pragas ou a adversidades ambientais, se perdem 40 a 60% dos resultados da atividade agrícola. Note-se que não é possível aumentar a área disponível para arar e que, dado o crescimento populacional a nível mundial, pode surgir necessidade de recorrer a métodos científicos capazes de aumentar a precisão e a eficiência de

obtenção de espécies vegetais *"mais produtivas e resistentes às condições adversas do cultivo"* (Fevereiro M. , 2009, p. 3).

De forma genérica, várias instituições internacionais suportam a ideia de que os espécimes vegetais modificados geneticamente que são, atualmente, comercializados não são mais tóxicos ou alergénios que os restantes alimentos não modificados. Sabe-se ainda que, testes efetuados pela Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económicos (OCDE) – testes reconhecidos pela maioria da comunidade científica e por especialistas em toxicologia pela sua eficiência – aprovam esta premissa (Fevereiro M. , 2009).

A maioria da comunidade científica (com inclusão da OMS) considera, de forma consensual, que a utilização do método de tDR dá origem aos melhores alimentos testados e regulamentados de sempre, sendo o método de eleição (Fevereiro M. , 2009).

A *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos recebe e analisa dos documentos que resumem a informação gerada após os testes realizados aos novos produtos. Estes dados são analisados por cientistas que levantam as perguntas necessárias para aferir sobre a qualidade dos produtos (Damery, D'Adamo, Graham, Hoffman, & Riedl, s. d.). Esta entidade só permite a avaliação de uma nova variedade de vegetais transgénicos se as sequências retiradas dos organismos forem semelhantes a alergénicos e toxinas cujas funções sejam conhecidas e se os seus níveis de acumulação na planta forem baixos, sendo também necessário validar se as proteínas presentes na planta são facilmente degradadas a nível gastrointestinal. No contexto laboratorial são

realizados testes em ratos (que não podem sofrer efeitos adversos quando alimentados com níveis elevados da planta) e em galinhas (que não devem sofrer efeitos adversos durante 42 dias de alimentação com o produto testado). Caso não se verifique aproveitamento num destes elementos, o alimento não poderá ser comercializado (Fevereiro M. , 2009).

"O DNA [...] é uma molécula não tóxica. Todos os alimentos contêm DNA em maior ou menor quantidade, o qual é facilmente digerido [e] não existem dados que demonstrem que sequências de DNA consumidas sejam integradas no genoma das células do organismo que as consome" (Fevereiro M. , 2009, p. 6).

A bactéria *Bacillus turingiensis* é utilizada há cerca de cinco décadas no controlo das pragas, e a sua utilização é aprovada pela agricultura "biológica" para pulverizar milhares de hectares de cultivo, sendo que *"as proteínas deste organismo foram ao longo dos anos testadas e não são tóxicas nem provocam alergias"*. Nos AGM verifica-se uma aplicação diferente da mesma bactéria: em vez de ser pulverizada nos cultivos é isolada e transferida para as plantas, que passam a sintetizar a proteína tóxica para os insetos (Fevereiro M. , 2009, p. 6). Outros autores dão ênfase à redução da necessidade do uso de pesticidas (Feldmann, Morris, & Hoisington, 2000). No que diz respeito aos herbicidas, não se verifica presença de indícios de potencial alergenicidade nas plantas geneticamente modificadas (Fevereiro M. , 2009).

Muitos levantam a possibilidade de os AGM serem causadores de resistência à antibioterapia, especificamente a nível gastrointestinal. Estudos revelam que, numa

maioria dos casos, esta resistência é causada para a Canamicina; contudo, 40% das bactérias do trato intestinal é naturalmente resistente a este antibiótico, que não é comumente prescrito devido à sua baixa eficácia (Fevereiro M. , 2009).

Em relação ao cruzamento de sementes, a modificação genética apresenta maiores níveis de segurança, na medida em que o material genético é transferido em menor quantidade e de forma mais controlada e precisa, embora o cruzamento de sementes seja uma técnica mais utilizada e não seja tão debatida (Debating Science Issues, 2012).

Em suma, segundo os argumentos encontrados a favor, os AGM não são nem mais nem menos prejudiciais à saúde do que os alimentos que constam normalmente na dieta da maioria dos indivíduos, embora seja necessário manter uma fiscalização regular e "rígida", com intuito de garantir a qualidade dos AGM produzidos e comercializados (Fevereiro M. , 2009).

Argumentos: contra

Os AGM apresentam riscos potenciais (quer para o ambiente e o ecossistema, quer para a saúde humana) que podem representar efeitos irreversíveis. Os riscos para o ambiente caracterizam-se pela disseminação de transgenes através de plantas, animais e flora microbiana do solo. Desta forma as plantas transgênicas transmitem às plantas selvagens, da mesma espécie ou de outra, a resistência aos herbicidas através da polinização cruzada. Nos animais, nomeadamente nos peixes, é também através da reprodução que ocorre a transmissão de transgenes. Quanto à flora microbiana do solo há uma possibilidade de esta utilizar o

material genético dos seres circunvizinhos e ocorrer também transmissão de transgenes. Os riscos ambientais também passam pelo desenvolvimento de resistência a pesticidas, nomeadamente herbicidas e inseticidas, que ao eliminar determinados indivíduos promove a sobrevivência dos mais resistentes, que se multiplicam e constituem uma nova praga (Silva, 2006) (Dion, 2002).

A biodiversidade também é afetada e, com os AGM, esta diminui e provoca um desequilíbrio nos ecossistemas, pela aceleração do processo de seleção de variedades e indução de genes que de outra forma não existiriam no ecossistema (Silva, 2006) (Dion, 2002).

Em contradição ao que foi dito anteriormente, consta na literatura que a *Greenpeace* defende que a FDA não examina os estudos de qualidade originais realizados pelas companhias de produção de AGM, baseando-se apenas no resumo da avaliação entregue por estas mesmas companhias. Isto torna-se relevante referir na medida em que os estudos que são realizados por entidades independentes às produtoras de AGM revelam que os métodos de avaliação dos interessados são inadequados e defendem a existência de sérios riscos de saúde associados à sua utilização, verificando-se discrepância nos resultados. Também a *Consumers Union* defende que a FDA proclama a equivalência entre alimentos modificados e não modificados sem a realização de testes de qualidade próprios (Damery, D'Adamo, Graham, Hoffman, & Riedl, s. d.).

Na modificação de alimentos pode ocorrer transferência de genes desconhecidos, genes estes que podem ser fonte de reações alérgicas e outros efeitos secundários adversos. Estas

alergias podem comprometer a saúde dos consumidores de várias formas: podem ser apenas causadoras de desconforto ou, com maior seriedade, ser etiologia de choque anafilático (Damery, D'Adamo, Graham, Hoffman, & Riedl, s. d.). Referimos, aqui, a extrema importância de identificar estas modificações nos rótulos dos produtos de modo a que os consumidores consigam reconhecer a presença de outros tipos de alimentos aos quais podem ser alérgicos e ser capazes de tomar decisões informadas e responsáveis (Damery, D'Adamo, Graham, Hoffman, & Riedl, s. d.).

Um dos riscos relacionados com a saúde humana diz à resistência aos antibióticos, que ocorre através da ingestão de plantas transgênicas e posterior alteração da flora microflora do tubo digestivo, assim como pela absorção de genes que são incorporados na flora intestinal sem qualquer alteração. No entanto, estas hipóteses constituem-se como pouco prováveis. Ainda relativamente aos riscos para a saúde humana poderão ser transferidas ou criadas novas toxinas ou compostos alergénicos que podem provocar reações alérgicas, se não forem utilizadas medidas de precaução (Silva, 2006) (Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie, 2003).

Resta, ainda, referir que para além disso, a produção de AGM altera as características dos alimentos fazendo com que a sua metabolização no organismo seja também alterada. Os alimentos ingeridos podem não ser AGM mas possuírem transgenes pela acumulação destas substâncias no solo onde as plantas se desenvolvem e transmitem aos animais através

da cadeia alimentar (Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie, 2003).

Alimentos Geneticamente Modificados: uma perspectiva ética

Torna-se importante definir conceitos como Ética e Bioética. Ricoeur, citado por Nunes, defende que o plano ético é descrito pela sua finalidade: *"uma vida boa, com e para os outros, e instituições justas"* (Nunes, 2009, p. 6). A autora dita ainda que *"a Ética reporta ao viver bem. Não impõe nada, não obriga ninguém – baliza e orienta, não ordena nem coage"*, querendo isto dizer que a ética poderá ser modeladora da ação para levar o Homem a viver em homeostasia, ainda que o conceito de *bom* seja variável de indivíduo para indivíduo (Nunes, 2009, p. 11).

A Bioética, num sentido amplo, é uma *"ciência interdisciplinar para a reflexão crítica entre os princípios éticos que emergem com o avanço das ciências biológicas e da saúde humana"*. Os AGM são produtos originados pela Biotecnologia pelo que, de acordo com a definição supracitada, se torna pertinente abordar o tema numa perspectiva Bioética (Arantes, 2012, p. 15).

Inerentes à temática dos AGM estão os princípios éticos de prudência, precaução, proporcionalidade, caso a caso, não discriminação, passo a passo, autorização, beneficência, respeito à autonomia, não maleficência, e justiça. Para compreender a aplicação destes princípios aos AGM é necessário ter noção do conceito de incerteza científica.

A incerteza científica identifica-se quando não existem dados suficientes sobre os riscos e

os danos que determinado produto/processo pode provocar. Existe, portanto, falta de informação que não consegue ser obtida previamente, o que acontece no caso dos OGM (Silva, 2006).

O **princípio da prudência** é aplicado aos AGM através da implementação de uma política de avaliação dos riscos, que permite que os riscos sejam avaliados de forma contínua e sempre que necessário, antes de avançar com a produção dos AGM. Esta política de avaliação necessita de elementos prudenciais que estão relacionados com a variável escolhida, medições realizadas, amostras recolhidas, modelos utilizados e nexo de causalidade determinado. Os elementos prudenciais poderão ser a utilização de animais como meio de identificar os potenciais efeitos no ser humano, *"utilização de escalas de peso corporal para comparações entre espécies"* (Silva, 2006, p. 30), avaliação da dose diária admissível, não avaliação de doses diárias admissíveis em substâncias genotóxicas cancerígenas, e a utilização de um nível de contaminantes tóxicos tão baixo e razoável quanto possível (Silva, 2006).

O **princípio da precaução** é aplicado quando *"a informação científica é insuficiente, inconclusiva ou incorreta"*, ou seja, quando há incerteza científica, e quando os possíveis danos ao ambiente, saúde humana e animal, e proteção vegetal são indicados como potencialmente perigosos e *"incompatíveis com o nível de proteção escolhido"* (Silva, 2006, p. 32). Este princípio mostra que *"a ausência de prova científica do risco numa dada atividade humana não deve ser invocada como justificação para a não tomada de medidas capazes de*

prevenir a materialização desse risco” (Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida, 2011, p. 64). Deste modo, permite antecipar os perigos em vez de se debruçar na responsabilidade da compensação pelos danos após estes terem ocorrido (Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida, 2011). A aplicação do princípio da precaução é feito através da gestão dos riscos, quer imediatos quer a longo prazo, e pode passar por um processo de investigação ao produto ou ao seu processo de produção, ou por informar a população dos possíveis efeitos que o produto ou processo poderá provocar (Silva, 2006) (Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida, 2011).

O **princípio da proporcionalidade** é aplicado em simultâneo com o princípio da precaução uma vez que é importante ter em conta que, na aplicação do princípio da precaução e através de medidas de precaução, estas devem ser proporcionais ao nível de proteção desejado. Assim sendo, num caso as medidas de precaução adequadas podem ser de restrição total, e noutro menos restritivas (Silva, 2006). Uma vez que o princípio da precaução é aplicado em casos de falta de informação científica, quando surgem novos dados científicos as medidas de precaução também se podem tornar menos restritivas ou até serem eliminadas. Desta forma, deve haver um acompanhamento regular da informação científica relativamente às medidas de precaução (Silva, 2006).

O **princípio de caso a caso** aplicado aos AGM concretiza-se na avaliação dos riscos de cada um dos organismos, uma vez que estes

apresentam variedade de características, utilizações, meios recetores, e podem estar inseridos num meio onde já existem outros AGM (Silva, 2006). Por outro lado, o **princípio da não-discriminação** refere que *“situações comparáveis não devem ser tratadas de forma diferenciada”* (Silva, 2006, p. 37).

O **princípio de passo a passo** permite que seja feita uma avaliação dos efeitos dos AGM a longo prazo. Esta avaliação é feita através de etapas em que a passagem à etapa seguinte implica que a etapa anterior mostre proteção da saúde humana e ambiental na etapa seguinte (Silva, 2006).

O **princípio da autorização** é uma forma de aplicação do princípio da precaução. Este princípio implica a produção de provas científicas relativamente aos efeitos dos OGM por parte das entidades que os comercializam. Sem estas provas os AGM não terão autorização para serem libertados no ambiente por se supor que, sem provas que demonstrem que os AGM não apresentam riscos perigosos para a saúde humana e ambiental, estes organismos são perigosos (Silva, 2006).

O **princípio da beneficência** implica uma atribuição de bem-estar ao outro (Martins, 2013). Este princípio aplicado aos AGM implica que estes organismos tenham utilidade para a vida, e estejam afastados de conflitos de interesses relacionados com negócios particulares (Martí, Roa-Castellanos, Baselga, & Drane, 2014).

O **princípio da não maleficência** refere uma obrigação de não fazer mal ou provocar

dano a outro (Martins, 2013). Aplicando este princípio aos AGM estes devem ser produzidos de forma moderada e consoante a necessidade de produção dos mesmos (Martí, Roa-Castellanos, Baselga, & Drane, 2014).

O **princípio do respeito pela autonomia** prevê um *"reconhecimento do valor da pessoa enquanto sujeito que tem o direito de escolha"* (Martins, 2013, pp. 16, 17). Assim sendo, tudo o que é relativo aos AGM deve estar em conformidade com a opinião de todas as partes envolvidas (Martí, Roa-Castellanos, Baselga, & Drane, 2014). Poderá integrar-se aqui a importância da rotulagem dos AGM, sendo que o consumidor só será capaz de decidir adquirir ou não os produtos se tiver o conhecimento do que neles constam. Assim, a informação será uma poderosa ferramenta na garantia da autonomia das pessoas.

O **princípio da justiça** estabelece o dever de *"dar a cada um o que lhe é devido"*, quer seja relativamente a direitos, deveres, benefícios e responsabilidades (Martins, 2013, p. 40). Relativamente aos AGM este princípio deve ser aplicado para que todos os envolvidos beneficiem de imparcialidade (Martí, Roa-Castellanos, Baselga, & Drane, 2014).

Reflexão pessoal

Denotamos, portanto, a ambivalência referente à produção (ou não) de AGMs. Consideramos que esta prática seja uma mais valia para os produtores/distribuidores deste tipo de artigos; no entanto, e devido à falta de transparência dos critérios de inspeção utilizados pelas partes interessadas no comércio deste tipo de produtos não conhecemos ao certo as

implicações que poderão ter na saúde dos consumidores.

O facto é que existe uma discrepância entre os resultados dos testes de qualidade efetuados pelas entidades interessadas na venda dos produtos (que, segundo consta, são aprovadas pela FDA – embora sem confirmação da sua fidedignidade) e os testes realizados por terceiros independentes sem qualquer tipo de interesse económico pela distribuição dos mesmos.

Posto isto, verificamos que não estão a ser aplicados os Princípios Éticos da Autorização, uma vez que não são verificadas pelas entidades reguladoras (como a FDA) as provas realizadas aos produtos geneticamente modificados, sendo apenas realizada a leitura dos resultados de outrem; da Justiça, visto que as entidades que comercializam os produtos não agem de forma imparcial verificando-se, como já foi referido, uma discrepância entre os seus resultados e os resultados das entidades independentes; da Precaução, sendo que não se verifica a aplicação das medidas necessárias à gestão de potenciais riscos; juntamente ao princípio anterior deveria ser aplicado o princípio da Proporcionalidade, o que não se observa porque as medidas aplicadas não são proporcionais ao nível de proteção desejados para a verificação dos princípios da Beneficência e Não Maleficência. Por último, mencionamos a incapacidade de averiguação da aplicabilidade do Princípio da Prudência porque apesar da afirmação de que são realizados testes de qualidade (inclusive experimentação animal) não existe confirmação no terreno, logo, a avaliação dos riscos não está a ser realizada ao nível pretendido.

Atendendo a toda a informação supracitada, defendemos o consumo de

alimentos que não tenham sofrido modificações genéticas uma vez que não há clareza no que diz respeito à fidedignidade e controlo dos resultados e que a informação sobre os riscos para a saúde humana decorrentes da alimentação com AGM (a médio/longo prazo) é reduzida, embora exista a crença que os mesmos poderão ser prejudiciais. Fazendo menção ao ambiente e ecossistemas, considera-se o potencial desenvolvimento de sequelas graves e irreversíveis (como a contaminação dos solos com transgenes e a diminuição da biodiversidade), o que não apela a favor da produção de AGM.

Consideramos que, apesar de todas as incertezas, em caso de distribuição/venda destes produtos estes devem, em todos os casos e sem exceções, ser assinalados no rótulo com sendo modificados geneticamente. Só desta forma é garantido o direito dos consumidores ao Princípio do Respeito pela Autonomia. Esta identificação não deve ser aplicada com intuito de demover os clientes à compra destes artigos, mas sim de capacitá-los para decidir de forma livre e responsável, com os dados necessários à tomada de decisão.

Considerações finais

Abordado o tema dos AGM relativamente à legislação que rege a sua produção e inspeção, aos argumentos a favor e contra a sua produção/consumo e os princípios éticos inerentes a esta temática e que requerem ser aplicados à mesma concluímos que estes produtos apresentam benefícios económicos, mas também riscos potencialmente irreversíveis para o ambiente e ecossistema. Deste modo é necessário ponderar a sua produção através da análise e realização de provas científicas que

comproven a ausência de potenciais danos para os consumidores (Princípio da Beneficência, Não Maleficência e Prudência), ou, quando a realização destas provas não é possível, devem ser tomadas medidas de precaução. Assim sendo é necessário que entidades reguladoras inspecionem a sua produção e a avaliação dos potenciais riscos (Princípio da Precaução e Proporcionalidade).

Verificámos também que embora as tarefas supracitadas necessitem de ser cumpridas não o são, comprometendo assim os princípios éticos aplicáveis aos AGM e promovendo a ocorrência de danos para a humanidade, ambiente e ecossistema.

Concluimos então que é relevante desenvolver mais testes, que sejam mais minuciosos e cujos resultados estejam disponíveis para qualquer pessoa que tenha a intenção de os consultar, e que os mesmos sejam apresentados de forma clara, de fácil compreensão e com especificação de dados concretos e verdadeiros: só assim será possível garantir a sua transparência. Deste modo, tornar-se-á mais fácil a tomada de decisão e posição em relação a esta temática.

Referências

- Arantes, O. (2012). A bioética e a segurança alimentar: alimentos geneticamente modificados. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, pp. 14-20. Obtido em 6 de janeiro de 2016, de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ethic/article/viewFile/16127/14665>
- Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie. (2003). *Pour une Gestion Éthique des OGM*. Québec: Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie. Obtido em 11 de janeiro de 2016, de <http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/OGM/OGM-avis-FR.pdf>
- Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida. (2011). *Nanotecnologias e O.G.M. - Ciência, Ética, Sociedade Actas do 11º Seminário do CNECV*. Lisboa: Conselho Nacional de Ética para as Ciências

- da Vida. Obtido em 11 de janeiro de 2016, de http://www.cneqv.pt/admin/files/data/docs/1415190019_Livro%20bioetica_12_Nanotecnologia%20e%20OGM.pdf
- Damery, P., D'Adamo, N., Graham, M., Hoffman, M., & Riedl, J. (s. d.). The Debate on Labeling Genetically Modified Food. Obtido em 6 de janeiro de 2016, de <http://www.public.iastate.edu/~ethics/LabelGMFood.pdf>
- Debating Science Issues. (2012). Genetically Modified Food. Obtido em 6 de janeiro de 2016, de <http://www.debatingscienceissues.com/wp-content/uploads/2012/09/GMF-print-friendly.pdf>
- Dion, É. (Agosto de 2002). OGM végétaux. *Pour une Gestion Éthique des OGM*. Québec: Commission de l'Éthique de la Science et de la Technologie. Obtido em 11 de janeiro de 2016, de <http://www.ethique.gouv.qc.ca/fr/assets/documents/OGM/OGM-vegetaux.pdf>
- Feldmann, M., Morris, M., & Hoisington, D. (2000). Genetically Modified Organisms: Why All The Controversy? *Choices*, pp. 8-12. Obtido em 7 de janeiro de 2016, de <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/132113/2/WhyAllTheControversy.pdf>
- Fevereiro, M. (novembro de 2009). Alimentos "geneticamente modificados". *Salutis Scientia*, 1, pp. 1-11. Obtido em 6 de janeiro de 2016, de <http://www.salutisscientia.esscvp.eu/Site/download.aspx?artigoid=30417>
- Fevereiro, M. (novembro de 2009). Alimentos "geneticamente modificados". *Salutis Scientia*, 1, pp. 1-11. Obtido em 6 de janeiro de 2016, de <http://www.salutisscientia.esscvp.eu/Site/download.aspx?artigoid=30417>
- INE. (2013). Estatísticas do Ambiente 2012. Obtido em 7 de janeiro de 2016, de https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?lookparentBoui=210211805&att_display=n&att_download=y
- Martí, M. C., Roa-Castellanos, R., Baselga, M. J., & Drane, J. (26 de Setembro de 2014). Bioethical analysis of transgenic animals and genetically modified organisms (GMO). *Medicina Balear*, 29, pp. 41-50. Obtido em 11 de janeiro de 2016, de http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/medicinaBalear/archives/Medicina/Balear/2014_vol/29_n3p04.dir/Medicina_Balear_2014_vol29_n3p041.pdf
- Martins, I. O. (2013). *A operacionalização dos princípios da Bioética no principialismo de Beauchamp e Childress*. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa. Obtido em 13 de janeiro de 2016, de <http://run.unl.pt/bitstream/10362/10612/1/A33634%20IsabelMatosMartins%20Disserta%C3%A7%C3%A3oMestrado%20Vf.pdf>
- Nunes, L. (2009). *Ética: Raízes e Florescências, em Todos os Caminhos*. Lisboa: Lusociência.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (12 de março de 2001). Diretiva 2001/18/CE, de 21 de março. Obtido em 7 de janeiro de 2016, de http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-1/dir_2001_18/dir_2001_18_pt.pdf
- Presidência da República. (21 de setembro de 2005). Decreto do Presidente da República n.º 48/2005, de 21 de setembro. Obtido em 2016 de janeiro de 7, de http://www.dgv.min-agricultura.pt/xeov21/attachfileu.jsp?lookparentBoui=4249592&att_display=n&att_download=y
- Silva, I. M. (2006). *Contributo para uma análise crítica de aspetos relacionados com os OGM*. Aveiro: Universidade de Aveiro. Obtido em 11 de janeiro de 2016, de <http://ria.ua.pt/bitstream/10773/4941/1/206975.pdf>
- WHO. (maio de 2014). Frequently asked questions on genetically modified foods. Obtido em 7 de janeiro de 2016, de http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/Frequently_asked_questions_on_gm_foods.pdf



<https://staprogramdotcom.files.wordpress.com/2014/10/981505908359351bdbde29935f7067f6.jpg?w=300&h=187>

Biologia Sintética: *Human Enhancement*

Sintetic Biology: Human Enhancement

André Filipe Gonçalves Godinho e Sara Raquel Madeira Pina.

Revisão de Lucília Nunes

Resumo

A biologia sintética é uma área de investigação com pouco mais de 10 anos. A criação de vida artificial vai para lá do que já existia. Já há algum tempo que a criação de seres transgénicos e organismos geneticamente modificados através da tecnologia de DNA recombinante é possível. Isto pressupõe um organismo no qual é inserido um gene ou genes de interesse para o Homem. A possibilidade de criar vida num tubo de ensaio concerne não só a críticos, comissões de ética e especialistas mas a todos os cidadãos, pensando na salvaguarda do património genético. Neste sentido, coloca-se em questão, e cada vez mais emergente: o Human Enhancement. Pensar no “melhoramento” ou aperfeiçoamento humano pode significar uma revolução científica –e não só– e evolução para o Homem ou uma ameaça à espécie humana.

Palavras-chave: Biologia Sintética, Seres Transgénicos, Organismos geneticamente modificados, Património Genético, Melhoramento Humano

Abstract

Synthetic Biology is an area of investigation with little over 10 years of research. The creation of artificial life goes beyond what already existed. The creation of transgenic beings and genetically modified organisms has been possible for a while. This presumes that an organism in which is inserted a gene or genes with interest for mankind. The possibility of creating life in a test tube concerns not only critics, ethics commissions and specialists, but to all citizens, regarding the preservation of the genetic patrimony. In this sense, a question emerges: Human enhancement. To think in the improvement or human perfecting can mean a scientific revolution, and the evolution of Man, or a threat to the human species.

Key Words: Synthetic biology, Transgenic Beings, Genetically Modified Organisms, Genetic Patrimony, Human Enhancement

Introdução

O presente artigo surge inserido no tema de *Biologia Sintética: Human Enhancement*, entendendo-se que tal se constitui como questão emergente na sociedade atual. Além do mais, coloca um particular desafio, de pensarmos na possibilidade de “melhoramento humano”, o que é que isto pode significar e qual a nossa reflexão. Em termos estruturais, trata-se de um artigo de

revisão bibliográfica, que conflui na ideia de um ensaio, onde cada um de nós tem a oportunidade de expressar a nossa opinião acerca do *Human Enhancement*.

Assim, primeiramente procedemos a uma revisão sobre o que é a biologia sintética, organismos geneticamente modificados e seres transgénicos, com breve identificação de vantagens e riscos que a biologia sintética pode ter. Seguidamente, abordamos o *Human Enhancement*, uma breve descrição do que é,

vantagens e desvantagens bem como as mais conhecidas posições sobre o assunto.

Biologia Sintética

Biologia advém do grego "Bio" e "-logia", correspondendo a *vida* e conhecimento, ciência; assim, a Biologia é a ciência que estuda (a vida) os seres vivos. Adicionar o termo "*sintética*" depreende a artificialidade de algo pois "A biologia sintética procura desenhar e obter, mediante engenharia, produtos com base biológica, instrumentos e sistemas novos, assim como redesenhar sistemas biológicos naturais já existentes" (Royal Academy of Engineering, 2009 cit. por CNECV, CBE, 2011, p.10).

Assim, a biologia sintética permite redesenhar seres vivos já existentes indo mais além na medida em que também pressupõe a criação de vida a partir de materiais não vivos. A criação de genomas sintéticos exige a padronização que corresponde a conexão dos genes de interesse, "(...) junção deliberada e ordenada de blocos sequenciais, que foram, por assim dizer, encaixados uns nos outros (...)" (CNECV, CBE, 2011, p.11) para construção de circuitos genéticos posteriormente inseridos num hospedeiro.

A expressão "Biologia Sintética" não parece *"uma expressão feliz mas impôs-se, talvez pelo seu valor retórico e metafórico e por ter implícita a ideia de uma intervenção activa do cientista nos processos biológicos; o cientista que já não se limita a observar, descrever e entender, mas que manipula, modifica e*

*inova. Deste modo, o termo biologia sintética descreve, em termos gerais, as linhas de investigação, no âmbito das ciências da vida, interessadas na síntese de partes de sistemas biológicos ou na construção de modelos de sistemas biológicos diferentes daqueles que existem na natureza. Esta técnica encerra, no entanto, diferentes abordagens (Deplazes, 2009; Schmidt et al., 2009): bioengenharia, genómica sintética, protocélulas e a biologia molecular artificial (não natural)."*⁴

Organismos Geneticamente Modificados (OGM's) e Transgénicos

A biologia sintética encontra sobreposição com outras áreas - exemplificando, a engenharia genética que pode utilizar a tecnologia recombinante de ADN, que permite isolar um gene de interesse de um organismo natural e inseri-lo num outro de forma a expressar a característica desejada; são exemplo de transgénicos quer os alimentos resistentes a determinadas pragas ou com enriquecimentos nutricionais, e o "colibacilo produtor de insulina humana" (CNVE, CBE, 2011, p. 11).

Num organismo geneticamente modificado há intervenção artificial mas não adição de um gene de outro organismo diferente. A alteração neste organismo pode ser por exemplo na expressão de um gene do seu código genético.

⁴ Parecer CNECV, Sobre a Biologia Sintética, p. 11.
http://www.cneqv.pt/admin/files/data/docs/1320431400_BiologiaSintetica_CBE-CNECV%20Aprovado.pdf

Vantagens da Biologia Sintética

Prevêm-se grandes aplicações comerciais e sociais da Biologia Sintética. A sua potencialidade faz crer a utilização nos mais variados setores com benefícios para o Homem, tais como: a medicina, agricultura, indústria, pecuária, alimentação, fontes de energia, etc

Como afirma Rodrigues, a "biologia sintética pode ainda desempenhar um papel crucial no desenvolvimento de novos sistemas de libertação controlada de drogas dirigidos para alvos específicos. As células podem ser manipuladas para reconhecer alvos específicos ou condições no corpo humano que não são naturalmente reconhecidas pelo sistema imunitário"⁵.

Riscos da Biologia Sintética

Uma das preocupações, desde cedo detetada e publicada numa edição da revista Nature, em 2004: "Se de facto os biólogos estão em vésperas de sintetizar novas formas de vida, as possibilidades de usos mal intencionados ou desastres involuntários poderiam ser enormes."⁶

A biosegurança comporta a *Biosafety* e a *Biosecurity*. Da biologia sintética pode depreender-se uma ameaça para a segurança do ser humano, mesmo que acidentalmente; veja-se, neste nível, a transmissão horizontal

de genes entre organismos.

A *Biosecurity* debruça-se mais sobre a criação de armas biológicas, no bioterrorismo. Entre outras ameaças destacamos a pirataria de informação genética (Biopirataria digital) que pode ser acedida ilegalmente ou a patenteabilidade de organismos biológicos que levará a um "monopólio sobre a exploração de produtos e/ou procedimentos" (CNVE, CBE, 2011, p.8).

Na actualidade, o facto de contribuir para o progresso da Ciência e, consequentemente, aplicar estes conhecimentos para desenvolver métodos que melhorem a vida humana, é um objetivo de suma importância. Todavia, não é possível ignorar que existem outros interesses que, muitas vezes, são colocados à frente, tornando o risco de utilizar a Biologia Sintética para construir vírus como armas biológicas real e cada vez maior.

Human Enhancement

Em 2011, Nirenberg redigia na edição "Will Society Be Prepared?" relativamente à sintetização de material biológico - "Em 25 anos, as células serão programadas sinteticamente, e quando o Homem for capaz de programar as suas próprias células, deve-se conter de o fazer até que tenha sabedoria suficiente para usar este conhecimento em benefício da Humanidade" (Cuartero et al, 2009, p. 335).

Human enhancement é uma área da medicina e da bioengenharia que surgiu recentemente, e que tem por objetivo o desenvolvimento de técnicas e tecnologias

⁵ Rodrigues, Lúcia R. (2013) Abordagens de biologia sintética para o diagnóstico e tratamento do cancro. Boletim de Biotecnologia. Novembro, p. 14. <http://www.spbt.pt/boletim.aspx>

⁶ Pinto, Joana (2011) Biologia de Sistemas, Biologia Sintética e suas Implicações. Site Bioinformática. UBI. http://www.di.ubi.pt/~pandrea/bioinformatica2011/ArtigoOpiniao_JoanaPinho.pdf

para ultrapassar limitações cognitivas e físicas do corpo humano. Existem inúmeras aplicações, como a força muscular, a resistência, a visão, a inteligência, a personalidade, limite biológico da idade, etc.

Com o surgimento desta área existe a necessidade de repensar sobre o objetivo da medicina que, atual e tradicionalmente se processa de uma forma terapêutica, ou seja, de corrigir o que existe de disfuncionante, no momento na pessoa, enquanto que o *Human enhancement* procura melhorar o existente.

Existem quatro tipos diferentes de human enhancement:

1. Enhancement tecnológico – o uso de tecnologias como implantes cerebrais de computadores para melhorar a inteligência, ou de objetos mais comuns como o microscópio;

2. Enhancement cosmético – o mais conhecido, que inclui as cirurgias cosméticas como implantes mamários ou preenchimentos faciais;

3. Enhancement farmacológico – o uso de fármacos para melhorar a produtividade. Estes fármacos têm um maior foco na área do desporto, mas pode ser também utilizado para melhorar o performance mental;

4. Enhancement Genético – alteração do DNA nas células humanas para alterar o seu funcionamento. Esta alteração pode ocorrer ao nível das células somáticas ou germinativas. Quando se fala em terapia genética em embriões, fala-se de alterações a células germinativas da mãe ou pai, sendo que estas alterações serão permanentes para esse embrião e para todas as gerações que irão surgir posteriormente.

Perspetivas do *Human Enhancement*

Existem claramente argumentos favoráveis e desfavoráveis, de um ponto de vista ético e moral, para esta área da saúde emergente, sendo que existe em alguns países, como os Estados Unidos da América, posições distintas, opostas, que defendem o uso de *Human Enhancement*, o grupo dos transhumanistas, ou que condena o uso, o grupo dos bioconservistas.

Como afirmou Estanqueiro, "*os debates em torno dos limites da pesquisa biológica e do uso da biotecnologia, especialmente no campo filosófico, podem ser divididos entre dois grupos:*

i) *biocatastrofistas, bioconservadores, tecnofóbicos;*

ii) *tecnoprofetistas, transumanistas e tecnofílicos*"⁷.

No fundo, duas posições divergentes e extremadas, duas visões (ou mundivisões) que diferem pelo significado atribuído às biotecnologias - num grupo⁸, os que encaram com reservas os avanços da tecnologia na natureza e vida humanas e apelam à

⁷ Estanqueiro, Ana Sofia (2013) As novas possibilidades de transformação dos homens por via tecnológica. Reflexões Éticas, Sociais e Políticas em Habermas, Jonas e Hottois. [https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18261/1/SofiaEstanqueiro_Tese\[doutoramento\]_vPB_cdversion.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/18261/1/SofiaEstanqueiro_Tese[doutoramento]_vPB_cdversion.pdf)

⁸ É o caso de Jürgen Habermas (Técnica e ciência como ideologia, Edições 70, 1994; O Futuro da Natureza Humana, Coimbra: Almedina, 2006), de Michael Sandel (The case against perfection: ethics in the age of genetic engineering. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 2007), de Francis Fukuyama (O Fim da História e o Último Homem. Gradiva Publicações, 1999; Our Posthuman Future: consequences Of The Biotechnology Revolution, Profile Books, 2003) e Richard Lewontin (Triple Helix: Gene, Organism, and Environment, Harvard University Press, 2000).

indisponibilidade do património genético humano à tecnicização e à preservação da natureza humana pois as tecnologias de melhoramento humano poderão comprometer a dignidade humana e a humanidade; noutro grupo⁹, os que assumem uma posição favorável ao melhoramento ou aperfeiçoamento humano, fazendo a apologia de um novo humanismo e da ampliação da investigação, defendendo a liberdade morfológica e reprodutiva. A polaridade da questão reside essencialmente entre duas posições distintas e (quase) diametralmente opostas.

Transhumanistas: Argumentos

Segundo os transhumanistas, o *human enhancement* faz parte de um movimento transhumanista, que comporta o melhoramento do humano através da ciência, razão e tecnologia. Este grupo considera que o *human enhancement* é um direito de todas as pessoas, e que as mesmas têm o direito de aprovar ou desaprovar do uso deste.

Consideram que o *human enhancement* é algo que deve ser encorajado e suportam a sua opinião em dois pilares fundamentais. Em

primeiro lugar a evolução da espécie humana é um produto natural e o “human enhancement” *per si* constitui-se meramente como uma aceleração deste processo.

Segundo, crêem que este processo constitui-se como uma oportunidade de concretizar uma vida humana desejada e mais saudável (ser mais inteligente, ser mais forte). Algo que a pessoa já faz por meio da educação, dieta e exercício físico.

Outro aspeto que este grupo comenta e defende é a inevitabilidade do *Human Enhancement*, uma vez que existe pesquisa científica em fertilidade e embriologia, a proibição jurídica não vai impedir cientistas e/ou cidadãos que desejem de o cumprir.

Desta forma defendem que o *Human enhancement* deve ser aceite, e desenvolvido/defendido juridiscionalmente e legalmente de forma a estarmos todos cientes e contextualizados de riscos e benefícios.

Por fim, este grupo ainda sustenta a defesa deste processo na consignada, *Autonomia Parental* e do próprio, na medida em que cada pessoa está mais apta a decidir de seu próprio interesse que o Governo, seja, legislação. Assim na posição de consumidor/paciente não deve estar proibido de aceitar de forma livre e esclarecida uma intervenção ou exercer a sua “autonomia parental”.

Bioconservistas: Argumentos

O grupo dos bioconservistas considera que o corpo humano não precisa de ser melhorado, e que o uso de tecnologia de human enhancement não é considerado uma ação ética correta. Este grupo considera que o uso de human enhancement é “fazer batota

⁹ É o caso de Julian Savulescu (Decisiones peligrosas? Una bioética desafiante. Editorial Tecnos: Madrid, 2012), James Hughes (Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future. Westview Press, 2004), Jérôme Goffette (Naissance de l'anthropotechnie: de la biomedicine au modelage de l'humain. Paris, Vrin, 2006), de Jean-Michel Besnier (Demain, les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous?. Paris, Hachette, collection "Haute Tension", 2009), Norman Daniels (Can anyone really be talking about ethically modifying human nature?. In Savulescu; Bostrom (Eds.) – Human Enhancement. Oxford: Oxford University Press 2008) e Peter Sloterdijk (Règles pour le parc humain. Paris, Éditions Mille et Une Nuits, 2000; La Domestication de l'Être. Paris, Éditions Mille et Une Nuits, 2000).

na Vida”, comparando isto com o uso de esteróides no desporto. Utilizam vários argumentos contra o *human enhancement*.

1. Segurança - Relativamente à segurança da investigação em *human enhancement*, existem várias questões que podem potencialmente afetar a segurança de uma determinada população.

Existe o risco de segurança para embriões caso os pais tenham sido submetidos a terapia genética, sendo que este não é capaz de consentir a algo que irá ter que viver consigo a sua vida inteira.

Poderia ocorrer o desenvolvimento de uma “especie” de pessoas geneticamente alteradas, que iria competir com as outras populações existentes (naturais). Face à disseminação e vulgarização do *enhancement* pela população, posições de competição como alguns empregos ou desportos poderiam dar azo ao desenvolvimento de *enhancement* excessivo, que poderia ser prejudicial para a saúde sob a forma de efeitos secundários.

2. Relações Sociais, bem-estar social e controlo social. Relativamente às relações sociais e ao bem-estar social proveniente do *human enhancement*, existem vários pontos sensíveis. Um dos pontos referidos pelo grupo é a justiça social entre grupos de pessoas, pelo que as pessoas submetidas a *enhancement* poderiam ser alvo de discriminação, ou vice-versa. Relativo ao controlo social, tem-se por exemplo as crianças que sofrem de perturbação do défice de atenção, que controlam a sua doença com um fármaco. Existem registos de que este fármaco para além de ser utilizado neste aspeto anteriormente referido, também pode

ser utilizado para ajustar o comportamento de crianças com o comportamento desviado do normal, ou seja, o *enhancement* pode ser utilizado como forma de controlo de grupos específicos. Neste aspeto, o controlo de pessoas por *enhancement* abre uma porta à objetificação da pessoa, sendo que estas pessoas não seriam auto-determinadas, mas sim determinadas por outros.

3. Natureza Humana - Este conceito é a base de muitos argumentos contra o *enhancement*. Existem vários autores, como Francis Fukuyama, que referiram que este conceito, a natureza humana, é “a soma do comportamento e características que são típicos da espécie humana, que é proveniente de fatores genéticos, diferentes de fatores ambientais” e que, como tal, esta é necessária para as relações sociais e políticas entre a espécie humana.

Existem também autores que argumentam que o propósito da ciência e medicina é para servir a pessoa humana - como o objetivo do *human enhancement* é modificar o que é considerado humano, estes consideram que este objetivo vai contra os princípios da ciência e medicina, sendo que em vez da pessoa humana fazer uso da ciência e medicina, a pessoa passaria a ser um sub-produto da ciência e medicina, diminuindo assim a dimensão de pessoa.

Enquadramento Legal

Em relação à legislação atual em Portugal, existem na lei 32/06, o artigo 3º, que refere a dignidade e não discriminação, sendo que é proibido haver discriminação nas técnicas de PMA com base no património genético e com

o fato de ser nascido por PMA;

O artigo 9º, sobre a investigação com recurso a embriões, melhor, a proibição de criação de embriões por PMA para serem utilizados em investigação. Tem-se também neste artigo que é lícita a investigação em embriões com o objetivo de prevenção, diagnóstico ou terapia de embriões, de aperfeiçoamento de técnicas de PMA, de constituição de bancos de células estaminais para transplantação, ou para outras finalidades terapêuticas.

Cite-se, também, o artigo 30º, no documento jurídico que criou o Conselho Nacional De Procriação Medicamente Assistida, ao qual se atribuiu a responsabilidade de pronúncia sobre questões éticas, sociais e legais associadas à PMA; o artigo 37º, sobre a escolha de características não médicas, que refere que for utilizado técnicas para melhorar as características do nascituro, como o sexo, fora dos casos permitidos na lei, é punido com prisão até dois anos, ou com uma multa de 240 dias.

Salientamos também o Artigo 38º, sobre a criação de quimeras ou híbridos, que refere que quem criar quimeras ou híbridos, com fim de PMA, é punido com pena entre 1 a 5 anos.

Atualmente não existem na Europa medidas de regulamentação que se foquem especificamente no *human enhancement*. Existem vários pareceres sobre a utilização do *human enhancement*, inclusive alguns que referem que deveria ser explorado e investigado unicamente para fins terapêuticos. Não obstante, existe

regulamentação para o uso da biotecnologia e tecnologias médicas avançadas, o regulamento nº 1394/2007, que pretende garantir a qualidade e a segurança de terapias e produtos médicos avançados desenvolvidos por biotecnologia.

Perspetivas dos autores

1. Considerando os argumentos acima citados, e a atual discussão sobre o *human enhancement*, considero que existem argumentos fortes tanto da posição a favor do mesmo, assim como a posição contra. Acerca dos argumentos contra, concordo com o facto de que a alteração da natureza humana por método de human enhancement pode alterar a maneira como as relações sociais e políticas entre as pessoas, modificando o modo como as pessoas interagem entre si. Outro argumento forte contra é o fato de que existe o risco de que, ao haver a eliminação das diferenças entre pessoas, a competitividade que pode surgir daí em posições de trabalho ou de competições possa de certo modo “empurrar” o avanço científico de alvo a “melhorar” excessivamente o corpo humano, surgindo daí novos problemas associados. Por outro lado, nos argumentos a favor, na minha opinião, o argumento mais forte seria a identificação de genes no genoma humano que codificassem doenças associadas a fatores genéticos como certos tipos de neoplasias. Deste modo, considero que seria a favor do desenvolvimento e emprego do human enhancement, deste que este tivesse como objetivo um uso terapêutico, ou que melhorasse a qualidade de vida de pessoas que sofressem de doenças crónicas, aproximando-as do considerado “normal”

para qualidade de vida.

2. Considero que o *Human Enhancement* é uma técnica muito promissora. Principalmente a nível de benefícios destaco a possibilidade de trabalhar com material genético responsável por doenças crónicas sendo uma resposta a muitas doenças que poderemos não vir a ter de outra maneira. Não obstante sou contra o *Human Enhancement*. Sou de opinião que a Natureza em si dá-nos o que nós precisamos e devemos trabalhar lado a lado com ela e não modificá-la. Isto também no sentido da evolução da espécie humana. Transmitindo isto em sentido de analogia creio que a Natureza dá nos as ferramentas necessárias e nós devemos trabalhar com o que nos é dado e não manipulá-la para chegarmos onde queremos.

Conclusão

A Biologia Sintética é uma área de investigação emergente e relativamente recente que traz inúmeras possibilidades e aplicações. Ainda assim, a possibilidade de criar vida artificial abre um leque de potencialidades que podem significar uma ameaça à Integridade e património genético.

O *Human Enhancement* tem como finalidade ultrapassar limitações tanto físicas como cognitivas do ser humano, através do seu "melhoramento". Existem duas correntes, uma a favor, os transhumanistas e uma contra, os bioconservistas.

Consideramos que a elaboração deste artigo foi desafiante particularmente a nível de revisão bibliográfica, uma vez que é um tema relativamente recente e ainda existe escassez de informação sobre o mesmo,

embora nos próximos anos este tema será continuamente discutido, e esperamos, regulamentado e direcionado para o bem da humanidade.

Referências Bibliográficas

- CUARTERO, Juan; MONTERO, Aurora; PERALTA, Blanca, et al – Biología (2009) Bruño ISBN 978-84-216-6443-8
- CNECV; CBE (2011). A Biologia Sintética. Lisboa-Barcelona [Em Linha] [Consult. 28 Dez. 2015]. Disponível em WWW:<URL: http://www.cnevc.pt/admin/files/data/docs/1320431400_BiologiaSintetica_CBE-CNECV%20Aprovado.pdf>
- CONSELHO CONSULTIVO DAS ACADEMIAS EUROPEIAS DE CIÊNCIAS - Biologia Sintética: Uma Introdução [Em Linha] 2011. [Consult. 28 Dez. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=25059>>
- SILVA, Jossan; PAULILLO, Luis - Biologia Sintética: possibilidades e desafios [Em Linha] Revista da Biologia, 14ª Edição. P. 33-39 (2015) [Consult. 28 Dez. 2015]. Disponível em WWW:<URL: www.ib.usp.br/revista/system/files/05_Borba.pdf>
- BREY, P. - Human Enhancement and Personal Identity. New waves in Philosophy of Technology [Em Linha]. Nova Iorque: Palgrave Macmillan, 2008. [Consult. 09 Jan. 2016]. Disponível em WWW:<URL: https://www.utwente.nl/bms/wijsb/organization/brey/Publicaties/Brey/Brey_2008_Human-Enhancement.pdf>.
- MANUEL, Chase Anders - Human augmentation: A Bioethical Implication Analysis of Cybernetics, Nanotechnology and upgrades to the Human Body [Em Linha]. National Law Review, 2012. [Consult. 09 Jan. 2016]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.natlawreview.com/article/human-augmentation-bioethical-implication-analysis-cybernetics-nanotechnology-and-up>>.
- BIOCENRE - Enhancement [Em Linha]. United Kingdom: , s.d.. [Consult. 10 Jan. 2016]. Disponível em WWW:URL: <http://www.bioethics.ac.uk/topics/enhancement.php>
- Assembleia da República - Lei n.º 32/2006 de 26 de Julho [Em Linha]. 2006. [Consult. 12 Jan. 2016]. Disponível em WWW: URL: http://www.cnpma.org.pt/Docs/Legislacao_Lei_32_2006.pdf
- Church and Society Commission of the Conference of European Churches - Human Enhancement - Scientific, Ethical and Theological Aspects from a European Perspective [Em Linha]. França : 2006. Theo Boer, Richard Fischer. [Consult 11.Jan.2016]. Disponível em WWW:<URL: [nerri.eu/download.ashx?url=/media/10910/cec-bookonline.pdf](http://www.nerri.eu/download.ashx?url=/media/10910/cec-bookonline.pdf)>. ISBN 2-88070-132-5