

AVISO AO USUÁRIO

A digitalização e submissão deste trabalho monográfico ao *DUCERE: Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia* foi realizada no âmbito do Projeto *Historiografia e pesquisa discente: as monografias dos graduandos em História da UFU*, referente ao EDITAL Nº 001/2016 PROGRAD/DIREN/UFU (<https://monografiashistoriaufu.wordpress.com>).

O projeto visa à digitalização, catalogação e disponibilização online das monografias dos discentes do Curso de História da UFU que fazem parte do acervo do Centro de Documentação e Pesquisa em História do Instituto de História da Universidade Federal de Uberlândia (CDHIS/INHIS/UFU).

O conteúdo das obras é de responsabilidade exclusiva dos seus autores, a quem pertencem os direitos autorais. Reserva-se ao autor (ou detentor dos direitos), a prerrogativa de solicitar, a qualquer tempo, a retirada de seu trabalho monográfico do *DUCERE: Repositório Institucional da Universidade Federal de Uberlândia*. Para tanto, o autor deverá entrar em contato com o responsável pelo repositório através do e-mail recursoscontinuos@dirbi.ufu.br.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE HISTÓRIA

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS:
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA DA BIOTECNOLOGIA

*Quem na
fazenda
ratificado
nas suas
armas
01/07/04*

EDUARDO MORAES WARPECHOWSKI

2804

S.G.
(C)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Centro de Documentação e Pesquisa em
História - CDHIS
Campus Stª Mônica - Bloco 1Q (Antigo Mineirão)
Av. Universitária S/Nº
Cep 38400-902 - Uberlândia - M. G. - Brasil

EDUARDO MORAES WARPECHOWSKI

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS:
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA DA BIOTECNOLOGIA

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em História, do Instituto de História da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em História, sob a orientação do Prof. Dr. Hermes Reis de Araújo.

Uberlândia, Julho de 2003.

EDUARDO MORAES WARPECHOWSKI

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS:
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA DA BIOTECNOLOGIA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hermetes Reis de Araújo – Orientador

Prof. Dr. João Cleps Junior

Profa. Dra. Christina da Silva Roquette Lopreato

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos professores Hermetes Reis de Araújo, João Cleps Junior e Christina da Silva Roquette Lopreato.

Dedico aos meus amigos Thaís, André, Miguel, Eliene, Luciano, Rafael, Patrício, Cliver, Juliana, Raquel, Aurora, Cristiane e Maxwell.

Ao Yan e Daniele.

À dona Inês, Neide, Cláudia, Udson e Isaura, e às sobrinhas Isabela e Júlia.

À minha família: minha mãe Sueli, meu pai Nário, minha irmã Érika, minha tia Cema e minha avó Joanna. Um beijo.

Ao Guilherme, pelo futuro brilhante que terá.

À Sandra, por tudo, tudo, tudo, absolutamente tudo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Hermetes Reis de Araújo pelo apoio, paciência e respeito com que me acolheu neste caminho.

Agradeço ao Prof. Dr. João Cleps Junior por aceitar participar desta banca. Sua contribuição é fundamental.

Agradeço à Profa. Dra. Christina da Silva Roquette Lopreato pela participação nesta banca, enriquecendo em muito este trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia, por oferecer a oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Instituto de História e aos professores que se dispuseram a enfrentar novos desafios.

Ao secretário João Batista, pelo seu respeito, carinho e amizade.

Aos amigos que, mesmo indiretamente, deram força para a conclusão desta etapa.

À Sandra, que me acompanhou nesta longa passagem.

SUMÁRIO

Resumo	7
Introdução	8
Capítulo 1: As biotecnologias redefinindo ciência e técnica	16
1.1 Das ervilhas à dupla hélice: as fundações da engenharia genética	17
1.2 As primeiras empresas de biotecnologia	22
1.3 Como se organizaram as empresas da vida	26
1.4 As biotecnologias como expressão da tecnociência	30
Capítulo 2: Alimentos transgênicos: as biotecnologias na agricultura	39
2.1 As biotecnologias na agricultura	39
2.2 A controvérsias do Governo Lula no caso da liberação dos transgênicos	42
2.3 Principais implicações dos alimentos transgênicos	46
Considerações finais	54
Bibliografia	57

RESUMO

Este trabalho dedica-se ao estudo das biotecnologias a partir do caso dos alimentos transgênicos. Para compreendê-las, é necessário entender o desenvolvimento da genética e da biologia molecular, duas ciências biológicas, e, paralelamente, a criação de novas técnicas, capaz de não somente formular novos conhecimentos, mas também instrumentalizá-los. Com as novas técnicas biotecnológicas, a ciência e a tecnologia deixam de ser vistas como elementos separados, integrando-se num só movimento. Uma nova abordagem, chamada tecnociência, torna mais compreensível o uso das biotecnologias na sociedade contemporânea, assim como sua dimensão política, econômica, social e ética.

Palavras-chaves: história da ciência, alimentos transgênicos, biotecnologia.

INTRODUÇÃO

Há um dito que afirma que as pessoas comuns não deveriam saber como se fazem as salsichas e as leis, pois ficaríamos horrorizados. Atualmente, além de ainda não sabermos o que contêm as salsichas, não podemos imaginar o que comem as vacas, porcos e galinhas de que supostamente elas são feitas. E, ainda pior, deixamos de saber o que de fato são os grãos que hoje alimentam os animais e a nós mesmos.

Henrique S. Carneiro

Os alimentos que comemos hoje passam por uma cadeia de relações muito ampla e complexa. Para chegar até nós como produto final, os alimentos e bebidas passam por variados processos: sementes são selecionadas, melhoradas e plantadas; elas são cultivadas, tratadas e colhidas; depois, comercializadas, transportadas e processadas; em seguida, serão utilizadas para compor inúmeros produtos, desde ração animal a produtos para consumo humano; então, irão para os supermercados onde, finalmente, os consumidores poderão adquiri-los.

De acordo com os pesquisadores do Laboratório de Análises Genéticas (AgroGenética) e o Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Federal de Viçosa (MG), grande parte dos produtos disponíveis no mercado brasileiro possuem em sua composição soja ou milho, seja na forma de grãos ou como gordura, proteína, amido, extrato, óleo ou lecitina. Os produtos que apresentam esses componentes incluem biscoitos, chocolates, condimentos, iogurtes, leite em pó, sopas, sucos, temperos, além de produtos cárneos, como salsichas, linguiças, presunto, mortadela, empanados etc¹. Suspeita-se que muitos desses produtos sejam processados

¹ MARCELINO, Francismar Corrêa, MARTINS, Marta Fonseca, PIMENTA, Márcio Antônio Silva, MOREIRA, Maurílio Alves e BARROS, Everaldo Gonçalves de. Detecção de transgênicos: a experiência da AgroGenética. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 38-39.

com milho ou soja transgênicas, pois alguns deles (como batatas fritas) são importados da Argentina e dos Estados Unidos — países que utilizam largamente os transgênicos².

Transgênicos são organismos geneticamente modificados (também conhecidos pela sigla OGMs), ou seja, que tiveram parte de sua composição genética original alterada, através de procedimentos técnicos (de engenharia genética), possibilitando a ele expressar características que não lhe são naturais. Transgênicos podem ser vegetais, animais ou humanos que tiveram inserido em seu código genético³ um ou mais genes de outro ser vivo, seja vegetal, animal ou humano. No caso dos alimentos, os transgênicos podem ser os produtos agrícolas não-processados ou produtos industrializados, processados com produtos agrícolas geneticamente modificados.

Da perspectiva das *empresas da vida*⁴, os transgênicos podem trazer grandes benefícios à humanidade, seja oferecendo alimentos enriquecidos com vitaminas, aumentando a produtividade agrícola ou diminuindo os custos de produção. O *arroz dourado*, desenvolvido pela multinacional AztraZeneca, e a soja *Roundup Ready*, da multinacional norte-americana Monsanto Corporation, são anunciados como produtos “revolucionários”.

Em agosto de 2000, a revista norte-americana *Time* anunciou o arroz dourado — uma variedade que contém beta-caroteno extra, substância que estimula o organismo humano a produzir vitamina A — com entusiasmo: “Esse arroz pode salvar um milhão de crianças por ano”⁵. No caso da soja transgênica Roundup Ready, o argumento é de que a manipulação genética propiciaria o uso de sementes mais resistentes a herbicidas, diminuindo o número e a intensidade de aplicações na plantação, reduzindo, ao mesmo tempo, o despejo excessivo de agroquímicos⁶ no solo e o custo na aquisição de defensivos.

A China comercializa tomates e fumo transgênicos resistentes a vírus, além de ser o maior produtor de algodão Bt — que possui um gene da bactéria *Bacillus*

² Argentina e Estados Unidos não segregam (diferenciam) grãos transgênicos de não-transgênicos de suas importações, nem possuem legislação exigindo a rotulagem estes produtos.

³ Este e outros termos serão explicados no capítulo 1.

⁴ “Empresas da vida” ou “companhias de ciências da vida” (*life sciences companies*) são expressões usadas pelas próprias empresas ligadas às indústrias de biotecnologia. Esta denominação é aplicada às indústrias de alimentos e saúde. Cf. RIFKIN, Jeremy. *O século da biotecnologia — a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. São Paulo: Makron Books, 1999; MARTINS, Paulo Roberto. *Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil*. Tese (Doutorado), Campinas, SP: UNICAMP, 2000, p. 12.

⁵ KLEIN, Naomi. Arroz geneticamente modificado. In: _____. *Cercas e janelas — na linha de frente do debate sobre globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2003, p. 133-137.

⁶ Usaremos a expressão agroquímicos para nos referirmos a herbicidas, pesticidas e fungicidas.

turingiensis, responsável por liberar uma toxina que destrói o aparelho digestivo do inseto.

No Brasil, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, a Coopersucar e a Universidade Federal de Viçosa são algumas das empresas do setor público que desenvolvem testes na área dos transgênicos⁷.

Os transgênicos são apenas uma das criações da biotecnologia. Na medicina⁸, a repercussão gira em torno das práticas de clonagem de animais e humanos, principalmente da clonagem terapêutica e embrionária. No entanto, as discussões desenvolvidas a seguir terão como objeto apenas o caso dos alimentos transgênicos, ligados exclusivamente à agricultura.

No Brasil, os transgênicos são proibidos desde 1995, quando o Congresso sancionou a Lei de Biossegurança (Lei n. 8.974, de 05/01/95). Entretanto, o atual governo autorizou, através da Lei n. 10.688 (13/06/03) a comercialização da produção de soja transgênica da safra de 2003. Três meses depois, o Governo decidiu, por meio da Medida Provisória n. 131 (25/09/03), liberar o plantio e a comercialização de soja transgênica da safra 2004. Mesmo que ainda não se tenha chagado a um consenso a respeito dos potenciais impactos que possam causar na saúde humana ou no meio ambiente, os transgênicos foram liberados.

A cidade de Uberlândia (MG) sedia um centro de pesquisa e produção de sementes da Monsanto Corporation. Inaugurado em maio de 2001 — à margem da BR 452, sentido Uberlândia/Brasília —, o centro contou com investimento de US\$ 40 milhões em 4 anos, para desenvolver pesquisas de melhoramento com milho, sorgo e girassol. A empresa estima avaliar até 30 mil novas variedades híbridas por ano⁹. Atualmente, suas pesquisas com sementes transgênicas aguardam liberação judicial.

Os alimentos transgênicos devem estar sendo consumidos há pelo menos quatro anos. A AgroGenética, empresa incubada¹⁰ da Universidade Federal de Viçosa, detectou que 5% dos produtos (grãos, rações e proteínas) testados em 2000 continham resíduos (presença) de OGMs. Em 2002, quando acrescentou outros produtos processados aos testes, detectou-se 11,5% de resíduos. Em 2002, este número subiu para 28,5%. E em

⁷ PATERNIANI, Ernesto. Das plantas silvestres às transgênicas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v. 18, n. 1, jan./abr. 2001, p. 177.

⁸ A insulina e o hormônio do crescimento humano, por exemplo, derivam de processos de transgenia.

⁹ Divulgado em: www.monsanto.com.br/imprensa/basicos/brasil/tebrasil02.asp

¹⁰ Empresa incubada é a empresa que catalisa outros grupos de pesquisa, como órgãos públicos e serviços municipais, se caracterizando pela parceria entre universidades e empresas de pequeno ou grande porte.

2003, para 32,3%¹¹. Os autores do artigo concluíram que, mesmo sendo proibidos no país, os alimentos transgênicos estão circulando comercialmente, sem o conhecimento os consumidores.

Os alimentos transgênicos protagonizam uma das discussões mais acaloradas nos meios científicos, governamentais e na opinião pública. Eles envolvem questões científicas (o desenvolvimento da engenharia genética), técnicas (os métodos empregados para sua produção), econômicos (empresas envolvidas com as indústrias alimentícia, farmacêutica e de insumos agroindustriais), éticas (quanto à legitimidade dos procedimentos técnicos empregados pela engenharia genética), políticas (a criação de uma legislação consistente) e ambientais (envolvendo integridade e diversidade biológicas).

Em geral, os argumentos favoráveis aos alimentos transgênicos são os seguintes:

1. Alta produtividade, podendo suprir a demanda mundial por alimentos;
2. Potencial nutritivo e medicinal, contribuindo para a saúde;
3. Boa adaptação ao meio ambiente, podendo resistir a ervas daninhas, insetos-pragas e/ou agroquímicos;
4. Segurança à saúde humana e ao meio ambiente, como atestam algumas agências e órgãos regulatórios;
5. Dispõem das melhores técnicas;
6. Benefícios para o produtor agrícola, da pequena à grande produção.

Pelo lado dos críticos, os argumentos são:

1. Não podem acabar com a fome no mundo, pois esta é uma questão econômica e política;
2. Potencial risco à saúde, podendo provocar alergias ou intoxicações;
3. Comprometem o meio ambiente e a diversidade biológica, podendo causar poluição genética e desequilíbrio ambiental;
4. Intensifica o uso de agroquímicos, podendo tornar insetos-pragas e ervas daninhas mais resistentes;
5. Existem práticas agrícolas alternativas;

Cf. TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. *O clone de Prometeu. A biotecnologia no Brasil: uma abordagem para a avaliação*. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2002, p. 104-105.

¹¹ MARCELINO, F. C., MARTINS, M. F., PIMENTA, M. A. S., MOREIRA, M. A. e BARROS, E. G. de. *Op. cit.*, p. 39.

6. Fazem parte do projeto de globalização econômica, afetando negativamente a economia dos países do Terceiro Mundo.

Em resumo, há contestações relativas à produtividade, sustentabilidade e preservação do meio ambiente (itens 1, 3, 4 e 5), incertezas quanto à saúde humana (itens 2), e preocupações de ordem econômica (itens 1 e 7).

Não pretendemos responder a todas estas questões acima. Procuraremos explorar outros caminhos, tentando entender que dimensões os transgênicos alcançaram e que questões devem emergir para ampliar este debate.

Pretendemos ir além do que sugere a epígrafe do historiador Henrique S. Carneiro: não apenas saber o que comemos, como são processados pela indústria alimentar e o que contêm os alimentos, mas também saber que políticas regem a extensa rede que percorrem. Será que sabemos como se fazem essas leis? Que interesses estão em jogo? Por que e por quem estão sendo produzidos alimentos transgênicos? No que eles contribuem para a sociedade? Ou ainda: que papel representa a ciência nesse processo? Ela representa apenas a evolução e progresso naturais das forças produtivas? Que decisões estão em questão e serão tomadas a partir de que critérios?

Compartilhamos das mesmas inquietações do filósofo e antropólogo norte-americano Paul Rabinow: como as novas biotecnologias “irão mudar nossas orientações, experiências e formas sociais à medida que estes projetos avancem?”¹².

Destaque maior daremos à ciência, visto que estas foram profundamente internalizadas pela sociedade. Segundo o filósofo da ciência australiano Hugh Lacey, a imagem moderna da ciência dá ampla legitimidade à pesquisa e desenvolvimento das novas tecnologias¹³. No entanto, acreditamos que as novas tecnologias não se limitam apenas ao campo das inovações puramente técnicas. Elas trazem em si a possibilidade de novas articulações sociais, econômicas e políticas.

Diante de tantas informações controversas, o economista norte-americano Jeremy Rifkin assevera: “o verdadeiro debate [a respeito da biotecnologias] tem sido marginalizado e desconsiderado pelo poder estabelecido que vê todo questionamento como um ataque direto à livre pesquisa e à própria ciência”¹⁴.

¹² RABINOW, Paul. *Antropologia da razão*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1999, p. 14.

¹³ LACEY, Hugh. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 53.

¹⁴ RIFKIN, Jeremy. *O século da biotecnologia — a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. São Paulo: Makron Books, 1999, p. xv.

As questões ligadas às biotecnologias são de âmbito público, e não puramente técnicas. Mesmo que fossem, não poderiam passar à margem das questões éticas — é correto manipular um ser vivo? — e políticas — a quem, e com que intenção, interessa manipular seres vivos? Merecem, portanto, abertura para um debate público. Elas envolvem fortes relações de poder, envolvendo interesses econômicos, preservação ambiental, novos paradigmas jurídicos, transformações sociais, culturais e éticas.

Como propõe Laymert Garcia dos Santos: devemos “politizar as novas tecnologias”, traze-las para o nosso cotidiano, pois delas resultam as decisões que, mesmo sem perceber, instalam-se na nossa vida, transformando nossa cultura, nossa percepção do mundo e dos seres à nossa volta. Entretanto, é preciso estar atento que a tecnologia não ocupa uma posição determinista sobre a cultura e a sociedade. Ela interage com ambas. A idéia de misturar espécies animais diferentes não é nova. A cultura ocidental dispõe de vários personagens mitológicos desse tipo: o minotauro (meio homem, meio touro), as sereias (meio mulher, meio peixe), a quimera (um mistura de leão, águia e cabra), entre outros. Mas, a figura literária que mais tem sido evocada pela mídia européia para representar os alimentos transgênicos é a do Frankenstein. A parcela da população européia que não quer a sua liberação chamam-na de *Frankenfood* (comida Frankenstein).

No primeiro capítulo, nossa proposta será contextualizar o surgimento das biotecnologias. Elas estão associadas ao desenvolvimento da genética e das técnicas que possibilitam não só investigar, mas manipular os organismos vivos. Primeiro, iremos traçar um quadro de como a genética se firmou como “ciência” e, a partir dos esforços para entender o funcionamento dos mecanismos básicos da hereditariedade, deu origem à biologia molecular, em meados dos anos 1900. Em seguida, procuramos mostrar como as novas pesquisas estão associadas ao desenvolvimento das técnicas e da aproximação entre centros de pesquisa universitários e indústria. Este período corresponde ao início dos anos 1970 até o início do século XXI. Para finalizar, iremos confrontar alguns conceitos de biotecnologia. Apresentaremos o termo tecnociência como um conceito capaz de compreender melhor as biotecnologias.

Neste capítulo, a história do desenvolvimento da genética e da biologia molecular teve como base os livros da médica Fátima Oliveira, do editor de ciência do jornal Folha de S. Paulo, o jornalista Marcelo Leite, do biólogo da Embrapa Eugen S. Gander, de textos de outros especialistas das áreas da biologia, escritos para revistas de

divulgação (como a revista *Scientific American Brasil*) e periódicos de núcleos de pesquisa (como os *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, da Embrapa).

Sobre as empresas de biotecnologia, consultamos os estudos dos sociólogos Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro, Laymert Garcia dos Santos e Paulo Roberto Martins, do filósofo e antropólogo norte-americano Paul Rabinow, além dos textos do caderno da Embrapa e do livro de Oliveira, já mencionados.

Para o conceito de tecnociência, as referências centraram-se nas idéias do filósofo e sociólogo francês Bruno Latour e do historiador Hermetes Reis de Araújo.

No segundo capítulo, passamos para o caso dos alimentos transgênicos. Neste capítulo, veremos como a biotecnologia se insere na agricultura, apontando a influência do capitalismo no direcionamento da produção. Daremos um panorama do caso brasileiro, de 1995 até 2004, como referência à complexidade do assunto. Por fim, faremos um balanço crítico sobre as principais questões envolvendo os alimentos transgênicos.

Para discutir a inserção das biotecnologias na agricultura, recorreremos aos sociólogos David Goodman, Bernardo Sorj e John Wilkinson, a Paulo Roberto Martins, já citado, e à física indiana Vandana Shiva. As políticas nacionais se basearam nas reportagens do jornal Folha de S. Paulo, e dos comentários críticos de Laymert Garcia dos Santos. O balanço crítico envolveu a totalidade da bibliografia utilizada. Todos os pensadores citados se encontram na bibliografia.

Estudar um tema presente, inacabado, que não foi concluído no tempo, é tarefa difícil para o historiador. Como abordar um objeto em movimento do ponto de vista histórico? Como saber até onde ir? De que métodos devemos dispor? Esta atitude é resultado direto do engajamento político do historiador com sua época. Para isso, é preciso estabelecer um equilíbrio entre a subjetividade do historiador e a objetividade da pesquisa¹⁵.

A tentativa de abordar fatos recentes, que coincidem com o tempo de vida do historiador, recebeu a nomenclatura de “história do presente” ou “história imediata”. O historiador “do presente” fica em desvantagem quanto ao historiador “do passado”. Este encontra o fato pronto e acabado, diante da “certeza do passado”; aquele, de acordo com

¹⁵ LE GOFF, Jacques. A visão dos outros: um medievalista diante do presente. In: CHAVEAU, Agnès e TÉTARD, Philippe (orgs.). *Questões para a história do presente*. Bauru: Edusc, 1999, p. 100.

o historiador francês Jacques Le Goff, conta apenas com a “dúvida quanto ao futuro”, investiga o momento que está aberto a inúmeras possibilidades e condicionamentos¹⁶.

Le Goff aponta quatro procedimentos para orientar aqueles que se propuserem a estudar o presente: ler os acontecimentos com profundidade histórica, integrando-as à longa duração — não se prendendo apenas aos fatos do momento; manter a mesma postura crítica em relação às novas fontes; procurar explicar os eventos, e não só descrevê-los; e hierarquizar os fatos conforme sua relevância¹⁷.

Tentamos seguir suas indicações, creditando nas dificuldades que o historiador possui para tratar de um tema contemporâneo a ele mesmo. Mas a necessidade de contribuir com essa discussão nos move para esse caminho.

*Há que aproximar-se dos lugares científicos onde novas formas/eventos emergem e investigar como estas formas/eventos catalisam atores, coisas, temporalidades ou espacialidades num modo distinto de existência, uma nova abordagem que faz as coisas funcionarem de maneira diferente, produzindo e instanciando novas capacidades.*¹⁸

Preocupado com as implicações políticas da tecnociência, devido a suas íntimas relações entre poder e saber, pesquisa e mercado, Araújo cogita uma possível interação entre democracia e racionalidade científica. Ele nos faz um alerta:

*Ou vivemos num mundo cada vez mais submetido à potência autônoma das ciências e das técnicas, ou num mundo onde talvez seja possível a interação entre racionalidade científica e democracia.*¹⁹

Aproximar a racionalidade científica e democracia, e não ciência e racionalidade econômica. É esta a motivação de nosso trabalho.

¹⁶ LE GOFF, J. *Op. cit.*, p. 101.

¹⁷ *Idem*, p. 101-102.

¹⁸ RABINOW, P. *Op. cit.*, p.14.

¹⁹ ARAÚJO, H. R. *Op. cit.*, p. 15.

CAPÍTULO 1

AS BIOTECNOLOGIAS REDEFININDO CIÊNCIA E TÉCNICA

Não devemos recear dizê-lo: é a face do mundo que está em risco de ser alterada.

François Gros

Os alimentos transgênicos são apenas uma parte da variedade de produtos e serviços que as biotecnologias podem oferecer. Para abordar os transgênicos, é preciso compreendermos o que é a biotecnologia e em que áreas ela se aplica, é preciso saber um pouco mais sobre o desenvolvimento da biologia molecular e da engenharia genética, duas áreas do conhecimento intimamente associadas a ela.

Os cientistas, durante muito tempo, procuraram pelas bases daquilo que se considera “vida”, o lugar exato onde residiriam os segredos do nosso funcionamento, o mecanismo que nos determinavam e, por que não, a morada da “alma” (ou, como preferem alguns, da “consciência”). “Vida”, “alma” e “consciência” até hoje são temas controversos e que são debatidos, revisados e redefinidos constantemente. Mesmo que não se tenha chegado a um acordo sobre estes termos, um passo decisivo foi dado para responder parte dessas questões. A identificação da estrutura do DNA, em 1953, feita por Francis Crick e o James Watson — publicada na conceituada revista científica norte-americana *Nature*¹ —, desencadeou um alvoroço no mundo da ciência. Muitos, inclusive os próprios autores, consideram essa descoberta uma das mais importantes da história da humanidade.

O desenvolvimento da genética levaria a um novo ramo da biologia: a biologia molecular. Esta ciência associada a uma nova técnica (a engenharia genética) formariam a base das biotecnologias.

1.1 Das ervilhas à dupla hélice: as fundações da engenharia genética

A genética teve seu primeiro impulso com as Leis da Hereditariedade estabelecidas pelo monge austríaco da ordem dos agostinianos Johann “Gregor” Mendel, em 1865, com seu trabalho científico “Experimento em hibridação de plantas”. Ao cruzar variedades de ervilhas, por meio de fertilização artificial, Mendel percebeu que as ervilhas originadas apresentavam características diferenciadas. Destas observações, Mendel propôs um conjunto de leis que ficaram conhecidas como Leis de Mendel ou da Hereditariedade². No entanto, somente em 1900, com as pesquisas independentes do holandês Hugo Marie de Vries, do alemão Carl Correns e do austríaco Erich von Tschermak-Seysenegg, é que as Leis da Hereditariedade tiveram repercussão no meio científico³, a ponto de se firmarem enquanto teoria científica. Em 1906, o inglês William Bateson sugeriu que a “ciência da hereditariedade” se chamasse genética.

Na mesma época em que Mendel divulgava seus experimentos, o bioquímico francês Louis Pasteur descobriu que os micróbios (microrganismos) são os responsáveis pelo processo de fermentação de bebidas e outros alimentos. No início do século XX, o médico escocês Alexandre Fleming concluiu que o microrganismo *Penicilium notatum* age sobre as infecções bacterianas, possibilitando a fabricação dos primeiros antibióticos. A fermentação e a penicilina foram os principais responsáveis pela produção em escala industrial de produtos bioquímicos ligados à saúde, abrindo caminho para as novas biotecnologias. Um prenúncio da importância que a bioquímica iria desempenhar para as estratégias industriais se deu em 1932, com o patenteamento

¹ J.D. Watson e F.H.C Crick. A structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, v. 171, April 25, 1953, p. 737-738. Este artigo foi reproduzido em: *Pesquisa Fapesp* (Especial Dupla Hélice: 50 anos), n. 86, abr. 203, p. 3.

² As Leis da Hereditariedade estabelecidas por Mendel são duas: a primeira (Lei da Segregação dos Alelos) estabelece que “os fatores que determinam uma característica separam-se na formação das células reprodutivas, de maneira que estas recebam um fator de cada par”; a segunda (Lei da Segregação Independente) estipula que “os fatores que determinam diferentes características são independentes e recombina-se nas células reprodutivas segundo todas as possibilidades”. In: OLIVEIRA, Fátima. *Engenharia genética: o sétimo dia da criação*. São Paulo: Moderna, 1995, p. 38.

³ Os estudos de Mendel ficaram desconhecidos até este período. A médica Fátima Oliveira observa que a Sociedade de Naturalistas de Brünn (atual Brno, na República Tcheca) não deu a devida atenção aos resultados da pesquisa realizada por Mendel. Mesmo tendo sido publicadas em 1866, suas conclusões ficaram restritas ao círculo dos hibridistas. OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 38-39. Ver também: COUTINHO, Marília. O nascimento da biologia molecular: revolução, redução e diversificação — um ensaio sobre modelos teóricos para descrever mudança científica. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v. 15,

de um processo de fermentação para obtenção da acetona e álcool butírico, a partir da farinha de milho, utilizando uma bactéria identificada por Charles Weizmann⁴. A indústria começava a perceber os potenciais das novas da bioquímica.

O desenvolvimento teórico da genética foi marcado por intensas discussões até os anos 1930. Apesar de algumas controvérsias entre as várias correntes teóricas, os faguistas⁵ contribuíram, no início dos anos 1940, para estabelecer uma nova disciplina: a biologia molecular. Esta tornou-se o “ramo da biologia que estuda os fenômenos vitais na esfera molecular, particularmente os ácidos nucleicos, as proteínas e o modo como os genes se expressam, se regulam e são manipulados”⁶. A expressão biologia molecular foi cunhada em 1938 pelo norte-americano Warren Weaver, diretor da Divisão de Ciências Naturais da Fundação Rockefeller. Conforme a física e filósofa indiana Vandana Shiva, “o termo deveria capturar a essência do programa da fundação — sua ênfase nas dimensões diminutas finais das entidades biológicas”⁷.

Em 1944, o médico norte-americano Oswald Theodore Avery, do Instituto Rockefeller, juntamente com seus colaboradores Colin M. MacLeod e Maclyn McCarty, numa série de experimentos que tiveram início em 1928, propuseram que o DNA seria a responsável pela transmissão da hereditariedade⁸. Em 1946, os biólogos norte-americanos Edward Tatum e Joshua Ledelberg observaram que uma bactéria (a *Eschechiria coli*) podia transferir o material genético de um organismo para outro⁹. Essa descoberta possibilitaria, mais à frente, usar bactérias como vetores (condutores) na transferência de genes entre as espécies.

Inspirados pelas hipóteses do físico soviético George Gamow a respeito do código genético¹⁰, em 1948, e da formulação da composição bioquímica dos ácidos

n. 3, set./dez. 1998, p. 48; AMABIS, José Mariano. O ‘renascimento’ da genética. *Ciência Hoje*, v. 28, n. 165, out. 2000, p. 78-79.

⁴ FIORILLO, Celso A. Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Direito ambiental e patrimônio genético*. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 1996, p. 153.

⁵ Os faguistas eram um grupo informal de pesquisadores que se dedicavam ao estudo de vírus bacteriófagos (ou fagos). Um dos integrantes, o médico italiano Salvador E. Luria, foi orientador de James Watson, em Indiana (EUA). OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 126.

⁶ OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 129.

⁷ SHIVA, Vandana. *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001, p. 50. Cf. FIORILLO, C. A. P. e RODRIGUES, M. A. *Op. cit.*, p. 153.

⁸ O texto foi publicado no *The Journal of Experimental Medicine*, v. 79, February 1, 1944, p. 137-158, com o título “Estudos sobre a natureza química da substância indutora de transformações de tipos de *Pneumococcus* — Indução de transformação por uma fração de ácido desoxirribo nucleico isolado de pneumococos tipo III”. In: LEITE, Marcelo. *O DNA*. São Paulo: Publifolha, 2003, p. 48-50 e RODRIGUEZ, Mônica Bucciarelli. É o DNA. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 2004, mai. 2004, p. 69-71.

⁹ FIORILLO, C. A. P. e RODRIGUES, M. A. *Op. cit.*, p. 154.

¹⁰ Código genético: é a determinação das seqüências de DNA e a sua correspondência com as proteínas que aciona. O código é a “mensagem” transmitida pelos genes. Cf. OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 130.

nucléicos pelo físico austríaco Erwin Chargaff, em 1950, o físico britânico Francis Crick e o biólogo norte-americano James Watson se uniram para, no Laboratório Cavendish, da Universidade de Cambridge (Inglaterra), decifrar a estrutura das moléculas de DNA. A descoberta, que identificou a disposição em dupla hélice do DNA, contou com a ajuda do físico inglês Maurice Hugh Wilkins e, invariavelmente, da cristalógrafa¹¹ inglesa Rosalind Franklin, do King's College, Londres¹². Com a definição, em 1953, da estrutura em dupla hélice do DNA, os genes ganhariam, enfim, destaque no meio científico, impulsionando inúmeras pesquisas acerca de seu funcionamento.

Para entendermos melhor o impacto de tais descobertas, procuramos explicar o que é e como funciona a molécula de DNA¹³.

DNA é a sigla em inglês para ácido desoxirribonucleico, molécula que contém e transmite o código genético. O DNA é encontrado nos cromossomos de qualquer célula eucarionte (de organização celular típica). Todos os seres vivos possuem DNA, e seu funcionamento é universal. Ou seja, todo ser vivo se organiza a partir dos mesmos princípios moleculares. Um gene é uma unidade funcional do DNA, uma sequência que especifica todos os aminoácidos de uma proteína.

A molécula de DNA é formada por duas hélices de nucleotídeos, constituído por uma base nitrogenada — adenina guanina, timina e citosina —, um açúcar (pentose) — ribose ou desoxirribose — e um grupo fosfato. O açúcar e o grupo fosfato cumprem função estrutural. Acredita-se que as bases nitrogenadas são as responsáveis pela codificação da informação. O DNA e o RNA (ácido ribonucleico) controlam a síntese de proteínas. As proteínas são consideradas indispensáveis para a vida. Elas podem ser: a) estruturais, responsáveis pela forma do organismo; b) hormonais, regulando as funções do organismo; c) anticorpos, que combatem as agressões ao organismo, como

¹¹ Cristalografia é um método inventado no início do século XX que consiste em aplicar raios X sobre uma placa fotográfica, a fim de obter imagens das estruturas de certas substâncias — como a estrutura da molécula de DNA. Cf. LEITE, M. *Op. cit.*, p. 85.

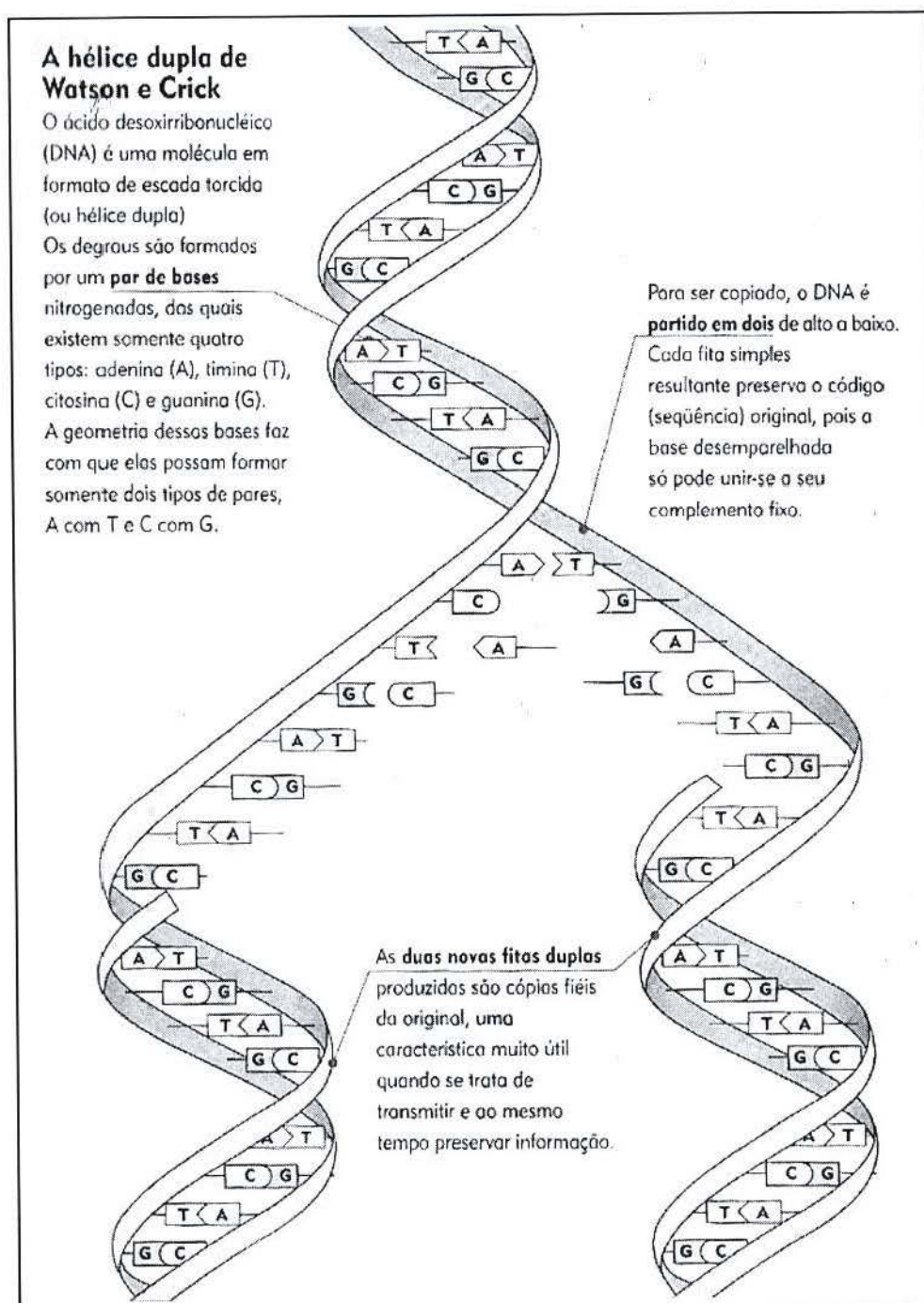
¹² Há uma polêmica envolvendo a participação de Rosalind Franklin na descoberta da estrutura da molécula de DNA. As imagens de raios X feitas por ela teriam sido obtidas de modo impróprio por Maurice Wilkins. Este, então, teria levado as “provas” que tanto faltavam a Crick e Watson, confirmando suas hipóteses quanto a estrutura do DNA. Para mais detalhes, ver: OLIVEIRA, F. *Op. cit.*; WATSON, James. *A dupla hélice: um relato pessoal da descoberta da estrutura do DNA*. Portugal: Gradiva, 1987.

¹³ Os conceitos aqui apresentados podem ser encontrados em qualquer livro de biologia do ensino médio. Neste trabalho, recorremos aos seguintes livros: GANDER, Eugen S., MARCELLINO, Lucília H. e ZUMSTEIN, Pidi. *Biotecnologia para pedestres*. 2. ed. rev. e aum. Brasília: Embrapa, 2000. 68p; OLIVEIRA, Fátima. *Engenharia genética: o sétimo dia da criação*. São Paulo: Moderna, 1995; LEITE, Marcelo. *O DNA*. São Paulo: Publifolha, 2003. 102p; _____. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000. 94p.

infecções; e d) enzimáticas, que funcionam como catalizadores, estimulando reações químicas, processando o metabolismo. Os aminoácidos são as unidades básicas de toda proteína.

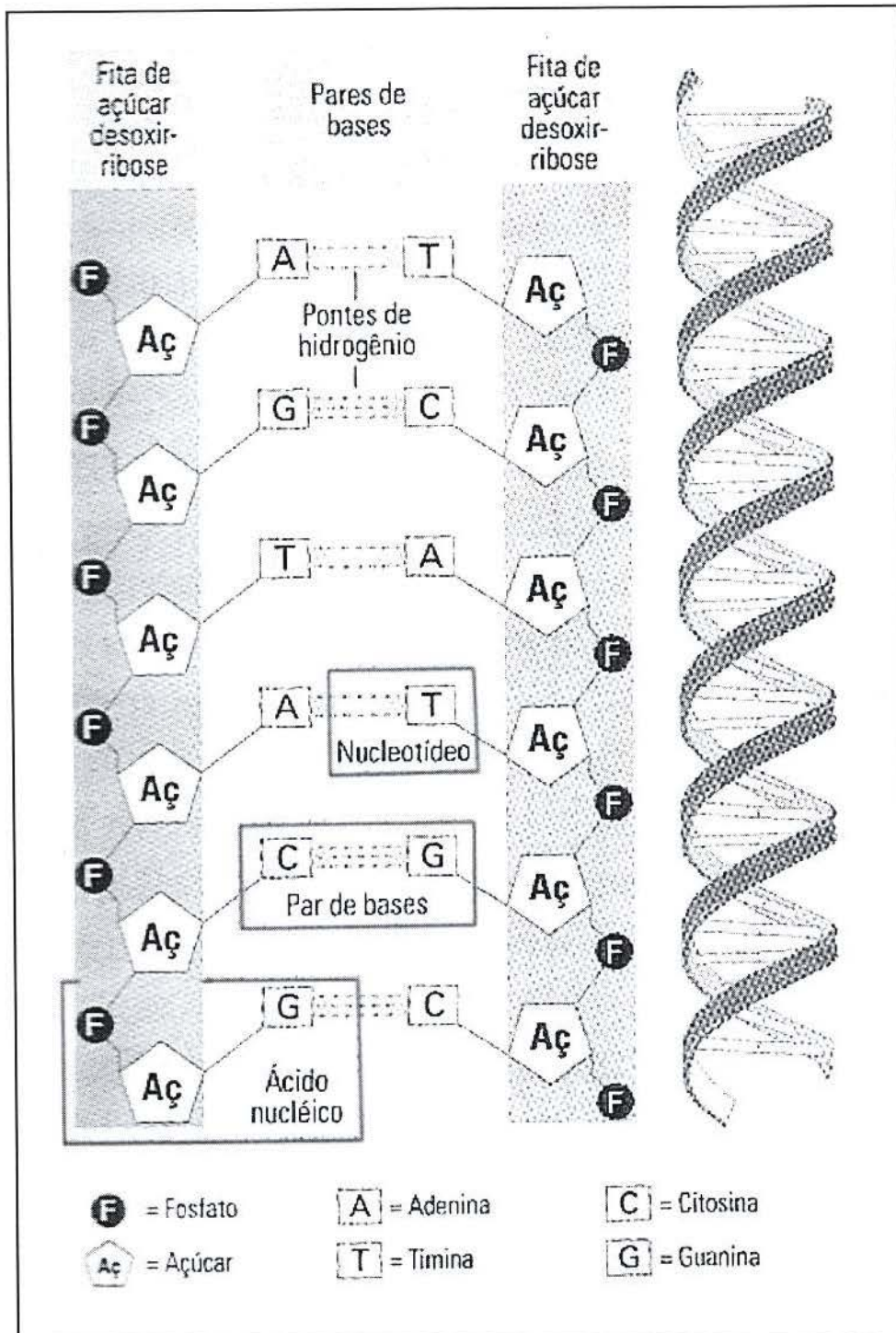
O código genético é a forma como o DNA codifica as proteínas.

A estrutura em dupla hélice da molécula de DNA



FONTE: LEITE, Marcelo. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000, p. 22.

A dupla hélice “aberta”



FONTE: LEITE, Marcelo. *O DNA*. São Paulo: Publifolha, 2000, p. 23.

Definimos o desenvolvimento da genética mendeliana como ponto de partida para o surgimento das outras ciências que se tornaram a base das biotecnologias por dois motivos: os traços de hereditariedade observados por Mendel delimitaram o ponto a ser investigado pelos geneticistas. Reconhecemos que o conhecimento acumulado e recriado de tempos anteriores foi fundamental para Mendel tirar suas conclusões. No entanto, aqueles conhecimentos dependiam de confirmações empíricas para se tornarem “fatos científico”, adquirindo estatuto de “verdade científica”. Podemos dizer que Mendel inaugurou a genética moderna. Não se trata, pois, de uma ruptura brusca com o passado, mas de um novo conjunto de conhecimentos, movidos pela ciência moderna, que possibilitará à biologia abrir novos caminhos de investigação.

A partir da descoberta da estrutura da molécula de DNA, vamos observar como novos atores entram em cena, percebendo o potencial das novas descobertas.

1.2 As primeiras empresas de biotecnologia

Entre as décadas de 1950 e 1970, vários cientistas se reuniram, inclusive Watson e Crick, para entender o significado da estrutura do DNA e seu funcionamento — como as informações são transmitidas, como as proteínas são sintetizadas etc.

Com o desenvolvimento dos processos de fermentação, começaram a aparecer, a partir dos anos 1970, empresas interessadas nos resultados das pesquisas com microrganismos. A Cetus, criada em 1971, na Califórnia (EUA), se empenhou na “criação de microrganismos capazes de aumentar a produção de antibióticos, que seriam vendidos à indústria farmacêutica”¹⁴.

Em 1972 surgiram os primeiros trabalhos científicos descrevendo técnicas de recombinação artificial de genes. Iniciavam-se as primeiras tentativas de aplicar os conhecimentos da biologia aos processos de produção industriais e semi-industriais¹⁵. Foi neste ano que os bioquímicos norte-americanos Stanley Cohen e Herbert Boyer se conheceram, num congresso científico em Honolulu (Havaí). Cohen, que se interessou pela dissertação de Boyer sobre enzimas de restrição¹⁶, convidou-o para trabalharem

¹⁴ OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 71.

¹⁵ GROS, François. *A civilização do gene*. Portugal: Terramar, 1989, p. 45.

¹⁶ Descobertas pelo biólogo suíço W. Arber. Cf. GROS, François. *Op. cit.*, p. 67.

juntos. Cada um coordenou uma equipe de pesquisas: Cohen, na Universidade de Stanford, e Boyer, na Universidade da Califórnia. Em 1973, eles fizeram o primeiro experimento com a técnica do DNA recombinante, transferindo um gene de um sapo (do gênero *Xenopus*) para uma bactéria (*Escherichia coli*)¹⁷. A técnica do DNA recombinante consiste em isolar e retirar uma sequência de DNA de um organismo, com o propósito de colocá-lo em outro¹⁸. Esse método seria difundido e se tornaria um dos métodos mais utilizados para a manipulação, transferência e recombinação de genes¹⁹.

As primeiras empresas a usar a engenharia genética para a produção em escala comercial surgiram nos Estados Unidos. Além da Cetus (Berkeley), foram criadas a Genentech (São Francisco), em 1976, e a Biogen (Massachusetts)²⁰. Esta última foi a primeira empresa a se associar a uma empresa da indústria farmacêutica, a Schering-Plough, em 1979²¹.

Naquele momento, uma nova prática distinta dos processos tradicionais de manipulação orgânica estavam nascendo, batizada pela imprensa de “engenharia genética”²². Podemos definir engenharia genética como “a tecnologia que usa técnicas celulares e enzimas (como as de restrição) para cortar trechos de DNA e inseri-los em cromossomos de outras células ou organismos, com o objetivo de criar novas combinações genéticas (como os organismos transgênicos)”²³.

Com a técnica do DNA recombinante, a fronteira natural entre as espécies começa a ser rompida, criando-se um meio de inserir um gene de um organismo em outro. Essa técnica vai além das anteriores em dois sentidos: (1) determina o lugar exato de um gene do organismo “doador”, e (2) possibilita seu transporte para dentro do genoma do organismo “receptor”.

O bioquímico francês François Gros apontava que:

¹⁷ Ver: LEITE, Marcelo. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000, p. 26; FURTADO, Rogério. A controvérsia dos OGMs nos 30 anos da engenharia genética. *American Scientific Brasil*, ano 2, n.º 18, nov. 2003, p. 28.

¹⁸ Etapas da recombinação dos genes: (1) corte e seleção do gene ou sequência de genes desejada, através de uma enzima de restrição; (2) fatiamento de um plasmídeo, que servirá de vetor (veículo); (3) uni-se o gene selecionado e o plasmídeo para inseri-los na célula hospedeira; (4) o plasmídeo duplica-se, inserindo o gene no novo organismo.

¹⁹ Os métodos de recombinação mais usados são o da biobalística (bombardeamento com projéteis de metal — ouro ou tungstênio), o uso de descargas elétricas, e o uso de plasmídeos como vetores.

²⁰ CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999, p. 65-66.

²¹ OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 71.

²² LEITE, M. *Os alimentos transgênicos*, op. cit., p. 26.

²³ LEITE, M. *O DNA*, op. cit., p. 86.

Desde muito cedo se tornou evidente que esta técnica do ADN [ou DNA] recombinante, ao mesmo tempo que permitia avanços teóricos importantes, estava destinada a ter conseqüências práticas consideráveis.²⁴

De resto, as indústrias química, farmacêutica ou agroalimentar depressa irão começar a tirar partido destes novos meios de reprogramação genética para obter um grande número de substâncias biológicas dificilmente acessíveis pelas vias da química convencional ou cuja extracção a partir de tecidos se mostra delicada.²⁵

François Gros e Manuel Castells destacam o impulso que essa nova indústria vai adquirir. A pesquisa e aplicação das bases da biologia começam a competir com a química, mas sem suplantá-la. A corrida das novas empresas pela ponta do novo mercado vai se caracterizar por uma aproximação com as universidades e centros hospitalares, que irão subsidiar os novos empreendedores. O economista David Goodman confirma essa tendência, acrescentando que

A partir de meados de 1970, verbas públicas para a pesquisa, fundos privados de pesquisa e de desenvolvimento e capital de risco vêm sendo atraídos em escala crescente para as disciplinas da biociência básica e engenharia bioquímica, preocupadas com inovações de produtos e processos nas indústrias que usam matérias-primas renováveis.²⁶

De acordo com Gros, as empresas de engenharia genética se multiplicaram entre 1976 e 1987, tendo uma pequena diminuição dos investimentos financeiros nesse setor apenas no período entre 1984-85²⁷. Em 1982, a empresa norte-americana Eli Lilly Co. consegue autorização da FDA (Food and Drug Administration) — órgão que regula os produtos alimentícios e medicamentos — para comercializar a insulina humana, em substituição da insulina bovina e suína²⁸. Nos anos 1980, a estratégia da indústria farmacêutica de adquirir as empresas pequenas e inovadoras da área da biotecnologia

²⁴ GROS, F. *Op. cit.*, p. 67.

²⁵ Idem, p. 68.

²⁶ GOODMAN, David, SORJ, Bernardo e WILKINSON, John. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional*. Rio de Janeiro: Campus, 1990, p. 91.

²⁷ GROS, F. *Op. cit.*, p. 70-71.

²⁸ Idem, p. 74.

configurou uma nova rede sociotécnica²⁹ entre as empresas, agências, organizações e instituições de pesquisa³⁰. Citando C. Freeman, Castells afirma que

*Um paradigma econômico e tecnológico é um agrupamento de inovações técnicas, organizacionais e administrativas inter-relacionadas cujas vantagens devem ser descobertas não apenas em uma nova gama de produtos e sistemas, mas também e sobretudo na dinâmica da estrutura dos custos relativos de todos os possíveis insumos para produção.*³¹

A biotecnologia se caracterizaria pela sua multidisciplinaridade, pelas relações estabelecidas entre as várias ciências, da básica — pesquisa e formulação de novas teorias — à aplicada — desenvolvimento de técnicas e novos produtos —, envolvendo grandes áreas da química (química de produtos naturais, química fina e tecnologia de enzimas), da engenharia (biorreatores e sistemas de controle), a própria biologia (microbiologia, genética, botânica, bioquímica, zoologia e ecologia), além da medicina e da agronomia. Suas aplicações, derivadas de conhecimentos tecno-científicos diversos, se abririam para várias indústrias, como fermentação, indústria química, farmacêutica, mineração, produção de equipamentos, fibras, papel, limpeza do meio ambiente, pescados e agroalimentares³², expandindo, assim, sua rede sociotécnica.

Apontando o impacto que as biociências tiveram sobre a parceria empresas—universidades, a jurista Rebecca Einsenberg diz:

Não só a defasagem histórica entre as duas desmoronou como se tornou difícil caracterizar certos problemas da pesquisa como pertencentes a uma ou outra categoria. [...] Notáveis descobertas científicas são feitas em laboratórios

²⁹ Rede sociotécnica é o conjunto de relações complexas “estabelecidas entre atores humanos e não-humanos [...] que cumprem determinado propósito na realidade social e física [...]”. Estas relações perpassam “inúmeros ambientes, instituições, lugares geográficos e mesmo países, envolvendo atores e processos os mais diferentes”. Os humanos representam o aspecto “social” da rede; os não-humanos, o aspecto “físico”. A análise sociotécnica pretende incluir ambos os lados, não se restringindo apenas aos fatores sociais como determinantes da realidade, nem partindo para o outro extremo, delegando-o às coisas materiais, técnicas, isolados da dimensão social. TRIGUEIRO, p. 196-197.

³⁰ No Brasil, a crise do petróleo nos anos 70 daria o impulso para o desenvolvimento de programas de engenharia genética. Em busca de alternativas energéticas, houve um salto nas pesquisas de fermentação de vegetais para produção de álcool, abrindo o caminho para a biotecnologia. Cf. FIDALGO, Oswaldo e YANO, Olga. A história da biotecnologia e da industrialização em São Paulo. In: MOTOYAMA, Shozo (org.). *Tecnologia e industrialização no Brasil — uma perspectiva histórica*. São Paulo: UNESP, 1994, p. 392-394.

³¹ CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999, p. 77.

³² FIDALGO, Oswaldo e YANO, Olga. A história da biotecnologia e da industrialização em São Paulo. In: MOTOYAMA, Shozo (org.). *Tecnologia e industrialização no Brasil — uma perspectiva histórica*. São Paulo: UNESP, 1994, p. 392.

*industriais e invenções patenteáveis são feitas nos laboratórios das universidades.*³³

Os limites institucionais entre empresa e universidade se tornariam mais tênues. As universidades adotariam estratégias baseadas no lucro, eficiência e produtividade, buscando responder ao capital de risco nela investido.

1.3 Como se organizaram as empresas da vida

As controvérsias geradas pela relação empresa–universidade se revelaram nos conflitos de interesses, na alteração dos programas de pesquisa e nos obstáculos ao intercâmbio intelectual³⁴.

Uma das maiores polêmicas envolvendo a engenharia genética aconteceu em 1971, quando “o Supremo Tribunal dos Estados Unidos decidiu, por cinco votos a quatro, que as novas formas de vida [geneticamente modificadas] estavam sob a jurisdição da lei federal de patentes”³⁵. A patente foi concedida ao microbiologista indiano Ananda Chakrabarty, da empresa General Electric, que desenvolveu uma linhagem de bactéria que digere petróleo. O requerente argumentou que o microorganismo alterado se parecia mais com um produto químico do que um ser vivo. Mesmo sendo contestada a decisão — de que uma bactéria não poderia ficar sob a propriedade de ninguém, pois se trata de um organismo vivo —, o Tribunal afirmou que “o fato de uma invenção abarcar ou não a matéria viva é *irrelevante* para efeitos de patenteabilidade, desde que a invenção seja decorrente de uma intervenção humana”³⁶. Até então, apenas vegetais tinham sido patenteados. Em 1932, conforme citamos acima, um *processo* de fermentação havia sido patenteado, mas não o organismo vivo que dela fez parte (a bactéria). O Supremo Tribunal norte-americano abriria precedentes para que

³³ EISENBERG, Rebecca apud RABINOW, Paul. *Antropologia da razão*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1999, p. 165.

³⁴ RABINOW, P. *Op. cit.*, p. 167.

³⁵ RABINOW, Paul. Cortando os laços: fragmentação e dignidade na modernidade tardia. In: _____. *Antropologia da razão*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1999, p. 162. A primeira planta transgênica surge em 1986: uma planta de fumo resistente ao vírus do mosaico do tabaco (TMV). Dez anos depois, em 1996, é lançada nos Estados Unidos a soja transgênica Roundup Ready, da multinacional Monsanto.

³⁶ RABINOW, P. *Op. cit.*, p. 162. (Grifo nosso)

qualquer ser vivo fosse passível de ser patenteado. Segundo o filósofo e antropólogo norte-americano Paul Rabinow,

A decisão Chakrabarty foi menos um marco legal que um evento simbólico da ocorrência de alterações econômicas, políticas e culturais mais amplas. A retumbante declaração do Supremo Tribunal (de que “o Congresso pretendia que o material estatutário incluísse tudo o que existe sob o sol feito pelo homem”), tendo sido feita, com foi, no mesmo ano da eleição de Ronald Reagan para presidente dos Estados Unidos e da injeção maciça de capital de risco no mundo da tecnologia, pode ser legitimamente considerada uma data-marco para uma nova constelação emergente de saber e poder.³⁷

Paul Rabinow observa que este fato desencadeou uma “mudança radical nas relações institucionais e normativas entre as universidades norte-americanas e o mundo da indústria”³⁸, demarcando uma nova etapa para a relação entre indústria e universidade. O desenvolvimento da genética começou a atrelar-se ao desenvolvimento das técnicas, ao capital investido e à política de proteção industrial. Segundo Jeremy Rifkin, igualmente assinalado por Rabinow, o direito de se apropriar da vida mudou substancialmente as relações de cooperação entre os cientistas e pesquisadores. O segredo industrial (confidencial) tornou-se a nova regra dentro dos laboratórios, levando as empresas a contratarem uma equipe cada vez maior de especialistas de renome internacional³⁹.

Nos anos 1990, as empresas de biotecnologia, estabeleceram diversos tipos de ligação com as universidades, fornecendo subvenções para manter as pesquisas em andamento, firmando contratos de participação societária e proteção industrial. As indústrias farmacêuticas, de alimentos e de insumos agrícolas, percebendo o potencial da biologia molecular e da engenharia genética como campos de investimento de capital industrial, começaram a adquirir empresas e grupos de pesquisa das áreas biológicas. As indústrias químicas começaram a concentrar os dois tipos conhecimento.

Entre 1995 e 1998, o número de fusões, aquisições totais ou parciais e parcerias estabelecidas entre indústrias farmacêuticas, de alimentos e de agroquímicos foi enorme. Só em 1997, foram registradas 45 fusões, num total de US\$ 1 trilhão, sendo que 79% dos investimentos foram para aquisição de empresas do Hemisfério Sul⁴⁰.

³⁷ Idem, p. 162.

³⁸ Idem, p. 163. Ver também: RIFKIN, Jeremy. *O século da biotecnologia — a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. São Paulo: Makron Books, 1999, p. 39-69.

³⁹ RABINOW, P. *Op. cit.*, p. 166; RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 60.

⁴⁰ MARTINS, Paulo Roberto. *Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil*. Tese (Doutorado), Campinas, SP: UNICAMP, 2000, p. 13.

Em 1995, nos Estados Unidos, 230 companhias públicas de biotecnologia registraram um prejuízo de US\$ 2 bilhões, enquanto apenas 39 obtiveram lucros, em torno de US\$ 1 bilhão (apenas a Amegen, cujo investimento provem da Monsanto Corporation, obteve metade destes lucros, US\$ 537 milhões). A necessidade de capital para manter as pesquisas estimulou uma onda de novas fusões e aquisições. Em 1996, por exemplo, estima-se que foram gastos US\$ 7,5 bilhões em pesquisa, US\$ 3,5 bilhões em aquisições e US\$ 1,56 bilhões em novos acordos de pesquisa⁴¹.

De uma fusão, estipulada em US\$ 27 bilhões entre a farmacêutica Sandoz e a agroquímica Ciba-Geigy, surgiu a Novartis, que se tornou a primeira empresa em vendas de agroquímicos, a segunda em sementes e produtos farmacêuticos, e a quarta em medicina veterinária. A Monsanto Corporation adquiriu a Holden's Foundation Seeds (milho híbrido), por US\$ 1,2 bilhões, parte da Delkab (sementes), Asgrow (soja), Agracetus e Calgene, além da Agrocere — o maior banco de germoplasma tropical⁴² —, detentora de 30% do mercado de milho, da Cargill, Braskalb e PT Pesquisa de Sementes de Soja. A AstraZeneca resultou da fusão entre Zeneca e Astra A.B., em US\$ 70 bilhões. A Aventis resultou da fusão entre Hoechst e Rhône-Poulenc. A Dow Elanco adquiriu 65% da Micogen. A Du Pont adquiriu 20% da Pioneer Hi-Bred (primeira em vendas de sementes) por US\$ 1,7 bilhões, a totalidade da Protein Technologies International por US\$ 1,5 bilhões, a brasileira Dois Marcos Soja, e criou uma nova empresa, a Optimum Quality Grains. A AgrEvo comprou a Plant Genetic Systems por US\$ 725 milhões, mais as nacionais Fatura, Ribeiral, Mitla e Granja Quatro Irmãos. A Schering Plough pagou US\$ 54,4 milhões pela Canju. A Bayer, Novartis e Eli Lilly Co. estabeleceram relações comerciais com a Myriad Inc. Pfizer, Pharmacia e Upjohn aplicaram seus investimentos na Incyte. A Eli Lilly Co. firmou acordo com a Millenium Pharmaceuticals. A Corange International fechou contrato de acordo de US\$ 100 milhões com a Gene Medicine. A Glaxo Wellcome assinou contrato de 5 anos com a Sequana Therapeutics. A Synthelabo of Frame estabeleceu acordo de US\$ 69 milhões com a Genset of France, além de um investimento de US\$ 9,7 milhões. A Smithkline Beecham fechou acordo com a Human Genome Sciences Inc⁴³.

Rifkin demonstra a concentração de poder das empresas de biotecnologia entre as dez maiores de agroquímicos, de sementes e farmacêutica.

⁴¹ MARTINS, P. R. *Op. cit.*, p. 20.

⁴² Germoplasma é o "material genético contido nos genes de um organismo". Esta expressão é geralmente usada para se referir ao conjunto de genes de espécies do reino vegetal. OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 131.

⁴³ RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 70-121; MARTINS, P. R. *Op. cit.*, p. 13-20.

As 10 maiores empresas (1996-1997)

10 maiores empresas	Controle do mercado (em %)	Faturamento anual (em US\$)
Agroquímicos	81%	29 bilhões
Sementes	37%	15 bilhões
Farmacêutica	43%	211 bilhões

FONTE: RIFKIN, Jeremy. *O século da biotecnologia — a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. São Paulo: Makron Books, 1999, p. 70-121.

A aquisição de empresas do Terceiro Mundo proporcionou um novo tipo de concentração: a de bancos genéticos tropicais (germoplasmas), permitindo a elas o “uso privado dos materiais genéticos e tecnologias como matéria-prima visando produzir novos produtos industriais”⁴⁴. Os países do Terceiro Mundo, de clima tropical, detêm a maior diversidade biológica do planeta. Portanto, contam com uma variabilidade ecológica promissora para a produção de novos produtos, já que os genes estavam se tornando a nova matéria-prima.

A parceria universidade–empresa, na forma de empresa incubada, conduz também a uma nova divisão de trabalho: enquanto as instituições públicas desenvolvem atividades técnicas de coleta de dados, as grandes empresas se ocupam da pesquisa básica e da interpretação de dados⁴⁵. O sociólogo Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro aponta que tipo de relações de poder e manutenção do conhecimento se estabelecem entre um centro de pesquisa privado e um público:

*Nas redes genômicas [ciência que estuda os genes], por exemplo, fica clara [a] divisão de trabalho que destina atividades mais técnicas e de rotina — a coleta de dados — a determinados centros e instituições [públicas], e a parte “nobre” — as inferências de possíveis funções de proteínas dos organismos que são codificados pelos genes sequenciados —, com forte componente de pesquisa, aos centros tradicionalmente hegemônicos da rede biotecnológica, no eixo sul-sudeste.*⁴⁶

A “não-transferência” do conhecimento — adquirido com a pesquisa básica — aos países de Terceiro Mundo está de acordo com o sistema de patentes defendido pelas

⁴⁴ MARTINS, P. R. *Op. cit.*, p. 20.

⁴⁵ TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. *O clone de Prometeu. A biotecnologia no Brasil: uma abordagem para a avaliação*. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2002, p. 84.

⁴⁶ TRIGUEIRO, M. G. S. *Op. cit.*, p. 85.

multinacionais — uma estratégia que atribui ao conhecimento um papel fundamental na regulação do poder político e econômico entre os países.

O sociólogo Paulo Roberto Martins afirma que a propriedade industrial, regulada no direito de patentes do DPI (Direitos de Propriedade Intelectual)⁴⁷, é o “ pilar” das empresas de biotecnologia. Os altos investimentos se aplicam não só ao desenvolvimento de novos produtos, mas também de novas técnicas que possam maximizar os resultados, minimizar os custos e trazer retorno ao capital investido. A centralidade das patentes nesse processo é tão importante que “os mercados de capital estão atribuindo um valor monetário à propriedade intelectual muito antes de um produto estar pronto para o mercado”⁴⁸.

Mesmo investindo nas empresas dos países tropicais, os programas desenvolvidos pelas multinacionais não foram repassados às suas subsidiárias⁴⁹. Os países subdesenvolvidos estão se tornando fornecedores de matérias-primas (germoplasmas), que serão processados pela indústria multinacional, protegidos pelas patentes, e exportados como pacotes tecnológicos.

1.4 As biotecnologias como expressão da tecnociência

As biotecnologias podem ser apresentadas como expressão acabada da tecnociência. Este é o ponto central de nossa análise. Para isso, examinaremos algumas noções acerca do termo biotecnologia. Em seguida, veremos o que é o conceito de tecnociência e em que eles difere da tradicional “ciência e tecnologia”.

Várias são as definições sobre o que vem a ser biotecnologia. De acordo como o biólogo Luiz Gonzaga Esteves Vieira, biotecnologia é a

Aplicação de técnicas biológicas em organismos vivos, ou suas partes, para obter um produto, processo ou serviço. Esse termo abrange uma ampla relação

⁴⁷ Os DPIs têm como base as diretrizes do Direito de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPs, *Trade Related Intellectual Property Rights*), estabelecidos pelo Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT, *General Agreement on Tariffs and Trade*). Cf. SHIVA, V. *Op. cit.*, p. 24 e 29-40.

⁴⁸ RABINOW, P. *Op. cit.*, p. 166.

⁴⁹ SHIVA, V. *Op. cit.*, p. 29.

*de técnicas, a maioria relacionada com os recentes avanços das pesquisas em biologia molecular e celular, visando a aplicações tecnológicas.*⁵⁰

Os historiadores da ciência Oswaldo Fidalgo e Olga Yano afirmam que o termo apareceu nos anos 1960. Para eles, biotecnologia é a

*Tecnologia da vida: a manipulação de sistemas celulares e microorganismos, com a finalidade de obter produtos e substâncias de interesse humano.*⁵¹

Uma das maiores empresas da vida, a Monsanto Corporation, apresenta a biotecnologia da seguinte forma:

*Muitas das modernas técnicas que usamos atualmente, não são realmente novas. São, na verdade, resultado da evolução, versões mais preciosas e melhoradas de métodos empregados através da história. A biotecnologia está entre essas evoluções. Biotecnologia é o ramo da ciência que pesquisa a transferência de genes de um organismo para o outro, a fim de atribuir a este último características naturais do primeiro. Ou seja, a biotecnologia nada mais é do que a evolução de processos que as pessoas empregam há centenas de anos para o aumento da produtividade nas lavouras e para a produção de alimentos de melhor qualidade, com o controle da engenharia genética.*⁵²

Os sociólogos John Wilkinson e Pierina German Castelli entendem biotecnologia como

*quaisquer tecnologias que utilizem organismos vivos ou suas partes para produzir, transformar, aperfeiçoar ou degradar produtos. A produção de pão ou vinho e os métodos clássicos de melhoramento vegetal podem ser considerados como biotecnologia tradicional. A cultura de tecidos, o controle biológico de pragas e a fixação biológica do nitrogênio são biotecnologias intermediárias. A nova biotecnologia é aquela que se utiliza das possibilidades de recombinação genética, por meio de técnicas de engenharia genética, e de conhecimentos de biologia molecular.*⁵³

O biólogo Eugen S. Gander, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, diz que a biotecnologia deve ser reconhecida como

⁵⁰ VIEIRA, Luiz Gonzaga Esteves. Organismos geneticamente modificados: uma tecnologia controversa. *Ciência Hoje*, vol. 34, n.º 203, abr. 2004, p. 28-32.

⁵¹ FIDALGO, O. e YANO, O. *Op. cit.*, p. 391-392.

⁵² Texto de divulgação da Monsanto Brasil. Disponível em: www.monsanto.com.br, acessado em 01/03/03.

⁵³ WILKINSON, John (coord.) e CASTELLI, Pierina German. *A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: biotecnologias, patentes e biodiversidade*. Rio de Janeiro: ActionAid, 2000, p. 9.

*A aplicação integrada da genética molecular, bioquímica, microbiologia e tecnologia industrial para a obtenção de produtos de valor sócio-econômico ou científico a partir de seres vivos ou parte deles.*⁵⁴
*Biotecnologia é o uso dos seres vivos e seus componentes na agricultura, alimentação, saúde e processos industriais.*⁵⁵

Uma definição de biotecnologias depende, segundo Martins, “do contexto e perspectiva de quem define”⁵⁶. As definições acima apresentam idéias semelhantes e/ou complementares umas às outras. Temos conceitos de dois biólogos, dois historiadores da ciência, uma empresa transnacional e dois sociólogos. Todos estão de acordo que a biotecnologia é um conjunto de técnicas aplicadas às diversas áreas da biologia, agronomia e medicina, e que essas técnicas utilizam organismos vivos — ou parte deles — como meio de obter novos produtos, processos ou serviços. Portanto, o que a definiria seria o uso da *técnica*. No entanto, é preciso destacar algumas diferenças entre as definições apresentadas.

Pierina German Castelli e John Wilkinson, por exemplo, dividem as biotecnologias em três, a partir de contextos diferentes: uma biotecnologia tradicional, uma intermediária e outra nova. Portanto, podemos falar em biotecnologias, no plural, não só pela variedade de técnicas que compreende, mas porque elas são historicamente diferentes. A Monsanto Corporation situa a biotecnologia como um resultado da evolução das técnicas milenares, desenvolvida a partir das necessidades humanas. A definição de Castelli e Wilkinson contrasta com a definição da Monsanto. No primeiro caso, os dois sociólogos diferenciam o desenvolvimento da biotecnologia em três etapas tendo como referência justamente a sua base técnica.

Na biotecnologia tradicional, que data de milhares de anos, as técnicas empregadas eram mais simples e envolviam processos menos complexos do que aquelas que a ciência moderna dispõe (fermentação). A biotecnologia intermediária corresponde ao início do século XX, em que os processos químicos eram mais conhecidos e os biológicos mais limitados (como a cultura de tecidos e a hibridação), até os anos 1970, quando os cientistas americanos descobriram criaram a técnica do DNA recombinante. As novas biotecnologias são aquelas que rompem as barreiras naturais entre as espécies. Tomemos como exemplo as sementes. Na fase intermediária, a melhoria das sementes dependia da hibridação de espécies sexualmente próximas e a conseqüente seleção

⁵⁴ GANDER, Eugen S., MARCELLINO, Lucília H. e ZUMSTEIN, Pidi. *Biotechnologia para pedestres*. 2. ed. ver. e ampl. Brasília: Embrapa, 2000, p. 11.

⁵⁵ GANDER, E. S., MARCELLINO, L. H. e ZUMSTEIN, P. *Op. cit.*, p. 11.

daquelas que apresentassem as características esperadas. Mesmo que induzido, este processo “respeitava” algumas limitações naturais (reprodução sexual e proximidade entre espécies). Na nova fase, a modificação é assexuada e aberta a qualquer espécie — vegetal, animal ou humana. A transgenia é, portanto, um processo *inteiramente* artificial.

A definição da Monsanto Corporation elimina todas estas etapas, supondo uma linha evolutiva inevitável e necessária. Porém, essas técnicas se baseiam num conhecimento que teve a técnica como fator preponderante. Não questionamos apenas a manipulação do organismo, mas os seus propósitos finais. Como grande interessada na liberação de transgênicos, a Monsanto Corporation tenta *naturalizar* as novas biotecnologias, aproximando-as das práticas cotidianas e históricas — “as pessoas empregam há centenas de anos” — da busca pelo bem-estar — “alimentos de melhor qualidade”. Esta estratégia procura reduzir, ou mesmo eliminar, o medo e as dúvidas dos consumidores.

Pensamos que não é somente a técnica que define as biotecnologias, mas também seu contexto histórico, as relações de poder envolvidas, sejam sociais, econômicas e políticas. E é a força que cada um desses elementos exerce dentro das relações construídas que serão objeto da tecnociência.

A separação entre *ciência* e *técnica* tem sido deixada de lado em alguns estudos que investigam o caráter da ciência e da tecnologia nas sociedades contemporâneas por não conseguir explicar as novas relações de poder. De acordo com o historiador Hermes Reis de Araújo,

É comum a afirmação de que as ciências e as técnicas contemporâneas provocaram uma ruptura na história das sociedades industriais, gerando um sistema tecno-científico mundializado, imerso no reino do operatório. Fala-se hoje em tecnociência, ou tecnociências, no plural, para tentar nomear o fenômeno. O termo se apresenta como uma caracterização do movimento de inovação permanente e investimento financeiro que recobre o planeta de novos artefatos tecnológicos e de novos mercados, e visa sobretudo assinalar uma interdependência entre as ciências e as técnicas no saber contemporâneo. Uma grande mutação física e espiritual estaria transformando o mundo.⁵⁷

Atento para os riscos da perda dos mecanismos que garantam uma “gestão coletiva da sociedade”, Araújo aponta que os novos artefatos tecnológicos e os

⁵⁶ MARTINS, P. R. Op. cit., p. 205.

⁵⁷ ARAÚJO, Hermes Reis de. Apresentação. In: _____. *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 11.

mercados mundiais estão sendo efetivados através dos movimentos constantes de inovação e crescimento dos investimentos financeiros. As redes e fluxos de produção de saber e poder não permitem que a ciência e a tecnologia continuem em esferas separadas, aproximando-as numa prática cada vez menos neutra, e cada vez mais politizada.

Para compreendermos melhor as *tecnociências*, faremos a distinção de dois entendimentos de *ciência*.

Num primeiro momento, a ciência se apresentava como um saber contemplativo, onde a linguagem era o “modo privilegiado de reflexão”⁵⁸. Este momento se remete ao surgimento da filosofia na Grécia Antiga. “Em sentido mais amplo, a ciência [...] é um conjunto de conhecimentos metodicamente adquiridos, mais ou menos sistematicamente organizados [...]”⁵⁹. Com a modernidade, a ciência se torna “a modalidade de saber constituída por um conjunto de aquisições intelectuais que tem por finalidade propor uma explicação racional e objetiva da realidade”⁶⁰. A explicação do real, desta vez, passaria pela observação dos fenômenos, fundamentados no método experimental. Segundo Araújo, a ciência “se torna um produto cada vez mais tecnicizado [...], desalojando a filosofia como discurso da verdade”⁶¹.

Por sua vez, a técnica compreendia a “aplicação prática do conhecimento científico teórico a um campo específico da atividade humana”⁶². Com a ciência moderna, técnica adquire o sinônimo de “ciência aplicada”. Nestes termos, encontramos um aprofundamento das relações da ciência com a tecnologia. No mundo contemporâneo, a racionalidade das ciências e técnicas é cada vez mais um empreendimento coletivo. A velha imagem do homem de ciência, pensando e agindo isoladamente dentro de seu laboratório, como um ser racionalmente acima dos outros — bastante difundida no início da modernidade e que encontra ecos no imaginário social —, deixa de fazer sentido. A realidade é instituída pela quantidade e qualidade dos elementos que os grupos e indivíduos investem para construir fatos e verdades. Os fatos científicos e os objetos técnicos derivam das relações mundialmente estabelecidas, onde interesses políticos, econômicos, morais e sociais participam dos conteúdos científicos.

⁵⁸ ARAÚJO, H. R. *Op. cit.*, p. 12.

⁵⁹ JAPIASSÚ, Hilton e MARCONDES, Danilo. *Dicionário básico de filosofia*. 3.^a ed. ver. ampl. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996, p. 43.

⁶⁰ JAPIASSÚ, H. e MARCONDES, D. *Op. cit.*, p. 43.

⁶¹ ARAÚJO, H. R. *Op. cit.*, p. 12.

*A ciência não pode ser considerada como um saber absoluto e puro, cuja racionalidade seria totalmente transparente e cujo método constituiria a garantia de uma objetividade incontestável. [...] As idéias científicas não são totalmente independentes da filosofia, da religião e das ideologias que impregnam o meio em que vivem os pesquisadores.*⁶³

Num segundo momento, a tecnociência evidencia a articulação entre ciência e sociedade, onde natureza, técnica, ciência e sociedade são permanentemente reconstruídas. Se antes a ciência mantinha uma “pureza” diante da sociedade, uma “externalidade” sustentada pelo estatuto da neutralidade, agora a ciência estará mostrando imersa na constituição da sociedade. O filósofo e sociólogo francês Bruno Latour define, sucintamente, tecnociência como “uma fusão de ciência, organização e indústria”⁶⁴, onde todos estes fatores convergem na construção dos fatos científicos. A tecnociência não se limita aos pesquisadores, mas se abre a um número maior de atores que participam, direta ou indiretamente, das redes sociotécnicas. Os conteúdos científicos, de acordo com Latour e Araújo, podem ser percebidos nas relações de uso, troca e poder entre sujeitos e objetos. Dessa perspectiva, a ciência não permanece mais numa posição de autonomia no que concerne às relações de produção⁶⁵, como que relegando apenas à tecnologia a esfera da produção material.

A própria biotecnologia se tornou, nas palavras do jornalista Marcelo Leite, o

*paradigma da tecnociência, o estágio atual da pesquisa que, diferentemente do século 19, faz da investigação científica o motor mesmo do avanço técnico, deitando por terra os sistemas de dicotomias que dava solidez à sua representação tradicional: ciência vs. técnica; natureza vs. sociedade; biologia vs. tecnologia. Uma ciência que não se limita a explicar coisas, mas já o faz para modificá-las e mobilizá-las no processo de produção.*⁶⁶

A biotecnologia pode ser entendida como uma das forças propulsoras da crescente hegemonização econômica e política. Seu desenvolvimento está intimamente associado ao desenvolvimento dos meios tecnológicos de produção, sendo difícil pensá-lo como externo ao desenvolvimento industrial.

⁶² JAPIASSÚ, H. e MARCONDES, D. *Op. cit.*, p. 257.

⁶³ JAPIASSÚ, H. e MARCONDES, D. *Op. cit.*, p. 44.

⁶⁴ LATOUR, Bruno. *A esperança de Pandora*. Bauru, SP: Edusc, 2001, p. 233.

⁶⁵ BAIARDI, Amílcar. *Sociedade e Estado no apoio à ciência e tecnologia: uma análise histórica*. São Paulo: Hucitec, 1996, p. 26.

⁶⁶ LEITE, Marcelo. Biotecnologia, clones e quimeras: missão urgente para a divulgação científica. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 40.

A Fundação Rockefeller, uma das patrocinadoras da Revolução Verde que desenvolviam programas, os avanços das técnicas agrícolas, investiu aproximadamente US\$ 25 milhões em programas de biologia molecular, definindo suas tendências⁶⁷.

*Desde o início, as fundações, governos e cientistas ocidentais, tinham como certo que os países do Terceiro Mundo precisavam apenas copiar as práticas de cultivo do Primeiro Mundo para alcançarem a auto-suficiência em alimentos. Essa idéia foi de tal forma inserida no planejamento e melhoramento que quase ninguém percebeu.*⁶⁸

A biotecnologia tem sido interpretada como uma *revolução* por alguns estudiosos. O sociólogo e urbanista espanhol Manuel Castells, o economista norte-americano Jeremy Rifkin e o sociólogo Laymert Garcia dos Santos concordam, cada um a seu modo, que a biotecnologia vai transformar (ou está transformando) completamente o nosso modo de pensar a vida e, por conseqüência, a condição humana atual. Alguns concordam que a biotecnologia se desenvolveu na esteira da informática, pois o *gene*, a unidade fundamental do organismo vivo, é um código cujas informações precisam ser decifradas. Para alguns, decifrar o funcionamento do gene nos levará ao conhecimento dos mecanismos mais íntimos do comportamento e desenvolvimento humanos.

Manuel Castells afirma que o final do século XX foi marcado por transformações na “cultura material”, em conseqüência do estabelecimento de um novo paradigma tecnológico: a tecnologia da informação. Por tecnologia, ele entende ser “o uso de conhecimentos científicos para especificar as vias de se fazerem as coisas de uma maneira ‘reproduzível’”⁶⁹. A engenharia genética estaria situada dentro desse paradigma, por se tratar justamente de uma das tecnologias da informação, uma vez que a engenharia genética tem como meta decodificar, manipular e reprogramar o código genético. A atual revolução tecnológica, convergindo biologia, eletrônica e informática, aplicaria os conhecimentos daí derivados em ciclos de inovação e uso constantemente realimentados. A inovação em tecnologia ganha importância primordial, exigindo novos conhecimentos, uma remodelação do ambiente institucional e industrial, a

⁶⁷ De acordo com Shiva, de 1953 a 1965, doze cientistas envolvidos com biologia molecular foram agraciados com Prêmios Nobel — de todos, exceto um não havia sido patrocinado pela Fundação Rockefeller. SHIVA, Vandana. *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001, p. 50-51.

⁶⁸ MOONEY, Pat Roy. A Revolução Verde. In: _____. *O escândalo das sementes: o domínio da produção de sementes*. São Paulo: Nobel, 1987, p. 45.

⁶⁹ Essa definição de ‘tecnologia’ Castells toma de empréstimo de Harvey Brooks e Daniel Bell. Cf. CASTELLS, Manuel. A revolução da tecnologia da informação. In: _____. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999, p. 49-86.

disponibilidade de talentos com mentalidade econômica e uma rede articulada de fabricantes e usuários.

Para o presidente da Fundação para Tendências Econômicas em Washington DC (EUA), Jeremy Rifkin, a tecnologia — precisamente a biotecnologia — ocupa o epicentro das atuais mudanças e redefinições em relação à noção daquilo que entendemos por *vida*. Rifkin se refere a esta nova etapa como “o século da biotecnologia”. As grandes mudanças sociais analisadas por Rifkin, condicionadas pelas forças sociais e pela aceleração tecnológica, se estruturam no que ele denomina “matriz operacional”, um conjunto de referenciais que concretizam e legitimam as atuais transformações.

A “matriz operacional do século biotecnológico” se apoia em sete pontos: (1) os genes como matéria-prima e base da nova economia, (2) a propriedade industrial (patentes) como meio de proteção comercial, (3) o surgimento de uma indústria global de ciências da vida (*empresas da vida*), (4) a alteração das espécies animais, vegetais e humana como produto final, (5) uma nova sociológica com base na genética (a sociobiologia⁷⁰) para introduzir a biotecnologia na sociedade, (6) a computação como meio de comunicação e administração do capital genético e (7) uma nova representação da *natureza* que justifique as transformações sociais proporcionadas pela economia emergente. Portanto, a revolução da biotecnologia opera em várias dimensões, redefinindo sociedade e mercado, política e ética, natureza e cultura.

A manipulação da vida proporcionada pela engenharia genética é propagandeada pelas novas empresas como a “nova era da história”, onde a evolução não contará com a mão invisível da natureza, mas com a autoria humana. De acordo com Rifkin,

*as novas tecnologias de combinação genética permitem ultrapassar as barreiras da natureza, tornando o próprio interior do genoma vulnerável a um tipo de colonização humana.*⁷¹

Ao analisar cada uma das sete linhas que conduzem à “matriz operacional” do “século da biotecnologia”, Rifkin defende que o mercado favorece um enfoque reducionista da ciência, ao mesmo tempo em que os avanços são encarados como algo inevitável.

⁷⁰ Sociobiologia é teoria, criada pelo biólogo norte-americano Edward O. Wilson, que “objetiva explicar em bases biológicas os comportamentos sociais dos seres vivos”. Cf. OLIVEIRA, F. *Op. cit.*, p. 133.

*A simples idéia de que as inovações tecnológicas possam ser projeções socialmente delineadas de uma determinada visão de mundo, alimentadas por forças econômicas e difundida pelo meio social dominante já seria impensável para a maioria dos cientistas.*⁷²

Laymert Garcia dos Santos tem observado que a *racionalidade econômica* e a *racionalidade científica*, atualmente, (con)fundem-se em um só movimento, incitados principalmente pelo princípio de competitividade que rege a economia. Apoiando-se nos estudos de Fumio Kodama⁷³, Santos aponta que as mudanças de decisão sobre investimentos em pesquisa e desenvolvimento e os novos processos de inovação proporcionados pelas fusões empresariais acarretam “uma mudança paradigmática em relação à tecnologia”⁷⁴. Segundo Santos,

*As observações de Kodama sugerem que o princípio da competitividade obriga a racionalidade econômica atrelar-se à racionalidade tecnocientífica, ao subordinar as decisões de investimento não às taxas de retorno mas à dinâmica da inovação; como se a corrida tecnológica lançasse as empresas numa constante fuga para frente, ou numa constante antecipação do futuro; como se a sobrevivência das empresas no mercado dependesse mais de sua capacidade de invenção e substituição de produtos do que da extensa exploração comercial dos mesmos, cujo ciclo de vida é cada vez mais curto.*⁷⁵

A aproximação entre racionalidade tecnocientífica e a racionalidade econômica convergem para a formação de setores de mercado, linhas de pesquisa e inovação industrial. No próximo capítulo, veremos como as biotecnologias se inserem na agricultura.

⁷¹ RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 74.

⁷² RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 241.

⁷³ O estudo a que se refere Laymert Garcia dos Santos é: KODAMA, Fumio. *Analyzing Japanese high technologies: the techno-paradigm shift*. Londres: Pinter Publishers, 1991.

⁷⁴ SANTOS, Laymert Garcia dos. Tecnologia, perda do humano e crise do sujeito do direito. In: OLIVEIRA, Francisco de e PAOLI, Maria Célia. *Os sentidos da democracia — políticas do dissenso e hegemonia global*. Petrópolis, RJ: Vozes, Brasília: NEDIC, 1999, p. 292.

⁷⁵ SANTOS. *Op. cit.*, p. 293-294.

CAPÍTULO 2

ALIMENTOS TRANSGÊNICOS: AS BIOTECNOLOGIAS NA AGRICULTURA

As duas produções universalizáveis da cultura burguesa ocidental — a tecnociência e o capitalismo racionalizado moderno — vêm de estabelecer entre si um novo relacionamento. Esta fusão já resultou em maior eficiência e produtividade.

Paul Rabinow

2.1 As biotecnologias na agricultura

As novas empresas da vida, grandes transnacionais, controlam o mercado de produtos bioindustriais, ou seja, produtos derivados do uso da biotecnologia sobre os recursos biológicos. O economista David Goodman e os sociólogos Bernardo Sorj e John Wilkinson interpretam este fenômeno como uma consequência da industrialização da agricultura¹. O processo de industrialização, ou modernização da agricultura, tem início com a transformação de diferentes aspectos da produção agrícola em setores específicos da indústria. Essa transformação segue padrões que os autores caracterizam como *apropriacionismo* e *substitucionismo*. O apropriacionismo seria o processo na qual se elimina alguns elementos discretos da produção agrícola, convertendo-os em atividades industriais e, em seguida, reincorporando-os sob a forma de insumos². O processo de substitucionismo seria a substituição de componentes agrícolas por não-agrícolas (industrializados). A dinâmica da modernização da agricultura se daria, então, através da apropriação de atividades rurais, transformando-as em produtos industriais, e reinserindo-as no contexto rural, e da substituição dos componentes agrícolas pelos industriais.

¹ GOODMAN, David, SORJ, Bernard e WILKINSON, John. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional*. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 192p.

² As substituições começaram com dois processos: (1) a substituição mecânica, da semeadura à mão pela máquina de semear e o cavalo pelo trator, e (2) a substituição química, do esterco pelos produtos químicos sintéticos.

Os ritmos de apropriação e substituição seriam regulados pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia — principalmente mecânica, química e biológica —, de forma não homogênea, parcial e descontínua. Esse processo favorece o aparecimento de novos setores agroindustriais, como o de fornecimento de insumos agrícolas, de processamento e distribuição de alimentos.

Segundo os autores, o capital aplicado no campo industrial investido nas novas atividades procura reduzir as limitações *naturais* da produção rural, uma vez que elas dependem da terra e de suas condições físico-biológicas para produzir³. Na Revolução Industrial, a mecanização procurou reduzir os limites naturais impostos pela terra; com a Revolução Biotecnológica, iniciada com a Revolução Verde e acentuada nos anos 1970 com o desenvolvimento das técnicas de recombinação genética, iniciou-se um novo processo de ruptura dos limites naturais. Assim, o capital industrial reduz a importância da natureza na produção agrícola, tentando eliminar sua base rural.

O desenvolvimento do capitalismo na agricultura seguiu o movimento de competição entre os capitais industriais, criando novos setores de acumulação⁴.

*À medida em que certos elementos do processo de produção rural tornam-se suscetíveis de reprodução industrial, eles são apropriados pelos capitais industriais e reincorporados na agricultura como insumos ou meios de produção.*⁵

A relação que o capital estabelece com a natureza é, portanto, instrumental. A apropriação começou com o processo de mecanização, seguido pela formação das indústrias químicas e de produção de fibras sintéticas, em substituição aos derivados de hidrocarbonetos. A indústria química tornou-se o paradigma do processo de substituição. Com o desenvolvimento das ciências ligadas à biologia, mais notadamente a genética e a biologia molecular, as sementes seriam as próximas a fazer parte deste processo. Primeiro, com a hibridação de sementes e seleção das mais adequadas. Em seguida, com a recombinação de características na ordem molecular.

Somente com o surgimento de biotecnologias modernas, notavelmente os métodos de recombinação do DNA, tornou-se possível, realisticamente,

³ Como o processo de conservação biológica de energia, o ciclo de tempo biológico e espaço para as atividades rurais.

⁴ GOODAMN, D., SORJ, B. e WILKINSON, J. *Op. cit.*, p. 6.

⁵ *Idem*, p. 6.

*considerar a perspectiva de que o processo de transformação biológica poderá, eventualmente, cair sob controle industrial direto.*⁶

Nesse processo, os insumos vão tornando-se mais freqüentes na produção rural⁷. Com as biotecnologias modernas, generaliza-se a manipulação da natureza, com promessas de se romper todos os seus limites. As biotecnologias serão responsáveis pela reestruturação de vários setores tecnológicos, industriais e comerciais. Como afirmam os autores, as biotecnologias são “um ‘agrupamento’ ou um ‘complexo’ de técnicas inter-relacionadas, com aplicações estendendo-se sobre um amplo espectro de atividades inter-setoriais”⁸. Essa rede de articulações provém da diversidade de aplicações que as biotecnologias vão propiciar ao mercado e da necessidade de arregimentar mais colaboradores, seja com pesquisa e inovação, seja com capitais.

Paulo Roberto Martins aponta que as estratégias das empresas da vida é prolongar a cadeia de insumos agroindustriais inaugurada nos anos 1930. O prolongamento dessa cadeia reafirma a lógica da apropriação e substituição dos produtos agrícolas pelos industriais, da qual os transgênicos são frutos.

*A vantagem contínua de novas tecnologias no mercado, através de lançamento de inovações de produtos, tem sido a prática das empresas multinacionais atuantes no mercado de agroquímicos/transgênicos, ao longo de várias décadas, o que levou à constituição de uma estrutura de poder entre as figuras, que só começa a ser alterada pelas mega fusões e aquisições realizadas na década de 90.*⁹

Romper as barreiras da natureza não só proporciona ao capital a sua reprodução — pela apropriação dos produtos agrícolas —, como também provoca uma preocupação quanto a capacidade da natureza de fornecer matérias-primas indefinidamente, a ritmos cada vez mais acelerados.

⁶ Idem, p. 8.

⁷ A Revolução Verde é responsabilizada pela internacionalização das técnicas de pesquisa agrícola, pela maior homogeneização do processo de produção agrícola, através da difusão de pacotes tecnológicos incluindo sementes híbridas, agroquímicos, ferramentas e máquinas. Em outras palavras, pela internacionalização, nos países tropicais, do processo de apropriação. Idem, p. 36. Ver também: MOONEY, Pat Roy. A Revolução Verde. In: _____. *O escândalo das sementes: o domínio da produção de sementes*. São Paulo: Nobel, 1987, p. 40-52; BRUM, Argemiro J. A “Revolução Verde”. In: _____. *Modernização da agricultura: milho e soja*. Ijuí, RS: FIDENE/UNIJUÍ, 1985, p. 59-72.

⁸ GOODAMN, D., SORJ, B. e WILKINSON, J. *Op. cit.*, p. 93.

⁹ MARTINS, Paulo Roberto. *Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil*. Tese (Doutorado), Campinas, SP: UNICAMP, 2000, p. 29.

O sociólogo francês Alain Bihr identifica o capitalismo como o grande responsável pela atual *crise ecológica*¹⁰. Segundo Bihr, a produção capitalista se define pela produção e reprodução indefinida de capital, como um fim em si mesma, uma “*produção visando à produção*”¹¹. A dinâmica da economia capitalista se pautaria na “*redução sistemática do valor de uso à simples função de suporte do valor de troca*”¹². A natureza, ao ser inserida à lógica do capital, passa por dois processos: de (1) fragmentação e de (2) homogeneização. No primeiro, ela é convertida em valor de troca e, no segundo, ela é uniformizada, adquirindo *status* quantitativo, para obter valor de uso.

*Convertidos em simples fatores de produção e, assim, em componentes do capital, os elementos naturais estão também sujeitos às exigências de uma acumulação indefinida, sem relação nem com sua limitação [...], nem com seu ritmo de renovação [...], nem com sua integração nos equilíbrios ecológicos e sociais frágeis [...].*¹³

O capitalismo, portanto, ao submeter a natureza às *suas* forças produtivas, ao imperativo abstrato da produção e reprodução do capital, “*torna-se desenvolvimento das forças destrutivas da natureza*”¹⁴.

Com o desenvolvimento das técnicas de manipulação genética, o capitalismo poderá se apropriar cada vez mais dos recursos extraídos do campo e convertê-los em matérias-primas para as indústrias, relegando aos países do Terceiro Mundo a posição de consumidores de produtos finais (pacotes tecnológicos e produtos industrializados).

2.2 A controvérsias do Governo Lula no caso da liberação dos transgênicos

Apresentaremos um breve histórico de como os alimentos transgênicos estão sendo discutidos pelo governo brasileiro. Este panorama servirá de base para levantarmos as controvérsias sobre o estágio atual das biotecnologias aplicada à agroindústria.

¹⁰ BIHR, Alain. *Da grande noite à alternativa: o movimento operário europeu em crise*. 2. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 1999. 288p.

¹¹ BIHR, A. *Op. cit.*, p. 127. (Grifos do autor)

¹² Idem, p. 126. (Grifo do autor)

¹³ Idem, p. 128.

A Lei de Biossegurança (Lei n. 8.974, de 05/01/95) normatiza o uso e a liberação de organismos geneticamente modificados. No ano seguinte, foi criada a CTNBio (Comissão Técnico Nacional de Biossegurança), órgão ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, que tem como meta emitir pareceres técnicos liberando, em caráter experimental ou comercial, OGMs no meio ambiente.

Em 1998, a CTNBio recebeu o primeiro pedido de liberação para plantio de soja OGM: a soja Roundup Ready, da empresa Monsanto Corporation. No dia 1º de outubro do mesmo ano, a CTNBio emitiu parecer autorizando o plantio em escala comercial de um produto transgênico. Foi o primeiro e único caso aprovado no Brasil. Em 1999, o IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor), Greenpeace (organização não-governamental que defende a preservação do meio ambiente) e o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis) moveram a uma ação civil pública reivindicando estudos de impacto ambiental (EIA). O plantio da soja Roundup Ready ficou impedida por liminar judicial. Até hoje o caso se encontra na Justiça.

Na quinta-feira, dia 25 de setembro de 2003, alguns dias antes do início do próximo plantio de soja, o Governo anunciou, pelas palavras do Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Roberto Rodrigues, a permissão para a comercialização em grãos da safra de soja geneticamente modificada plantada em 2002.

Assinada pelo presidente interino José Alencar da Silva, a MP 131, de 25/09/03, expressou as contradições do Governo com relação às questões em torno das plantas geneticamente modificadas, os transgênicos. De um lado, a ministra Marina Silva, do Meio Ambiente, o ministro Miguel Rosseto, do Desenvolvimento Agrário, organizações não-governamentais e entidades civis, como o IDEC, o Greenpeace a AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa) lutaram contra a liberação daquela safra, alegando falta de estudos conclusivos que provassem a segurança da soja transgênica, tanto para o meio ambiente quanto para o consumo humano. De outro lado, o ministro Roberto Rodrigues, da Agricultura, e o ministro José Dirceu, da Casa Civil, confirmaram a iniciativa do Governo, alegando que aquela safra era importante para as exportações nacionais e para os agricultores gaúchos, e que o Brasil não poderia ficar para trás na corrida do desenvolvimento tecnológico¹⁵.

¹⁴ Idem, p. 129.

¹⁵ ATHIAS, Gabriela. Deputados contrários já dão liberação como certa. *Folha de S. Paulo*, 25/09/03, p. B4.

Algumas reportagens apontam que o plantio de soja transgênica no Brasil acontece desde 1996¹⁶. As sementes transgênicas foram obtidas ilegalmente da Argentina, tendo como destino os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Bahia. A soja transgênica plantada abastecia tanto o mercado interno quanto as importações. De acordo com um agricultor, o uso de sementes transgênicas se justifica pelos benefícios econômicos que traz — comprando sementes por preços inferiores aos das sementes convencionais e reduzindo o uso de herbicidas — e pela maior produtividade adquirida — perda de somente 20% da plantação para ervas daninhas, que, com a soja tradicional, chegava a 80%. Estimou-se que o plantio de soja transgênica no Rio Grande do Sul atingiu de 5 mil a 1 milhão de hectares¹⁷.

Na edição do dia 3 de dezembro de 2003, a revista *Veja* divulgou uma pequena matéria (de quatro páginas) sobre as rotas de contrabando de sementes transgênicas em Cruz Alta, interior do Rio Grande do Sul¹⁸. Através de uma prática considerada comum, o contrabandista (conhecido como *chibeiro*) oferece as novidades trazidas da Argentina aos agricultores. A soja transgênica ficou conhecida como “soja maradona”. De acordo com a reportagem, aproximadamente 90% da soja produzida seria geneticamente modificada. Desde então, agricultores do Rio Grande do Sul plantam soja transgênica sem quaisquer constrangimento. “Plantei 2 hectares em 1998 e farei de novo se todo mundo plantar”, disse o produtor rural e vereador de Passo Fundo (RS), Izoldino Candaten, autor de um projeto de lei para liberar o plantio de transgênicos¹⁹.

Mesmo com a liberação da soja da safra 2003, o Governo não havia tomado medidas definitivas para controlar a rotulagem. A Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), subordinada ao Ministério do Meio Ambiente, não conseguiu fiscalizar os produtos suspeitos de conter transgênicos²⁰.

Podemos concluir que os transgênicos (mesmo sendo proibidos, desde 1995, tanto o plantio quanto a comercialização) estão ocorrendo no Rio Grande do Sul, no Paraná, no Mato Grosso e outros estados, com soja contrabandeada da Argentina. Ainda não existem, no Brasil, dados conclusivos sobre os impactos na saúde humana, animal e ambiental devido o uso de transgênicos, mas o Governo liberou a comercialização dos

¹⁶ SOLIANI, André. Consultora vê erro em rotulagem. *Folha de S. Paulo*, 23/08/03, p. B2; GERCHMANN, Léo. Brasil contrabandeia grão, e população consome transgênicos sem saber. *Folha de S. Paulo* (Especial Transgênicos), 04/08/00, p. 8.

¹⁷ SOUZA, Carlos Alberto de. Governo não consegue conter plantio. *Folha de S. Paulo*, op. cit., p. 8.

¹⁸ GASPAR, Malu. A rota dos transgênicos. *Veja*, 03/12/03, p. 110-113; CUNHA, Rodrigo Vieira da. Revolta da soja. *Veja*, 13/10/99, p. 100.

¹⁹ CUNHA, R. V. da. *Op. cit.*, p. 100.

grãos da soja transgênica (ilegal) *colhidos* no Rio Grande do Sul, cedendo à pressão dos agricultores gaúchos, argumentando que a não liberação daquela safra afetaria as exportações, e que aquela safra já era um caso consumado. Não se dando por satisfeitos, os agricultores gaúchos (que já haviam violado a Lei de Biossegurança inúmeras vezes) reivindicaram a liberação do *plantio* de soja transgênica para a safra de 2004, alegando que só poderiam plantar as sementes que sobraram da safra anterior (a soja transgênica de 2003). Com isso, o Governo libera a segunda safra transgênica, contrariando a Lei de Biossegurança, e sem estar preparado para sua devida fiscalização. Desta vez, o Governo emitiu um “Termo de Compromisso, Responsabilidade e Ajustamento de Conduta”, exigindo do produtor a destruição das respectivas safras após o término do prazo de comercialização, em janeiro de 2005.

Comentando o episódio, Janio de Freitas escreveu, em sua coluna dominical da *Folha de S. Paulo*: “Um fato consumado contra a lei não foi punido, foi premiado”²¹.

As controvérsias podem ser observadas dentro dos próprios ministérios. O ministro Roberto Rodrigues, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento se declara a favor da liberação dos transgênicos, enquanto a ministra Marina Silva, do Meio Ambiente, e o ministro Miguel Rosseto, do Desenvolvimento Agrário, encabeçam a lista dos que se posicionam com mais cautela, aguardando resultados mais conclusivos sobre os impactos humanos e ambientais.

Não podemos prever o que acontecerá a partir daqui na trajetória dos transgênicos. Estes acontecimentos nos permitem fazer melhores perguntas do que oferecer boas respostas. As sucessiva liberações — (1) de comercialização e (2) de plantio-comercialização — poderá abrir precedentes para que medidas provisórias tornem-se leis. Além disso, os fatores econômicos tomaram a dianteira da controvérsia, deixando as questões ambientais em segundo plano. Nesse momento, o Brasil tem a possibilidade de monitorar esses campos plantados para chegar a resultados, conclusivos ou não, sobre os impactos ambientais dos transgênicos.

²⁰ SOLANI, André. Governo ignora destino da soja transgênica. *Folha de S. Paulo*, 23/08/03, p. B1.

²¹ FREITAS, Janio. Os modificados. *Folha de S. Paulo*, 28/09/03, p. A7.

2.3 Principais implicações dos alimentos transgênicos

Diante das considerações feitas até aqui, discutiremos as principais controvérsias que giram em torno dos transgênicos na agricultura, apresentando as consequências que acarretam.

a) Os impactos ambientais e as alternativas ao modelo biotecnológico

Os biólogos Rubens Onofre Nodari e Miguel Pedro Guerra propõem que devem ser analisados os riscos potenciais de cada caso de transgene, levando-se em conta as características dos genes inseridos e as implicações do seu uso permanente em larga escala. Eles enumeram os seguintes riscos possíveis: (1) aumento do efeito de pragas existentes, por meio da recombinação gênica entre plantas transgênicas e espécies fitogeneticamente relacionadas; (2) gerações de novos insetos-pragas e plantas daninhas resistentes às sementes transgênicas; (3) danos a outras espécies não-alvos; (4) alteração na dinâmica das comunidades bióticas (perda de recursos genéticos e contaminação gênica de espécies nativas); (5) efeitos adversos em ecossistemas; (6) perda da biodiversidade; (7) produção de substâncias tóxicas resultante da degradação incompleta de produtos químicos codificados pelos transgenes²².

Dos riscos apontados acima, segundo Nodari e Guerra, apenas o item 7 não foi comprovado experimentalmente ou confirmado em testes de campo. De acordo com os autores, os riscos são calculados em função da magnitude de um efeito e da probabilidade de ocorrência do mesmo²³.

A pressão exercida pelas empresas para que sejam aprovadas uma legislação definitiva sobre os transgênicos na agricultura contrasta dois ritmos: o das empresas, que obedecem ao tempo da duração de uma patente e da velocidades das inovações, e o ritmo da natureza, que necessita de longos prazos para que definições mais conclusivas e precisas sejam feitas.

Além do mais, outras formas de agricultura devem ser avaliadas. O sociólogo Miguel Altieri propõe alternativas agrícolas que levem em conta processos sustentáveis

²² NODARI, Rubens O. e GUERRA, Miguel P. Os impactos ambientais. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 43-45; NODARI, Rubens O. e GUERRA, Miguel P. Biossegurança de plantas transgênicas. In: GÖRGEN, Sérgio Antônio (org.). *Riscos dos transgênicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000, p. 46-55.

²³ NODARI, R. O. e GUERRA, M. P. Os impactos ambientais. *Op. cit.*, p. 43-45.

do ponto de vista ecológico, que preservem a diversidade biológica e que estejam mais de acordo com as necessidades de pequenos produtores. Este conjunto de propostas, conhecidas como *agroecologia*, visam uma maior integração entre os agricultores e povos que estão à margem do sistema produtivo com o meio ambiente local, buscando manter uma relativa dependência das empresas fornecedoras de insumos industriais. De acordo com Altieri, a biotecnologia desenvolve apenas soluções genéticas para problemas derivados de sistemas agrícolas baseados em monoculturas e ecologicamente insustentáveis, concebidos conforme os modelos de eficiência industrial²⁴.

Hugh Lacey afirma que as propostas da agroecologia são: o fortalecimento da organização social local; a manutenção da capacidade produtiva; a preservação dos recursos naturais; a diminuição da pobreza; a manutenção das tradições; e a participação popular no processo de produção (não havendo separação entre biologia e sociologia)²⁵. Contra a uniformização do processo produtivo, Lacey comenta:

*Sem uma investigação sistemática e empírica sobre os impactos ecológico e social a longo prazo, e sobre a possibilidade de alternativas, como poderia a pesquisa científica apoiar a tese de que o desenvolvimento de sementes TG [transgênicas] é o único modo de proceder, ou mesmo que é um modo viável de proceder?*²⁶

b) As sementes, as patentes e o “fim da fome” no mundo

A adoção de transgênicos na agricultura têm sido defendida como única alternativa produtiva para suprir a demanda mundial, principalmente no combate à fome. No entanto, este argumento tem sido contestado. O “fim da fome” tem sido usado como argumento nas campanhas das empresas, servindo a duas finalidades: como argumento moral, a fim de sensibilizar a opinião pública — seria imoral não usar as tecnologias disponíveis para uma finalidade humanitária — e tirar o foco das atenções das disputas pelo mercado de sementes — esta sim a grande personagem.

Segundo Vandana Shiva, a semente que o agricultor (ou camponês) usa é um recurso natural capaz de se regenerar. Ela é, ao mesmo tempo, uma entidade biológica,

²⁴ ALTIERI, Miguel. Riscos. Os mitos da biotecnologia agrícola: algumas questões éticas. Disponível em: www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/mitos_biotecnologia.pdf, acessado em 27/03/04.

²⁵ LACEY, Hugh. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 56.

²⁶ LACEY, H. *Op. cit.*, p. 55.

desenvolvida por práticas humanas, parte de um sistema ecológico, portanto objeto de conhecimento humano. Sendo assim, está sujeita a investigação empírica como entidade biológica, enquanto parte de um ecossistema, e como resultado de práticas culturais e sócio-econômicas²⁷.

Movidos pelo instrumentalismo capitalista, as sementes passam por um processo de apropriação e retornam aos agricultores convertidas em insumos, descartando todas as relações anteriores. O início desse processo ocorreu com a mecanização da agricultura e com o uso de insumos químicos, ganhando força com a disseminação das monoculturas e das sementes híbridas durante a Revolução Verde. Agora, com os transgênicos, ficam inteiramente à disposição do mercado.

A Monsanto Corporation desenvolveu uma técnica para produzir sementes estéreis, que não possam ser aproveitadas, impedindo “a milenar prática de guardar as melhores sementes de uma colheita para produzir uma nova safra”²⁸. Essa técnica é chamada de “controle da expressão genética da planta”, e o gene responsável pela nova inserção da característica, de *Terminator* (exterminador, em inglês). Assim, ao final da colheita, agricultor precisará comprar mais sementes para o próximo plantio.

*A mercantilização baseia-se assim na quebra da unidade da semente, de um lado como geradora de uma colheita, de outro como reprodutora de si mesma. Liga-se dialeticamente com a transformação das relações sociais na agricultura na direção de um crescente domínio do agribusiness e da agricultura em grande escala voltada para exportação e, num certo nível de análise, está inequivocadamente a serviço dos interesses das multinacionais.*²⁹

A soja Roundup Ready implica em: monocultura de exportação; intensificação do uso de agrotóxicos; dependência de um produto pelo outro (produto “casado”); semente estéril.

Conforme Lacey, as sementes transgênicas incorporam conhecimento científico, resultam e fortalecem a economia global, e trazem a aura de inevitabilidade. Elas pertencem à indústria, protegidos por patentes, gerando lucro ao *agribusiness*. O novo transgênico é o resultado acabado do controle do capital e da ciência sobre a natureza, tornando-a uma mercadoria passível de maximização³⁰. O meio pela qual empresas como a Monsanto Corporation vão readquirir o capital investido em pesquisas e

²⁷ LACEY, Hugh e OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Prefácio. In: SHIVA, V. *Op. cit.*, p. 9-10.

²⁸ ALMUDENA, Célia. O gene exterminador. *Folha de S. Paulo*, Mais!, 16/08/98, p. 14.

²⁹ LACEY, H. e OLIVEIRA, M. B. *Op. cit.*, p. 11.

³⁰ LACEY, H. *Op. cit.*, p. 54-55.

desenvolvimento será cobrando os *royalties*³¹ pelo uso de suas sementes, pela venda de novas sementes, necessárias ao início de cada safra, e/ou pela venda de produtos “casados” (herbicida + semente)³².

Lacey e Shiva afirmam que os alimentos transgênicos não acabarão com a fome, pois estão inseridos na mesma estrutura que permite com que ela se perpetue. Elas pretendem criar mecanismos de conversão dos altos investimentos em biotecnologia em lucro. A persistência do problema da fome tem sido explicada por diversos fatores socioeconômicos e geopolíticos, onde a tecnologia só teria sentido dentro de um quadro de distribuição equilibrada de renda e de recursos³³. A jornalista canadense Naomi Klein, ao comentar esta questão, aponta que “a verdade enfadonha é que já temos as ferramentas para salvar muito mais que um milhão de crianças por ano — e tudo sem mudar irrevogavelmente a constituição genética de gêneros alimentícios”. Klein faz comentários sobre algumas ocasiões onde chefes de Estado tiveram diante de si propostas para resolver o problema, mas recusaram. Uma dessas ocasiões foi

*[...] a reunião de junho de 2002 da Organização de Agricultura e Alimentação das Nações Unidas em Roma. A meta ambiciosa da reunião era reduzir o número de famintos à metade; de oitocentos milhões para quatrocentos milhões até 2015. Entretanto, dos 29 países mais ricos, somente dois mandaram chefes de Estado a Roma, e um deles era a Itália, cujo líder já estava na cidade.*³⁴

O economista José Maria Alves da Silva, da Universidade Federal de Viçosa (MG), resume este assunto dizendo que

*[...] para acabar com a fome, é preciso antes de tudo aumentar a capacidade de distribuição de renda. Sem aumentar a equidade econômica, sem efetivas medidas de combate à pobreza, o aumento da produção agrícola pode implicar aumento do desperdício alimentar que já ocorre em larga escala nos países subdesenvolvidos, fato que é prudentemente omitido nos discursos dos defensores dos transgênicos.*³⁵

³¹ Pagamento pela licença concedida a alguém para explorar um produto patenteado pelo licenciador.

³² É o caso do glifosato Roundup, que só traduz sua eficiência quando aplicado sobre a semente Roundup Ready. Ambos os produtos pertencem à Monsanto Corporation e aguardam, no Brasil, liberação judicial.

³³ VILELA, Nirlene Junqueira e MACÊDO, Manoel Moacir Costa. Alimentos geneticamente modificados: preocupações de segurança ambiental e considerações econômicas. É possível reconciliá-las? *Revista Múltipla*, Brasília: v. 7, n. 12, jun. 2002, p. 146.

³⁴ KLEIN, Naomi. Arroz geneticamente modificado. In: _____. *Cercas e janelas — na linha de frente do debate sobre globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2003, p. 136.

³⁵ SILVA, José Maria Alves da. Os transgênicos e a sociedade rural. *Folha de S. Paulo*, 18/09/00, p. A3.

Deduzimos que a resolução para o problema da fome depende, antes de tudo, de vontade política e interesse econômico. Antes que se adotem medidas duvidosas, outras alternativas podem ser tentadas.

c) Relações econômicas entre Primeiro Mundo e Terceiro Mundo

No final dos anos 1990, várias foram as vozes que alertaram para os impactos econômicos da biotecnologia no Terceiro Mundo. Podemos dividir esses impactos em duas ordens: (1) impactos exercidos por fatores externos e (2) impactos exercidos por fatores internos. No primeiro caso, o desenvolvimento da biotecnologia dos países do Primeiro Mundo comprometem a produção e as exportações dos países do Terceiro Mundo. Com as aquisições de bancos genéticos tropicais, as empresas multinacionais incorporam as empresas do Terceiro Mundo, fornecedoras da nova matéria-prima.

Praful Bidwai publicou um artigo no *The Times of India*, em 19 de abril de 1987, chamando atenção para as pesquisas em biotecnologia. Um dos casos citados foi o da vagem da baunilha. Empresas de biotecnologia começaram produzir baunilha sintetizada, indicando grandes possibilidades de inserção no mercado. Se a baunilha sintetizada substituir a baunilha natural, Madagascar (África), que recebe a maioria de suas divisas através da exportação da vagem da baunilha, poderá ter seu mercado fortemente afetado. Madagascar era responsável por aproximadamente $\frac{3}{4}$ da produção mundial de baunilha, empregando mais de 70.000 pessoas na produção³⁶.

*Os países negativamente afetados ficarão ainda mais expostos às recomendações das instituições financeiras internacionais para abrir, por exemplo, sua agricultura de exportação ao cultivo de lavouras industriais geneticamente engenheiradas para o Norte.*³⁷

A Revolução Verde contava com instituições semi-públicas dentro das Nações Unidas, com resultados disponíveis ao público. Com as biotecnologia, as transnacionais químicas, alimentícias e farmacêuticas passam a contar com um quadro de cientistas qualificados, poder de decisão e de intervenção no quadro internacional mais eficiente³⁸.

³⁶ BIDWAI, Praful. Biotecnologia: a segunda colonização do Terceiro Mundo? In: HOBELINK, Henk (ed.). *Biotecnologia — muito além da revolução verde*. Porto Alegre: RIOCELL, 1999, p. 187.

³⁷ SEILER, Achim. Biotecnologia e Terceiro Mundo: interesses econômicos, opções técnicas e impacto socioeconômico. In: ARAÚJO, Hermes Reis de (org.). *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 61.

³⁸ SEILER, A. *Op. cit.*, p. 47-64.

A transferência de áreas do Terceiro Mundo para laboratórios e indústrias do Primeiro Mundo (substituição de matérias-primas fornecidas pelo Terceiro Mundo), pode afetar o poder de negociação no mercado mundial³⁹.

A lei de DPI (Direito de Propriedade Industrial) estabelecidas pelo GATT (Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio) são as justificativas ideológicas para a apropriação comercial do conhecimento elaborado pelos países do Terceiro Mundo durante séculos⁴⁰.

*Na sociedade capitalista, a produção agropecuária é parte da economia internacional do trabalho, na qual operam a agroindústria e a propriedade intelectual, entre outras atividades, todas a constituir o chamado agribusiness.*⁴¹

Aos países pobres caberá absorver e experimentar as inovações; suprir os países de biodiversidade como matéria-prima⁴². As culturas transgênicas querem substituir as importações e criar um novo mercado. Mas, à medida que a próxima barreira for derrubada — criar organismo sintéticos que substituam os seres vivos —, as relações de cooperação em pesquisa podem ser reconfiguradas, distanciando mais ainda o nível tecnológico entre os países.

d) O determinismo genético como expressão do reducionismo científico

Como indicamos na introdução deste trabalho (página 6, parágrafo 2), a técnica do DNA recombinante não é precisa. Quando se insere um gene ou uma sequência maior de genes em outro organismo, não se pode saber se eles vão se “encaixar” no local esperado. As combinações são aleatórias, não podendo ser totalmente monitorada. Nesse caso, são feitas inserções em vários microorganismo. Depois, espera-se que algum deles desenvolva a característica desejada. Os outros serão descartados.

De acordo com o agrônomo e bioquímico Luiz Gonzaga Vieira Esteves, a interação aleatória dos novos genes podem causar fenômenos imprevisíveis. Alguns

³⁹ BIDWAI, P. *Op. cit.*, p. 188.

⁴⁰ SHIVA, V. *Op. cit.*, p. 23-28.

⁴¹ VILELA, Nirlene Junqueira e MACÊDO, Manoel Moacir Costa. Alimentos geneticamente modificados: preocupações de segurança ambiental e considerações econômicas. É possível reconciliá-las? *Revista Múltipla*, Brasília: v. 7, n. 12, jun. 2002, p. 153.

⁴² ALTIERI, M. *Op. cit.*

destes fenômenos já começaram a ser identificados, como o “silenciamento” e a “superexposição” de um gene⁴³.

*É a nova característica adquirida pelo OGM e sua interação com o meio ambiente que devem ser consideradas na análise de um organismo transgênico, e não o método utilizado para a introdução dessa característica.*⁴⁴

Portanto, a ação (síntese química produzida) depende da interação com outros genes (organismo–organismo) e com o meio (organismo–ambiente). A noção simplista de que “um gene” corresponde *necessariamente* a “uma característica” tem sido chamada de determinismo genético. O determinismo genético seria resultado de uma interpretação reducionista da ciência. No caso da genética, da simplificação de que o DNA seja o organismo fundamental da vida⁴⁵.

A crítica ao reducionismo científico (ou epistemológico) e ao determinismo genético é compartilhada por Vandana Shiva, Jeremy Rifkin, Miguel Altieri, Laymert Garcia dos Santos e outros. Altieri, por exemplo, diz que as premissas filosóficas da biotecnologia são imperfeitas, pois se pautam na ciência reducionista, no monopólio industrial, na visão utilitarista de natureza como bem de consumo, e na idéia de que os problemas agrícolas são derivados das deficiências genéticas dos organismos.

Nessa perspectiva, os organismos são considerados “imperfeitos”, cabendo aos homens (cientistas e empresas), através da tecnociência, reparar os “erros” cometidos pela natureza. A biotecnologia pretende não só romper os limites da natureza, mas também desfazer a imagem de uma natureza “pura” e “intocável”.

Na agricultura, o processo de reprodução do capital se mantém com a progressiva eliminação das etapas do processo produtivo que os agricultores dominam. A biotecnologia, revestida pelo capital, opera uma instrumentalização da natureza, dissolvendo a diferença entre “rural” e “industrial”⁴⁶. Deslocando o foco dos problemas para os organismos e oferecendo o meio para resolvê-los, o sistema produtor de mercadorias fornece as bases para sua própria *naturalização*, eliminando a constituição histórica do próprio sistema capitalista.

⁴³ Quando um gene ocupa é inserido num genoma, a posição que ele ocupar (sempre indeterminada) pode inibir uma ação ou acionar um efeito inesperado.

⁴⁴ VIEIRA, Luiz Gonzaga Esteves. Organismos geneticamente modificados: uma tecnologia controversa. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 32.

⁴⁵ SHIVA, Vandana (Entrevista a Laymert Garcia dos Santos). A nova colonização genética. In: SANTOS, Laymert Garcia dos. *Politizar as novas tecnologias: o impacto sócio-técnico da informação digital e genética*. São Paulo: Editora 34, 2003, p. 77.

*As leis da natureza estão sendo reescritas para se adaptarem a nossa mais recente manipulação do mundo natural, permitindo-nos racionalizar a nova atividade econômica e tecnológica do século biotecnológico como um mero reflexo da “ordem” das coisas.*⁴⁷

Ao manipular a natureza, o reducionismo científico converte um “valor ambiental” em “valor econômico”, tornando-a matéria-prima quantificável. Este é, de acordo com Martins, um procedimento intrínseco ao capitalismo⁴⁸.

Vandana Shiva diz que “uma das características da biologia reducionista é declarar inúteis os organismos e suas funções baseando-se na ignorância de sua estrutura e função”⁴⁹. Não à toa, uma grande parte do DNA é considerada “lixo” — *junkie* DNA —, justamente por que os cientistas ainda não sabem para que servem⁵⁰.

O determinismo genético poderia se resumir na seguinte frase: “somos nossos genes”⁵¹. O determinismo não leva em conta a dinâmica complexa dos seres vivos, que apresentam comportamento diferentes de acordo com os diferentes condições, reduzindo essa dinâmica a códigos químicos manipuláveis. Ela toma a parte pelo todo⁵².

O reducionismo da biologia aponta para a possibilidade de “criar” novas formas de vida, a partir de organismo diferentes, que se convertam nos mais variados produtos industrializados.

Se o mundo medieval era “o melhor dos mundos possíveis”, diz Rifkin, no mundo moderno “todos os mundos são possíveis”⁵³.

⁴⁶ GOODMAN, D., SORJ, B. e WILKINSON, J. *Op. cit.*, 192p.

⁴⁷ RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 217.

⁴⁸ MARTINS, P. R. *Op. cit.*, p. 10-11.

⁴⁹ SHIVA, V. *Op. cit.*, p. 44.

⁵⁰ O DNA-lixo é a parte do DNA que não possui genes e cuja função é desconhecida. Cf. LEITE, Marcelo. *O DNA*. São Paulo: Publifolha, 2003, p. 85-86.

⁵¹ RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 162.

⁵² SANTOS, Laymert Garcia dos. A virtualização da biodiversidade. In: _____. *Politizar as novas tecnologias*, op. cit., p. 88.

⁵³ RIFKIN, J. *Op. cit.*, p. 181.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira lei de Kranzberg diz: a tecnologia não é nem boa, nem ruim e também não é neutra.

Melvin Kranzberg, citado por Manuel Castells

Uma pesquisa de opinião pública do IBOPE¹, realizada em dezembro de 2002, ouvindo 2 mil brasileiros, divulgou os seguintes resultados: 61% dos entrevistados nunca ouviram falar de organismos transgênicos, contra 37% que já ouviram falar; dos que já ouviram, 41% desconhecem a campanha “Por um Brasil Livre de Transgênicos”², 42% conhecem de ouvir falar, 3% conhecem bem e 13% conhecem um pouco; 71% preferem alimentos não transgênicos, 14% preferem alimentos transgênicos e 15% não sabe ou não opinou; sobre a obrigatoriedade de indicação nos rótulos dos produtos com ingredientes transgênicos, 92% são a favor da rotulagem e 2% são contra; sobre a proibição do plantio de transgênicos, até que se tenham melhores esclarecimentos quanto aos riscos, 65% apoiam a proibição, 22% preferem que sejam liberados e 13% não deram opinião.

O IBOPE também pesquisou a opinião dos entrevistados a partir de três argumentos a favor dos transgênicos e de três argumentos contra. O resultado foi o seguinte: 13% consideram que os transgênicos vão acabar com a fome no mundo, 15% concordam parcialmente, 55% discordam e 18% não sabem; 35% discorda que os transgênicos possam produzir mais do que a agricultura convencional, contra 22% que concordam e 20% que concordam parcialmente; para 32%, os custos com produção transgênica são maiores, para 22% os custos são menores e 19% ficam entre as duas opiniões; 42% concordam que o Brasil teria dificuldades em exportar produtos

¹ IBOPE OPP 573/2002. Disponível em: www.greenpeace.org.br, acessado em 23/05/04.

² Campanha coordenada pelo IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor), Greenpeace e AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa), contando com apoio de outras

transgênicos, enquanto 17%; quanto aos riscos à saúde e ao meio ambiente, 41% acreditam que os riscos são possíveis (com maior preocupação com a saúde), enquanto 22% acham que não há riscos.

Apesar de não termos espaço para nos dedicarmos melhor à análise dos resultados e dos métodos empregados pela pesquisa apresentada acima, ela nos dá, num primeiro momento, uma visão geral de como este tema está distante do conhecimento do público. Mesmo com as opiniões contrárias, sejam baseadas num conhecimento mais amplo ou não, um fato fica claro: as pessoas podem estar consumindo produtos com ingredientes transgênicos sem saber que produtos são estes. E se soubessem, saberiam o que é um transgênico? A rotulagem pode ser um sintoma grave da nossa atual condição. Não se sabem que riscos possuem, mas eles estão aí, assim mesmo. O consumidor, com seu precário conhecimento, que se decida.

Uma gestão coletiva da ciência necessita de acesso a informações claras, que explicita a dinâmica dos interesses envolvidos.

*Especial atenção deveriam ter para com eles as autoridades reguladoras, encarregadas que são de defender o interesse difuso, pois dos interesses particulares da indústria biotecnológica pode cuidar ela mesma.*³

As biotecnologias podem ser uma das várias alternativas existentes para se produzir alimentos no mundo. E essas alternativas devem ser consideradas dentro de um quadro que vislumbre também, e principalmente, os aspectos sociais, culturais, éticos e ambientais.

O papel da ciência como definidora de políticas deve ser relativizada, pois não é esse o seu fim. Segundo Hugh Lacey, a ciência “inclui qualquer forma sistemática e empírica de investigação que procura entender os fenômenos do mundo, ou seja, que almeja captar as causas possibilidades das coisas e fenômenos”⁴. Mas não tem o poder de definir que políticas devem ser adotadas. Não se trata, no entanto, de pensar que os cientistas estão à parte do jogo político, das tomadas de decisão ou à frente dos grandes empreendimentos. Diante dessa complexidade, o público deve estar a par dos acontecimentos, de seu significado e do seu alcance. Deixar se convencer por

organizações não-governamentais. Infelizmente, não faremos maiores considerações sobre essa campanha.

³ LEITE, Marcelo. Biotecnologia, clones e quimeras: missão urgente para a divulgação científica. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 40.

⁴ LACEY, Hugh. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 55.

argumento como “já os consumimos há tempos”, ou “nunca ofereceram riscos” é deixar a ideologia do *laissez-faire* se instalar no campo das ciências.

Por um lado, com o propósito de fomentar o controle da natureza, a ciência e a tecnologia não raro acabam gerando efeitos que envolvem riscos difíceis de avaliar (...). Logo, não se trata de condenar pura e simplesmente cientistas e técnicos por falta de responsabilidade, mas de entender como funcionam as políticas que controlam as decisões sobre as pesquisas e os processos produtivos.⁵

O trinômio genes (informação), cientistas/pesquisadores (decodificadores de informações/produtores do conhecimento) e empresas (capital) formam a estrutura da empresa da vida. Essa estrutura é reforçada pelos direitos de propriedade industrial (patentes), que possibilitam a inversão do capital em inovação e pesquisa. Na agricultura, o ritmo de apropriação e substituição se intensifica, na conversão da semente em insumo industrial.

O movimento apresentado pela indústria dá indicações de como a sociedade está sendo modelada. Produtivismo, uniformização e reducionismo são os elos desse movimento, encabeçado pelas empresas multinacionais. A velocidade das transformações econômicas solapa a velocidade de reação da natureza, não nos restando tempo para testar, refletir ou escolher. A racionalização da economia não quer nos deixar opções.

⁵ SEVCENKO, Nicolau. *A corrida para o século XXI: no loop da montanha-russa*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001, p. 100.

BIBLIOGRAFIA

Livros e Periódicos

- ARAÚJO, Hermetes Reis de. Apresentação. In: _____ (org.). *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 11-22.
- BAIARDI, Amílcar. *Sociedade e Estado no apoio à ciência e tecnologia: uma análise histórica*. São Paulo: Hucitec, 1996. 248p.
- BIHR, Alain. *Da grande noite à alternativa: o movimento operário europeu em crise*. 2. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 1999. 288p.
- BLOCH, Marc. *Apologia da História: ou o ofício do historiador*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002. 160p.
- BRUM, Argemiro J. A “Revolução Verde”. In: _____. *Modernização da agricultura: milho e soja*. Ijuí, RS: FIDENE/UNIJUÍ, 1985, p. 59-72.
- CASTELLS, Manuel. A revolução da tecnologia da informação. In: _____. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999, p. 49-86.
- CHAVEAU, Agnès e TÉTARD, Philippe. *Questões para a história do presente*. Bauru: EDUSC, 1999.
- COUTINHO, Marília. O nascimento da biologia molecular: revolução, redução e diversificação — um ensaio sobre modelos teóricos para descrever mudança científica. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v. 15, n. 3, set./dez. 1998, p. 43-82.
- FIDALGO, Oswaldo e YANO, Olga. A história da biotecnologia e da industrialização em São Paulo. In: MOTOYAMA, Shozo (org.). *Tecnologia e industrialização no Brasil — uma perspectiva histórica*. São Paulo: UNESP, 1994, p. 391-418.
- FIORILLO, Celso A. Pacheco e RODRIGUES, Marcelo Abelha. *Direito ambiental e patrimônio genético*. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 1996. 286p.
- GANDER, Eugen S., MARCELLINO, Lucília H. e ZUMSTEIN, Pidi. *Biotecnologia para pedestres*. 2. ed. rev. e aum. Brasília: Embrapa, 2000. 68p.

- GOODMAN, David, SORJ, Bernard e WILKINSON, John. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional*. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 192p.
- GÖRGEN, Sérgio Antônio (org.). *Riscos dos transgênicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000. 92p.
- GROS, François. *A civilização do gene*. Portugal: Terramar, 1989. 142p.
- HOBELINK, Henk (ed.). *Biotecnologia — muito além da revolução verde*. Porto Alegre: RIOCELL, 1999.
- HOBBSAWM, Eric. O presente como história. In: _____. *Sobre História*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998, p. 243-255.
- JAPIASSÚ, Hilton e MARCONDES, Danilo. *Dicionário básico de filosofia*. 3.^a ed. ver. ampl. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1996. 296p.
- KLEIN, Naomi. Arroz geneticamente modificado. In: _____. *Cercas e janelas — na linha de frente do debate sobre globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2003, p. 133-137.
- _____. Poluição genética. In: _____. *Cercas e janelas — na linha de frente do debate sobre globalização*. Rio de Janeiro: Record, 2003, p. 139-142.
- KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.
- LACEY, Hugh. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 53-59.
- LACEY, Hugh e OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Prefácio. In: SHIVA, Vandana. *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001, p. 7-22.
- LACOUTURE, Jean. A história imediata. In: LE GOFF, Jacques. *A História Nova*. São Paulo: Martins Fontes, 1990, p. 215-240.
- LATOUR, Bruno. *Ciência em ação — como seguir cientistas e engenheiros sociedade afóra*. São Paulo: UNESP, 2000.
- _____. *A esperança de Pandora*. Bauru, SP: Edusc, 2001. 372p.
- LEITE, Marcelo. Biotecnologia, clones e quimeras: missão urgente para a divulgação científica. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 3, 2000, p. 40-46.
- _____. *O DNA*. São Paulo: Publifolha, 2003. 102p.
- _____. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000. 94p.
- _____. Os genes da discórdia — alimentos transgênicos no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, n. 10, mar. 2001, p. 174-185.

- MAIA, Antônio Cavalcanti. Biopoder, biopolítica e tempo presente. In: NOVAES, Adauto (org.). *O homem-máquina: a ciência manipula o corpo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2003, p. 77-108.
- MARTINS, Paulo Roberto. *Trajetórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil*. Tese (Doutorado), Campinas, SP: UNICAMP, 2000. 271p.
- MOONEY, Pat Roy. A Revolução Verde. In: _____. *O escândalo das sementes: o domínio da produção de sementes*. São Paulo: Nobel, 1987, p. 40-52.
- OLIVEIRA, Fátima. *Engenharia genética: o sétimo dia da criação*. São Paulo: Moderna, 1995.
- PATERNIANI, Ernesto. Das plantas silvestres às transgênicas. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. Brasília, v. 18, n. 1, jan./abr. 2001, p. 169-179.
- RABINOW, Paul. *Antropologia da razão*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1999. 204p.
- RIFKIN, Jeremy. *O século da biotecnologia — a valorização dos genes e a reconstrução do mundo*. São Paulo: Makron Books, 1999. 290p.
- SANTOS, Laymert Garcia dos. *Politizar as novas tecnologias: o impacto sócio-técnico da informação digital e genética*. São Paulo: Editora 34, 2003. 320p.
- _____. Tecnologia, perda do humano e crise do sujeito do direito. In: OLIVEIRA, Francisco de e PAOLI, Maria Célia. *Os sentidos da democracia — políticas do dissenso e hegemonia global*. Petrópolis, RJ: Vozes, Brasília: NEDIC, 1999, p. 291-306.
- SCHAFF, Adam. *A sociedade informática*. São Paulo: Brasiliense/UNESP, 1996.
- SEVCENKO, Nicolau. *A corrida para o século XXI: no loop da montanha-russa*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- SHIVA, Vandana. *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 152p.
- _____. (Entrevista a Laymert Garcia dos Santos). A nova colonização genética. In: SANTOS, Laymert Garcia dos. *Politizar as novas tecnologias: o impacto sócio-técnico da informação digital e genética*. São Paulo: Editora 34, 2003, p. 73-80.
- SEILER, Achim. Biotecnologia e Terceiro Mundo: interesses econômicos, opções técnicas e impacto socioeconômico. In: ARAÚJO, Hermetes Reis de (org.). *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 47-64.
- SORJ, Bernard e WILKINSON, John. As biotecnologias, a divisão internacional do trabalho e o caso brasileiro. *Revista de Economia Política*, v. 8, n. 2, abr./jun. 1988.

- THOMAS, Keith. *O homem e o mundo natural: mudanças de atitude em relação às plantas e aos animais (1500-1800)*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 454p.
- TRIGUEIRO, Michelangelo Giotto Santoro. *O clone de Prometeu. A biotecnologia no Brasil: uma abordagem para a avaliação*. Brasília, DF: Editora Universidade de Brasília, 2002. 240p.
- VIEIRA, Maria do Pilar de Araújo, PEIXOTO, Maria do Rosário da Cunha e KHOURY, Yara Maria Aun (orgs.). *A pesquisa em História*. São Paulo: Ática, 2000. 80p.
- VILELA, Nirlene Junqueira e MACÊDO, Manoel Moacir Costa. Alimentos geneticamente modificados: preocupações de segurança ambiental e considerações econômicas. É possível reconciliá-las? *Revista Múltipla*, Brasília: v. 7, n. 12, jun. 2002, p. 145-153.
- WILKINSON, John (coord.) e CASTELLI, Pierina German. *A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: biotecnologias, patentes e biodiversidade*. Rio de Janeiro: ActionAid, 2000. 126p.

Artigos de Jornais e Revistas

- ALMUDENA, Célia. O gene exterminador. *Folha de S. Paulo*, Mais!, 16/08/98, p. 14.
- AMABIS, José Mariano. O 'renascimento' da genética. *Ciência Hoje*, v. 28, n. 165, out. 2000, p. 78-79.
- ARAGÃO, Francisco J. L. Melhoramento de plantas: o panorama nacional. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 33-35.
- BEEVER, David. Os transgênicos e o futuro da agricultura (Entrevista a Maria Fernanda Diniz Avidos e Lucas Tadeu Ferreira). *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, ano 3, n. 15, jul./ago. 2000, p. 4-8.
- BERCHT, Verônica. Falsa promessa. *Reportagem*, ano 6, n. 37, out. 2002, p. 43-45.
- CAMPANHOLA, Clayton. A ciência contra a fome (Entrevista a Giovana Girardi). *Galileu*, n. 141, abr. 2003, p. 38-40.
- CARNEIRO, Henrique S. Não sabemos o que comemos. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 40-42.
- CUNHA, Rodrigo Vieira da. Revolta da soja. *Veja*, 13/10/99, p. 100.

ESPECIAL Transgênicos: ameaça à biodiversidade ou solução para o problema da fome? *Folha de S. Paulo*, 04/08/00, 8p.

ESPECIAL. DNA 1953-2003: a hélice do milênio. *Folha de S. Paulo*, 07/03/03, 8p.

ESPECIAL. Genética: Biologia desenha a cara do século 21. *Folha de S. Paulo*, 06/08/98, 10p.

ESPECIAL. Genoma: é só o começo. *Folha de S. Paulo*, 27/06/00, 8p.

FERRONI, Marcelo. Destino para a soja. *Época*, 05/01/04, p. 43-45.

FREITAS, Janio. Os modificados. *Folha de S. Paulo*, 28/09/03, p. A7.

FURTADO, Rogério. A controvérsia dos OGMs nos 30 anos da engenharia genética. *American Scientific Brasil*, ano 2, n. 18, nov. 2003, p. 26-33.

GASPAR, Malu. A rota dos transgênicos. *Veja*, 03/12/03, p. 110-113.

HATHAWAY, David. Transgênicos, um salto no escuro? (Entrevista a José Arbex Jr., Wagner Nabuco, Marina Amaral e outros). *Caros Amigos*, nº 55, ano 5, out./2001, p. 30-33.

HATHAWAY, David. Um alerta contra os transgênicos (Entrevista). *PUC Minas*, ano XVI, n. 241, ago. 2002, p. 10.

KOMAMINE, Atsushi. Os transgênicos no país do sol nascente (Entrevista a Maria Fernanda Diniz Avidos e Lucas Tadeu Ferreira). *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, ano 3, n. 16, set./out. 2000, p. 4-8.

LACEY, Hugh. Perspectivas éticas: o uso de OGMs na agricultura. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 50-52.

MARCELINO, Francismar Corrêa, MARTINS, Marta Fonseca, PIMENTA, Márcio Antônio Silva, MOREIRA, Maurílio Alves e BARROS, Everaldo Gonçalves de. Detecção de transgênicos: a experiência da AgroGenética. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 38-39.

MORAES, Pratini de. A vez da agricultura (Entrevista a e Lucas Tadeu Ferreira). *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, ano 4, n. 24, jan./fev. 2002, p. 4-6.

NODARI, Rubens O. e GUERRA, Miguel P. Os impactos ambientais. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 43-45.

PATURY, Felipe e SCHELP, Diogo. Transgênicos — os grãos que assustam. *Veja*, ano 36, n. 43, 29/10/03, p. 92-103.

RODRIGUEZ, Mônica Bucciarelli. É o DNA. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 2004, mai. 2004, p. 69-71.

SANTOS, Laymert Garcia dos. *Ciborgues da resistência* (Entrevista a Juliana Monachesi). *Folha de S. Paulo*, Mais!, 09/11/03, p. 8-9.

SHIVA, Vandana (Entrevista a Cristina Costa). Monsanto na Índia, não! *Caros Amigos Especial*, n. 11, mar. 2002, p. 27.

SILVA, José Maria Alves da. Os transgênicos e a sociedade rural. *Folha de S. Paulo*, 18/09/00, p. A3.

SMITH, Jeffrey M. (Entrevista a Natalia Viana). Uma bomba contra os transgênicos. *Caros Amigos*, ano VII, n. 81, dez. 2003, p. 36-37.

SOLANI, André. Governo ignora destino da soja transgênica. *Folha de S. Paulo*, 23/08/03, p. B1.

VIEIRA, Luiz Gonzaga Esteves. Organismos geneticamente modificados: uma tecnologia controversa. *Ciência Hoje*, vol. 34, n. 203, abr. 2004, p. 28-32.

Sites

ALTIERI, Miguel. Riscos. Os mitos da biotecnologia agrícola: algumas questões éticas. Disponível em: www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/mitos_biotecnologia.pdf