

## **A BIOTECNOLOGIA DOS TRANSGÊNICOS: PRECAUÇÃO É A PALAVRA DE ORDEM**

**Gilcean Silva Alves**

Professor de Ecologia Geral e Projetos Ambientais nos cursos superiores do CEFET-Natal.  
Mestre em desenvolvimento e Meio Ambiente (UERN). [gilcean@cefetrn.br](mailto:gilcean@cefetrn.br)

---

### **RESUMO**

Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), são aqueles com material genético alterado pelo homem através da transferência de um gene de uma espécie para outra. Eles surgiram a bem a pouco tempo, na década de 70, e rapidamente alcançaram o mundo, principalmente os alimentos. Apesar disso, ainda é grande a polêmica em torno do assunto. Da medicina, a biotecnologia passou para a agricultura, onde proliferou. A discussão sobre esses alimentos está longe de alcançar consenso. Enquanto para alguns a nova tecnologia é uma certeza de desenvolvimento, para outros muito ainda deve ser esclarecido sobre os reais impactos no meio ambiente, na saúde, política, economia e bioética de cada país. No Brasil, os transgênicos chegaram de forma clandestina e hoje tornaram-se uma realidade e em processo de legalização. Proibir ou aceitar? Seria esse o dilema a ser resolvido. Cautela é a palavra que deve ser o princípio desse processo, uma vez que não existe tecnologia sem riscos.

**Palavras-chave:** OGMs, transgênicos, cautela, riscos, benefícios.

### **TRANSGENICS: CARE IS THE RIGHT WORD**

#### **ABSTRACT**

The transgenics, or organisms genetically modified (OGM), are the ones with genetic material changed by men, through the transference of a gene of some species to another one. They came up some time ago, specifically in the seventies, and reached the world quickly, mainly in the food area. Moreover, there is still a great discussion about this subject. From Medicine, the Biotechnology has passed to Agriculture where has proliferated. The debate about these kinds of foods is far away for an agreement. While to some people the new technology is a certainty of development, to other ones many things must be cleared up about the real impacts in the environment, health, politics, economics and bioethics of each country. In Brazil, the transgenics have arrived in an illegal way, and nowadays they become real in the process of legalization. Prohibit of accept? That would be the dilemma to be solved. Care, this is the word that must be the principle of this process, because there is no technology without risks.

**Keywords:** OGMs, transgenics, care, risks, benefits.

## **A BIOTECNOLOGIA DOS TRANSGÊNICOS: PRECAUÇÃO É A PALAVRA DE ORDEM**

### **INTRODUÇÃO**

A busca incessante por uma vida melhor tem levado o homem a enveredar pelo campo do conhecimento científico de forma uma forma ilimitada. A genética, após a descoberta de Mendel passou por transformações abruptas no decorrer das décadas. A engenharia genética vem ganhando um destaque dentro do campo da ciência, na economia e política. Isso tem acontecido em decorrência do enorme potencial de transformação nos mais diversos campos da humanidade.

Os Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), tem sido, nos últimos dias, palco de muitas especulações, equívocos e acertos. Os transgênicos, que na verdade são OGMs, tem aparecido com maior frequência na vida de muitas pessoas nos mais distantes países do globo terrestre. Isso tem feito com que os pesquisadores se debrucem sobre os seus instrumentos de pesquisa para que possam produzir um conhecimento mais seguro e assim, apresentarem uma melhor aceitação.

A necessidade de se analisar cada aspecto: econômico, social, ético, político e ambiental é algo que precisa ocorrer de forma emergencial. A questão no momento não é ser a favor ou contra os transgênicos, pois eles aí já o estão, seja na forma legal ou na clandestinidade.

O presente artigo busca analisar os aspectos positivos e negativos desse tema tão atual e polêmico, para que possamos decidir sobre o nosso futuro como ser vivo inserido em uma cadeia alimentar.

### **O HOMEM E O PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS ALIMENTOS**

O processo de transformação dos alimentos ocorreu no período Neolítico quando o homem começou a dominar a agricultura. Há 12 mil anos, período em que as temperaturas médias da terra estavam em elevação e agricultura brotava numa faixa ao longo do Mediterrâneo oriental, alguns grupos provavelmente discutiam a questão dos alimentos e a sua relação com Deus.

A idéia que os alimentos silvestres poderiam ter sido semeados por pelos deuses e assim, cresciam por toda a parte começava a perdurar de forma substancial. Em contrapartida aqueles alimentos cultivados passaram a ser vistos como frutos do desejo humano e, essa forma, terminavam por contrariar as leis da natureza.

A partir da domesticação da agricultura e com a insurgência do feudalismo, houve a desenvolvimento do domínio sobre as plantas e os animais, elevando dessa forma a oferta de alimentos. Esses dois fatores foram responsáveis pela elevação da expectativa de vida, resultando num crescimento demográfico.

Com a descoberta da América no século XV, houve uma ampliação da oferta de novos alimentos, especialmente milho e batata. A batata foi amplamente utilizada como alimento

nos primeiros anos da revolução industrial, posteriormente o milho alcança o mesmo status, sendo hoje um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo.

Hoje a Terra com uma população de mais de 6 bilhões de pessoas só pode ser alimentada, mesmo de forma insatisfatória, através de técnicas de produção agrícola, resultado de uma contínua pesquisa na área. Para tanto tivemos que arcar com o ônus dos impactos ambientais como desmatamentos, queimadas, erosão e outros.

Assim, percebe-se que a transformação dos alimentos ao longo das gerações contribui de forma decisiva para a instalação e permanência de muitas comunidades por todo o planeta, além de promover mudanças significativas, levando a um enriquecimento do valor nutritivo de diversos alimentos. De acordo com Capozzoli (2003, p.35)

Quanto à oferta de alimentos, mesmo na Amazônia a disponibilidade de frutos silvestres foi influenciada pela presença humana. A pupunha, uma das mais populares da região, há 10 mil anos não superava os 2 gramas de peso, contra os 200 gramas atuais. Foi a domesticação da pupunha que possibilitou esse desenvolvimento, segundo investigações feitas no Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). E ainda hoje, toda uma diversidade de frutas da floresta resulta de sementeiras feitas por populações indígenas. A floresta não é o Éden que ocupa o imaginário urbano.

Na década de 50 veio a “revolução verde” e com ela uma imensa quantidade de modificações para a agricultura. A utilização do maquinário em larga escala juntamente com o uso de insumos agrícolas e agrotóxicos levaram a uma produção industrial que alavancou todo o processo de globalização dos alimentos.

### **O Surgimento dos Organismos geneticamente Modificados (OGMs)**

Os OGMs surgiram em 1973 quando os cientistas Cohen e Boyer, que coordenavam um grupo de pesquisas em Stanford e na University of Califórnia davam o passo inicial para o mundo da transgenia. Eles conseguiram transferir um gene de rã para uma bactéria, o primeiro experimento ocorrido com sucesso usando a técnica do DNA recombinante. Essa técnica posteriormente passou a ser chamada de engenharia genética. De acordo com Furtado (2003, p. 28) “Essa conquista tem sido comparada à domesticação do fogo e à descoberta da fissão nuclear, entre outros eventos de grande impacto sobre o destino humano”.

As primeiras aplicações biotecnológicas pelo ser humano datam de 1800 a. C., com o uso de leveduras para fermentar pães e vinhos. Em 1919 foi usada pela primeira vez a palavra biotecnologia por um engenheiro agrícola na Hungria. Não é de hoje que o homem vem manipulando a vida através da domesticação, melhoramento e cruzamento de animais e plantas. Registros mostram que isso já ocorria a mais de dez mil anos atrás, embora sempre existiram as barreiras, umas naturais (diferenças entre espécies) e as humanas (cultura, ética, religião).

Na década de 70, ocorrem mudanças bruscas nesse contexto, com o desenvolvimento da engenharia genética e o a descoberta da tecnologia do DNA recombinante<sup>1</sup> foi possível ultrapassar a barreira das espécies. Essa tecnologia permite uma modificação direta do genoma de um ser vivo, seja pela introdução de um novo gene de origem externa, ou mesmo, a inativação de um gene ora existente. Uma vez realizado esse processo, o organismo modificado passará a produzir a substância de comando do novo gene recebido, o que possibilita de certa forma, mudanças na qualidade dos alimentos.

### **OGMs e Transgênicos: uma questão de semântica**

Convencionalmente utilizam-se os termos OGMs e transgênicos como sinônimos. Porém Existe uma diferença técnica entre ambos. Os OGMs, são organismos que foram modificados com a introdução de um ou mais genes provenientes de um ser vivo da mesma espécie do organismo de alvo. Um exemplo típico de OGM é o tomate *Flavr savr*, que foi modificado geneticamente para apresentar um processo de maturação mais lento, de modo a permitir que os frutos possam ser colhidos maduros ainda na planta. Isso faz com que a qualidade nutricional e de acondicionamento sejam melhores. Essa técnica de modificação consiste em isolar uma determinada seqüência de genes do próprio fruto e depois inseri-la em sentido inverso, no próprio fruto. Assim, tem-se um OGM e não um transgênico.

O termo transgênico, termo usado pela primeira vez em 1983, na Universidade da Pensilvânia, quando dois cientistas inseriram genes humanos de hormônios de crescimento em embriões de ratos, produzindo os chamados “super ratos”. A palavra transgênico é utilizada para designar um ser vivo que foi modificado geneticamente, recebendo um gene ou uma seqüência gênica de um ser vivo de espécie diferente. Para a execução de tal processo utiliza-se a tecnologia DNA recombinante. Como exemplos de transgênicos temos uma imensa gama de alimentos consumidos diariamente em diversos países sem que se tenha ciência dos processos de produção.

### **A Disseminação dos transgênicos pelo mundo**

A biotecnologia é, hoje, um dos principais campos dentro do conhecimento da ciência. O processo de globalização possibilitou o desenvolvimento do comércio de sementes entre as mais diversas economias do planeta. No campo dos transgênicos, houve uma disseminação em larga escala pelo planeta. De acordo com Guerrante (2003 p.47).

As primeiras plantas geneticamente modificadas foram desenvolvidas a partir de 1983, quando um gene codificante para resistência a um antibiótico foi introduzido em plantas de fumo. As primeiras autorizações para plantio experimental de culturas GMs ocorreram na China, em 1990, e se referiam ao tabaco e ao

---

<sup>1</sup> DNA Recombinante é um fragmento de DNA incorporado artificialmente à molécula de DNA de um vetor de clonagem que pode ser amplificado em um organismo diversas vezes. Desta forma, grande quantidade do DNA em questão pode ser obtida. O dna inserido no vetor de clonagem usualmente contém o gene de interesse. (GUERRANTE, 2003, p.147).

tomate resistentes a vírus. Entre os países desenvolvidos, no entanto, a primeira aprovação para uso comercial de plantas geneticamente modificadas só ocorreu em 1992, nos Estados Unidos, com o tomate *Flavr savr* e, posteriormente, em 1994 com a soja *Roundup ready*.

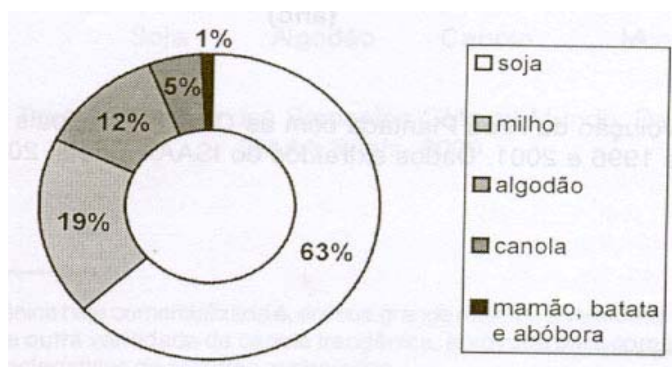
Dai por diante, essa tecnologia adquiriu asas e alçou vôo para o planeta. “Em 1996, havia 1,6 hectares de transgênicos em todo o mundo; em 2002, o número pulou para 58,7 milhões de hectares” (AMORIM, 2003, p.41). No Brasil, onde a produção de grãos cresceu 100%, enquanto a área plantada cresceu 12%, esta proeza é o resultado da crescente utilização de tecnologias modernas, sobretudo as associadas a programas de melhoramento de plantas, que vêm gerando variedades mais adaptadas de acordo com as especificidades geoambientais. Somos o segundo maior produtor de soja do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Juntamente com a Argentina, somos responsáveis por 90% da produção mundial. “De 2000 a 2003, verificou-se no país um aumento de 5% para 32% desses componentes (OGMs) em grãos, sucos, sopas, salsichas, temperos, entre outros itens analisados” (MARCELINO *et all* 2004, p. 34). A figura 01(abaixo) ilustra o crescimento do uso de sementes geneticamente modificadas no mundo



**Figura 01: Crescimento do plantio de transgênicos pelo mundo**

Fonte: VIEIRA (2004, p.29)

As principais culturas geneticamente modificadas mais comercializadas no mundo inteiro são: “soja (63%), milho (19%), algodão (12%), canola (5%), mamão, batata e abóbora (1%)... os países maiores produtores de transgênicos por percentual são: Estados Unidos (68%), Argentina (23%), Canadá (7%), China (1%)” (GUERRANTE, 2003, p.50). Além desses, diversos países como África do sul, Romênia, México, França, Portugal, Alemanha e Uruguai também possuem plantios com percentual abaixo de 1%.



**Figura 02: Principais culturas GMs comercializadas no mundo**

Fonte: GUERRANTE (2003, p.51)

### Aplicação dos transgênicos nos seres vivos

O surgimento dos transgênicos possibilitou avanços significativos nos mais diversos ramos das ciências biomédicas. Eles oferecem subsídios para aprofundamento nas pesquisas em citologia, expressão gênica e a genética molecular. No campo da medicina influenciou e tem influenciado os trabalhos no campo das doenças hereditárias e na oncologia. Na biotecnologia os organismos geneticamente modificados (bactérias, fungos, plantas e muitos animais) podem funcionar como biorreatores para a produção de proteínas. De acordo com Guerrante (op. cit., p. 10)

A tecnologia do DNA recombinante trouxe a possibilidade de produzir plantas geneticamente modificadas para expressarem determinadas características de interesse. Nos vegetais, a modificação genética se dá por meio da inserção de um ou mais genes no genoma das sementes, de modo a fazer com que estas passem a produzir determinadas proteínas, responsáveis pela expressão de características do interesse do vegetal.

Os vegetais transgênicos podem ser classificados em três gerações, segundo a ordem cronológica de aparecimento das culturas e a característica apresentada por cada geração como mostra Guerrante (op. cit, p.10).

- **1ª Geração**- estão reunidas as plantas geneticamente modificadas com características agrônomicas resistentes a herbicida, a pestes e a vírus. Formam o primeiro grupo de plantas modificadas. Foram disseminadas nos campos na década de 80 e até hoje compõem o grupo de sementes GMs mais comercializadas no mundo.
- **2ª Geração**- Nesse grupo estão incluídas as plantas cujas características nutricionais foram melhoradas tanto quantitativamente como qualitativamente. Compreende um grupo de plantas pouco difundido no mundo, porém, os campos experimentais já são significativos.
- **3ª Geração**- Representado por um grupo de plantas destinadas à síntese de produtos especiais, como vacinas, hormônios, anticorpos e plásticos. Estes vegetais estão em fase de experimentação e brevemente estarão no mercado.

## Principais riscos e benefícios dos OGMs

- a- Benefícios- como exemplos dos principais benefícios advindos da utilização dos transgênicos, tem-se:
- Aumento da produtividade das colheitas- algo ainda bastante discutido pelas mais diversas camadas dos cientistas. Porém a análise de alguns casos mostra que os OGMs produzem mais que os convencionais. Um caso interessante a ser destacado é foi o trabalho desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi introduzido no feijão um gene do vírus responsável pelas viroses que prejudicavam, a lavoura levando a uma redução de 40% a 60% da produção. Dessa forma, pode-se obter até 100% da produção, dependendo do período do cultivo em que ocorre a infestação.
  - Tolerância das plantas a condições adversas de solo e clima- O estresse provocado por déficit hídrico, alta concentração salina nos solos e baixas temperaturas vem sendo alvo de diversos estudos. Determinados genes foram introduzidos em plantas de soja e de trigo com a finalidade de obter maior tolerância ao déficit hídrico. Uma pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (MG) mostrou que a expressão de um gene isolado da soja, em plantas transgênicas de fumo, foi capaz de conferir tolerância à falta de irrigação por até quatro semanas. O mesmo gene agora está sendo testado em leguminosas como soja, feijão. Isto pode constituir uma alternativa para o desenvolvimento da região Nordeste do Brasil.
  - Aumenta a produção de fármacos- A produção de fármacos em plantas e animais geneticamente modificados desponta como um campo imenso de fertilidade. “Nos Estados Unidos, existem no mercado ou em fase final de teste mais de 300 fármacos produzidos com o uso da engenharia genética. A grande maioria tem sido produzido em bactérias, leveduras ou células animais” (ARAGÃO, 2004, p.35). O objetivo principal da pesquisa é reduzir os custos da produção e aumentar a segurança do consumidor. A EMBRAPA analisa a síntese de proteínas de interesse farmacológico como o hormônio do crescimento humano, insulina, interferon-beta e o fator anti-hemolítico (usados no tratamento da leucemia) dentre outros anticorpos produzidos por bactérias, sementes de leguminosas ou em animais usados como biorreatores.
  - Aumento do potencial nutricional dos alimentos- A engenharia genética tem se preocupado com a questão da desnutrição no planeta. Dessa forma, tem modificado plantas para produzirem uma maior concentração de vitaminas (A, C e E) e aminoácidos essenciais, da mesma forma que retira fatores como o myo-inositol hexakisfosfato que retira importantes elementos para a nutrição como o cálcio, ferro e fósforo.
  - Alta resistência as pragas- As pesquisas tem mostrado uma evolução significativa nesse campo. As principais estratégias buscam a produção de proteínas hidrolíticas, proteínas dos patógenos, proteínas antimicrobianas, cuja finalidade é aumentar a resistência de animais e vegetais (banana, soja e alface) à ação de pragas que infestam as lavouras e os animais de corte.

- Redução do uso de agrotóxicos- O Brasil está entre os três maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. A medida que se produz plantas mais resistentes a ação de pragas como insetos, formigas, fungos e vírus, ocorre uma redução natural na utilização de agrotóxicos para fazer a defesa da lavoura.
- Síntese de plásticos e outros materiais- já se discute a possibilidade de se produzir plásticos biodegradáveis a partir de polímeros de soja e fibra de cana-de-açúcar, tendo a participação de bactérias geneticamente modificadas.
  - b- malefícios- dentre os principais riscos mais contundentes promovidos pelos OGMs destacam-se:
    - A geração de novas pragas e plantas daninhas- a modificação das plantas poderá levar ao surgimento de novas pragas uma vez que a nova planta passará a produzir substâncias nutritivas diferentes que levarão ao aparecimento de novos parasitas antes não existentes. Do mesmo modo, determinados genes podem passar através do pólen de uma transgênica para uma filogeneticamente relacionada, resultado numa espécie nociva ao meio ambiente. Um caso já conhecido ocorreu em 1996, quando os escoceses constataram que o pólen da uma variedade de canola transgênica poderia ser achado em um raio de dois quilômetros. A canola (*Brassica napus*) é parente de uma erva daninha, a *Brassica campestris*, e as duas espécies cruzam com certa facilidade.
    - Danos a espécies não-alvos- através do transporte do pólen pelo vento, água, insetos, aves, poderá ocorrer a contaminação de plantações não transgênicas (nativas) com os genes das modificadas, levando a uma chamada poluição genética. No México, DNAs do milho transgênico foi encontrado nas plantações, mesmo com a proibição desses produtos no país de origem desse cereal.
- Alteração da dinâmica dos ecossistemas- a introdução de uma nova espécie em um meio e as monoculturas podem levar ao desaparecimento de outras espécies da cadeia alimentar que utilizavam o meio natural para a alimentação e reprodução.
- Produção de substâncias tóxicas- isto pode ocorrer após a degradação incompleta de produtos químicos perigosos codificados pelos genes modificados.
- Perda da biodiversidade- a manipulação de genes poderá propiciar o aparecimento de novas espécies melhores adaptadas ao meio ambiente. Isto poderá levar ao desaparecimento de espécies mais frágeis em relação à adaptação ao meio ambiente, através de uma seleção “natural”.
- Oligopolização internacional do mercado de sementes- trata-se de um risco econômico decorrente desse tipo de tecnologia. Hoje existem cinco empresas atuantes no setor de sementes GMs: Monsanto, Syngenta, DuPont, Bayer Cropscience e Dow AgroSciences. Essas empresas estabeleceram uma relação entre os transgênicos e a



produção de fármacos. Dessa forma, vinculam a venda dessas sementes à venda do agroquímico específico para a sua proteção, vendidos sob a forma de um pacote pela empresa. Além disso, essas grandes empresas detentoras da patente das sementes, podem passar a cobrar *royalties* das outras empresas que fizerem uso das sementes. Isso tudo traria com conseqüência posterior, a provável exclusão dos pequenos agricultores.

Um outro aspecto interessante a ser abordado em relação aos transgênicos, é a questão da segurança alimentar. Nesse enfoque, destacam-se dois pontos importantes: a toxidade e alergia. Alguns alimentos como leite, ovos, pescados, crustáceos, trigo, nozes, soja e amendoim, possuem um potencial alergênico natural. Dessa forma, a Organização Mundial de Saúde (OMS) desaconselha a utilização de genes desses alimentos para experimentos com transgenia. Até hoje, os experimentos mostraram que apenas 1% das pessoas que se alimentaram de OGMs apresentaram alguma reação negativa em relação aos mesmos (FURTADO, 2003). Em face disso, a questão principal que envolve os transgênicos não é necessariamente uma precaução em relação à saúde, mas os aspectos políticos, econômicos, éticos e ambientais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de evolução e seleção natural tem sido responsável ao longo dos tempos pelas modificações naturais dos seres vivos através de processos genéticos como mutações, interações gênicas e outros. Na atualidade a biotecnologia tem exercido esse papel de uma forma que requer reflexões e ponderações. Precisamos ter consciência que não existe tecnologia sem risco. Os transgênicos, fruto da tecnologia, já são uma realidade inevitável a primeira vista.

No Brasil os alimentos transgênicos chegaram de forma ilegal e agora estão, passando por um processo de legalização. Ainda é muito forte o movimento em oposição a esses alimentos. Isso é uma conseqüência natural da falta de informações verídicas sobre os seus efeitos benéficos e maléficis. Existem aspectos positivos que fazem com que os transgênicos sejam objeto de intensa especulação por parte dos cientistas, empresários e políticos, porém, como foi visto, estamos ainda diante de um processo de consolidação de uma nova tecnologia que pode produzir efeitos adversos. Poucas pessoas sabem que, se bem utilizada, a engenharia genética tem um enorme potencial para dar mais qualidade de vida às populações. No mundo em que vivemos, com uma população desse porte, é impossível saciar a fome apenas através da coleta de alimentos. Não se trata de tentar acabar com a fome através dos transgênicos, mas, ver neles um elemento a mais nessa luta pela sustentabilidade na tão complicada rede de relações da sociedade humana.

### BIBLIOGRAFIA

- AMORIM, Cristina. Transgênicos: os dois lados da moeda. **Revista Galileu**. n. 148, Novembro de 2003.
- ARAGÃO, Francisco J. L. Melhoramento de plantas: o panorama nacional. **Revista Ciência Hoje**. v.34, n. 203. Abril, 2004.

- CONWAY, G. **Produção de alimentos no século 21: biotecnologia e meio ambiente**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.
- FURTADO, Rogério. A controvérsia dos OGMs nos 30 anos da engenharia genética. **Revista Scientific American**. v. 2, n. 18, novembro 2003.
- GUERRANTE, Rafael Di Sabato. **Transgênicos: uma visão estratégica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.
- LOPEZ, Imaculada. Comida hi-tech. **Revista problemas Brasileiros**. Mai/jun 2001. Disponível em: < [http://: www.revistaproblemasbrasileiros.com.br](http://www.revistaproblemasbrasileiros.com.br)>. Acesso em: 21/03/2004.
- MARCELINO, Francismar Corrêa et all. Detecção de transgenes: a experiência da agrogenética. **Revista Ciência Hoje**. v. 34, n. Abril, 2004.
- RIFKIN, Jeremy. **O Século da biotecnologia**. São Paulo: Makron Books, 1999.
- VALLE, Sílvio; TEIXEIRA, Pedro (Orgs). **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.
- VIEIRA, Luiz Gonzaga Esteves. Organismos Geneticamente Modificados: Uma tecnologia controversa. **Revista Ciência Hoje**. V.34, n.203. Abril, 2004.