

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE  
JOAQUIM VENÂNCIO

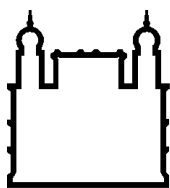
MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO  
CURSO TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO EM SAÚDE

## **Transgênicos: uma questão ética**

Por

**Lilian Lessa França**  
(especialização em Visa)

Rio de Janeiro,  
Dezembro de 2006



Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE  
JOAQUIM VENÂNCIO

MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ  
ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO  
CURSO TÉCNICO DE NÍVEL MÉDIO EM SAÚDE

## **Transgênicos: uma questão ética**

Por

**Lilian Lessa França**  
(especialização em VISA)

Monografia apresentada à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio como requisito obrigatório para conclusão do Curso Técnico de Ensino Médio em Saúde, com habilitação em Vigilância Sanitária e Saúde Ambiental.

Orientação: Neila Guimarães Alves

Rio de Janeiro,  
Dezembro de 2006

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por me conceder a oportunidade e o privilégio de frequentar este curso, podendo com este trabalho compartilhar parte da experiência adquirida ao longo destes três anos de curso.

A minha Orientadora Neila Guimarães Alves pelo incentivo e simpatia. Também pelo auxílio às atividades e discussões sobre o andamento e normatização desta Monografia de Conclusão de curso.

A todos os professores e seus convidados pelo carinho, dedicação e entusiasmo demonstrado ao longo do curso.

Aos colegas de classe pela espontaneidade e alegria na troca de informações e materiais numa rara demonstração de amizade e solidariedade.

À minha família pela paciência em tolerar a minha ausência.

*À minha orientadora, Neila Guimarães Alves.*

## **RESUMO**

Observando a importância dos transgênicos na sociedade atual, percebi a relevância do tema e a necessidade de pesquisas nesta área.

Este estudo fala sobre transgênicos, conceituando-os, abordando sua história, resumindo as opiniões a cerca deles e os relacionando com ética, fazendo questionamentos relacionados ao uso de patentes.

A intenção é fazer o leitor refletir, conhecer e passar a ter uma capacidade de se posicionar em relação ao tema tratado, mostrando que a ciência deve caminhar junto á ética e, sendo assim, não deve ser discutida somente por cientistas, mas por toda a sociedade.

## SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo 1 – O que são Transgênicos.....	3
1.1) O que são transgênicos?.....	3
1.2) Melhoramento genético x Biotecnologia.....	4
1.3) Como são produzidos os transgênicos.....	6
1.4) Transgênicos produzidos atualmente.....	9
1.5) Rotulagem de Transgênicos.....	10
1.6) O quadro regulatório nacional.....	15
Capítulo 2 – História dos transgênicos.....	17
2.1) Agricultura e Transgênicos.....	17
2.2) Os genes e suas manipulações.....	18
2.3) Transgênicos na atualidade.....	19
2.3.1) A Polêmica.....	19
2.3.2) Situação atual das lavouras transgênicas.....	22
2.4) Discussões em torno dos transgênicos: o protocolo de Cartagena.....	26
2.5) Transgênicos no Brasil.....	27
Capítulo 3 – Prós e Contras.....	30
Capítulo 4 – Ética e Transgênicos.....	35
4.1) Uma questão ética.....	36
Conclusão.....	39

## **Introdução:**

Os transgênicos não são mais uma hipótese teórica. São uma realidade. Produtos contendo genes transgênicos já podem ser encontrados nas prateleiras de supermercados não só no Brasil, mas também em todo o mundo.

Reconhecendo a relevância do assunto para a nossa sociedade, decidi-me por realizar este trabalho que pretende esclarecer alguns aspectos relacionados aos organismos geneticamente modificados, auxiliando na construção de uma base sólida de conhecimento.

Além de dar informações básicas sobre o que são transgênicos e abordar sua história, este estudo pretende avaliar até que ponto o sistema de patentes é benéfico à coletividade, avaliando se a responsabilidade sobre essas questões é exclusiva da comunidade científica ou se são relativas à toda a sociedade.

Para isto, o primeiro capítulo – “O que são transgênicos?” – trás uma explicação básica sobre o que são transgênicos e como são produzidos – fazendo uma diferenciação entre transgênicos e melhoramento genético tradicional -, falando também sobre as legislações que tratam de transgênicos em diversos países produtores.

O segundo capítulo -“História dos Transgênicos”- inicia trazendo uma breve história da agricultura e, paralelo a isto, também é feito um pequeno histórico sobre genes e suas manipulações. Então, é relatada a historia dos transgênicos desde o inicio da utilização destes na agricultura, até os dias atuais, trazendo a relação dos países produtores e das principais culturas produzidas, mostrando a importância destas para a humanidade.

O terceiro capítulo -“Prós e Contras”- aborda vantagens e desvantagens da utilização desta tecnologia, com o objetivo de proporcionar aos possíveis leitores informações para poderem se posicionar em relação ao assunto, oferecendo dados para que possam avaliar alguns argumentos que são utilizados por quem é favorável aos transgênicos e outros que são utilizados por quem é contrario e assim refletirem sobre o tema.

O quarto capítulo -“Ética e Transgênicos”- busca entender como deve ser a relação do homem com estas inovações e como o sistema de patentes pode interferir na utilização dos organismos geneticamente modificados.

Enfim, o objetivo deste trabalho é o de contribuir com as discussões sobre este tema, ainda, tão polêmico.

Capítulo 1:

## **O que são transgênicos?**

### 1.2) O que são transgênicos?

Freqüentemente nos deparamos com discussões a respeito dos transgênicos. Algumas pessoas se posicionam como sendo amplamente favoráveis a este tipo de tecnologia, enquanto outras são contrárias. Segundo Leite (2000), os organismos geneticamente modificados\* são divisores de opiniões: “De um lado a confiança cega da indústria biotecnológica na segurança da engenharia genética; de outro, a desconfiança alarmada e nem sempre bem informada da militância verde.” (p.10).

Para entender toda esta discussão e avaliar eventuais malefícios e benefícios desta tecnologia é necessário, inicialmente, um conhecimento sobre o conceito de transgênicos.

Afinal, o que são transgênicos? São chamados transgênicos os organismos geneticamente modificados pela ação humana. O organismo é transgênico quando, por meio da engenharia genética, sofre uma alteração em seu DNA – que contém as características de um ser vivo.

A engenharia genética possibilita que os genes retirados de uma espécie – seja esta animal ou vegetal - sejam transferidos para outra. Os genes introduzidos quebram a seqüência do DNA, que sofre uma espécie de reprogramação e dessa forma o organismo se torna diferente do original. Essas modificações são feitas com o objetivo de obter características específicas previamente determinadas.

Um gene é um segmento de DNA que, quando combinado com outros genes determina a composição das células. O que determina o comportamento de um gene é a sua composição química. As características determinadas pelos genes são passadas de geração para geração de forma que os organismos se adaptam ao ambiente constituindo assim o processo de evolução.

\*

A engenharia genética utiliza enzimas para quebrar a cadeia de um DNA e inserir segmentos de DNA de outro organismo, mudando a forma deste e manipulando sua biologia natural visando a obtenção de características específicas.

Sendo assim, um OGM se caracteriza por apresentar uma fração de DNA de um outro organismo integrada ao seu DNA, assim este organismo apresenta uma diferença do original. Os genes adicionados viabilizam a presença de uma nova proteína, como resultado o OGM passa a apresentar uma nova função ou característica.

## 1.2) Melhoramento genético x Biotecnologia

Anteriormente, os cruzamentos eram realizados da forma convencional, na tentativa de melhorar as espécies. Nesse caso, deve-se entender por “melhoramento” melhor adaptabilidade para o que são usadas. No melhoramento, o objetivo é que o organismo passe a expressar (apresentar a olho nu) as características desejadas. Um exemplo de alimento que passou por melhoramento genético é o milho.

O milho original era uma planta pequena, coberta por muita palha, hoje ele produz de 400 a 1000 grãos por espiga. Esse avanço foi feito por comunidades indígenas, há muito tempo, por ensaio e erro. Todavia, com o uso da ciência, nos últimos 50 anos houve resultados incríveis.

Melhoramento genético se difere de manipulação genética por diversos motivos. O principal destes é a ação humana. No melhoramento genético, mesmo as partes sendo escolhidas, todo o resultado de tal cruzamento é natural, no sentido que ocorreu sem a interferência humana, ou seja, não há certeza quanto aos resultados; a modificação pode ocorrer ou não. Enquanto que, na manipulação o processo é exato, pois o homem já tem meios de determinar onde quer interferir.

---

\* OGM e transgênicos: todo transgênico é um OGM, mas a recíproca nem sempre é verdadeira. Porém, no trabalho, estes termos estão sendo adotados como sinônimos para facilitar o entendimento.

Essa nova tecnologia – chamada de DNA recombinante – embora seja usada em animais, vem sendo usada principalmente em vegetais, visando a aumentar a resistência a pragas, ao frio, a herbicidas e outros problemas.

No melhoramento genético tradicional não é possível escolher previamente quais características serão exatamente transmitidas – muitas características podem ser transferidas além da característica desejada. Já com o uso da biotecnologia é possível predeterminar, com exatidão, quais características se propagarão. Isto é ilustrado pelo esquema abaixo:

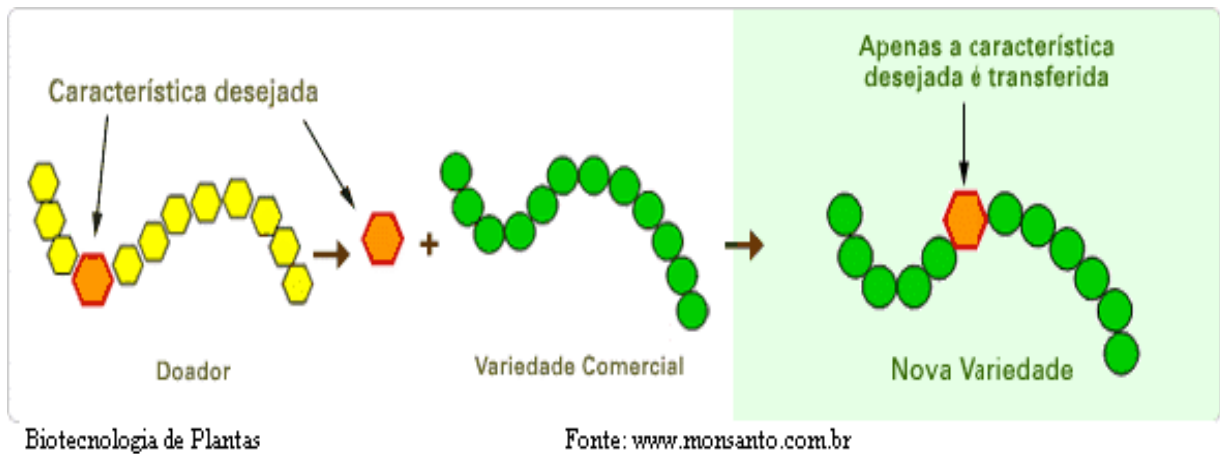
Melhoramento Genético Tradicional:



Melhoramento Genético Tradicional

Fonte: [www.monsanto.com.br](http://www.monsanto.com.br)

Biotecnologia das Plantas:



### 1.3) Como são produzidos os transgênicos

Como já foi dito anteriormente neste capítulo, transgênicos são organismos que receberam um ou mais genes estranhos, que não possuíam originalmente, genes que foram transferidos artificialmente. E como isto ocorre? Para responder essa questão é necessário, basicamente, conhecimentos em genética.

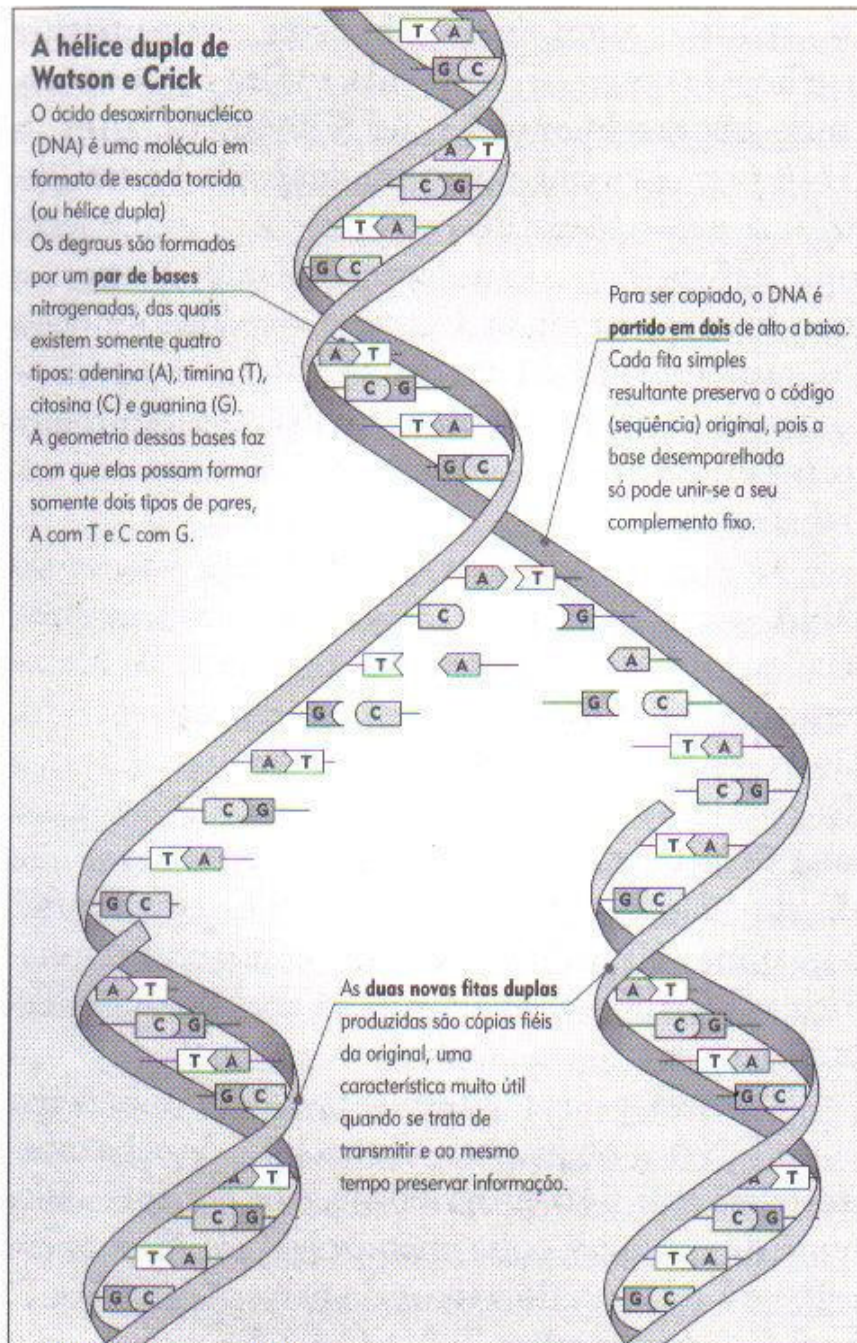
Gene é cada unidade de informação hereditária presente no cromossomo. O gene é determinado pela produção de determinado caráter biológico. Os genes se enfileiram em longas moléculas de ácido desoxirribonucléico (DNA, na abreviação pela língua inglesa).

O DNA é a molécula responsável pelo armazenamento e pela transmissão de todas as informações necessárias à vida dos seres vivos, formando o seu material genético. O DNA é uma macromolécula formada por nucleotídeos ligados. Os nucleotídeos, por sua vez, são formados por um açúcar de cinco carbonos (uma pentose), ligado a um fosfato e a uma base nitrogenada.

Para formar a molécula de um ácido nucléico, o fosfato de um nucleotídeo se liga ao açúcar do seguinte, formando um esqueleto açúcar-fosfato com bases nitrogenadas ligadas. A única parte variável do DNA é constituída pela seqüência de bases nitrogenadas.

Existem quatro tipos de bases no DNA: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G). Estas bases formam somente dois tipos de pares: adenina com timina (e vice-versa) e citosina com guanina (e vice-versa).

A figura abaixo demonstra o modelo da dupla hélice de Watson e Crick:



Fonte: Marcelo Leite, 2000

O pareamento correto das bases nitrogenadas é fundamental para que o DNA realize plenamente uma de suas principais funções que é a duplicação da informação

genética. Na duplicação do DNA, a estrutura de dupla hélice é aberta, de ponta a ponta, resultando em duas fitas. Cada uma dessas fitas preserva a seqüência original, o que é uma característica útil quando se trata de transmitir e preservar a informação.

Gene é a seqüência necessária de DNA para que uma célula produza proteínas, que são um constituinte fundamental de um ser vivo. São elas que possibilitam que o corpo e seus órgãos adquiram forma, a estrutura e as reações químicas das quais precisa para funcionar.

As proteínas são um conjunto de aminoácidos. Os aminoácidos são determinados pelos códons, que são um conjunto de três bases nitrogenadas. Cada códon se associa a um único tipo de aminoácido. Existem 20 diferentes tipos de aminoácidos, no entanto, a combinação das quatro bases em códons formaria 64 tipos. Todavia, isto não ocorre, como explica Leite (2000):

*“São apenas 20 os aminoácidos conhecidos, mas as combinações possíveis das quatro letras (bases) em grupos de três (códon), montam a 64 (4x4x4). Essa discrepância ocorre porque muitos códons são sinônimos entre si, ou seja, contém o código para um mesmo aminoácido; a glicina, por exemplo, pode ser produzida a partir das seqüências GGT, GGC, GGA ou GGG (a troca da última letra não chega a alterar-lhe o sentido). Códon de duas letras, por outro lado, permitiriam apenas 16 combinações, insuficientes para dar conta dos 20 aminoácidos”. (2000, p.24)*

O processo de leitura do DNA - que tem como consequência a síntese de proteínas - é chamado expressão. O primeiro evento da expressão é a transcrição, que se assemelha, de certa forma, com a duplicação do DNA na divisão celular: a fita dupla é aberta por enzimas, e seu código, lido. O processo de transcrição não é aleatório e ocorre somente nos genes que deverá ser transcrito. Existem seqüências específicas que precedem o gene e indicam o local de abertura da fita do DNA.

No local despareado se encaixa a enzima responsável pela produção da molécula de RNA (ácido ribonucléico), que irá encaixar os nucleotídeos complementares aos da fita molde. É o RNA que irá promover o encadeamento preciso e regulado de

aminoácidos que vai resultar nas proteínas necessárias naquele momento. Este processo é conhecido como tradução.

Assim que o homem descobriu a estrutura e a natureza do código genético, o próximo passo foi estudar a possibilidade de interferir nele.

Foi descoberto que as cadeiras de adenina (A), timina(T), citosina (C) e guanina (G) são pontuadas por enzimas que sinalizam onde começam e terminam os genes, onde deve ser feita a abertura do DNA para que ocorra a transcrição e quais os pontos específicos em que determinadas enzimas conseguem cortar a cadeia. A partir destas descobertas os cientistas já estavam aptos para começar a manipular o DNA.

E assim foi feito. Em 1973 ocorre o primeiro experimento deste gênero. A experiência é realizada por Cohen (Universidade Stanford) e Boyer (Universidade da Califórnia, em São Francisco), que conseguem recombinar trechos do DNA de uma bactéria depois de serem incluídos na seqüência um gene de sapo. Era o início da era da biotecnologia.

#### 1.4) Transgênicos produzidos atualmente

A biotecnologia tem possibilitado o desenvolvimento de produtos inovadores em todas as áreas de aplicação da biologia, medicamentos, vacinas, hormônios, entre outros. Além disto, a utilização de sementes transgênicas promete facilitar manejo agrícola, reduzir os custos e aumentar os ganhos do produtor.

Atualmente existem cerca de 60 tipos de culturas de sementes transgênicas em teste e são sete as principais culturas geneticamente modificadas já comercializadas: soja, milho, canola, arroz, batata e tomate. Esta geração da biotecnologia agrícola que é comercializada e utilizada atualmente foi desenvolvida em espécies com características criadas para facilitar a produção, como resistência a pragas ou tolerância a herbicidas.

As plantas transgênicas podem ser classificadas, segundo a ordem cronológica de surgimento, em:

- Primeira Geração: plantas resistentes a herbicidas e pragas.

- Segunda Geração: plantas com características nutricionais e funcionais melhoradas.

-Terceira Geração: plantas destinadas a síntese de alguns produtos, tais o como: anticorpos, vacinas, hormônios e plásticos.

Várias culturas transgênicas foram desenvolvidas por empresas que atuam no mercado internacional. Diversas dessas plantas geneticamente modificadas já foram comercializadas no mercado global de sementes – tais como: o algodão Bollgard, o arroz dourado Golden Rice, o milho BT, o milho Starlink, a soja Roundup Ready, o tomate Flav'r Sav'r.

A polêmica atual está concentrada nas questões que se referem à identificação, à precaução e à redução dos riscos que estas inovações podem causar ao meio ambiente e aos seres vivos.

### 1.5) Rotulagem de Transgênicos

O quadro a seguir é um resumo da situação das regras nacionais para a rotulagem de alimentos geneticamente modificados:

<b>País</b>	<b>Status Rotulagem</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Data de Vigência</b>
		<b>Oceania</b>	
Austrália, Zelândia	Obrigatório	1% de conteúdo geneticamente modificado em alimentos processados, frutas, vegetais e restaurantes	*
		<b>Ásia</b>	
China	Obrigatório	Análise de projeto de lei para rotulagem obrigatória	*
Hong Kong	Obrigatório		*
Indonésia	Obrigatório	Proposta de regulamentação	

Japão	Obrigatório	Proposta de regulamentação do MWH que todos os produtos geneticamente modificados sejam rotulados, com uma percentagem de tolerância; proposta do The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan para regulamentação isenta a carne de origem animal e que os produtos contendo ingredientes geneticamente modificados represente menos de 1% do conteúdo total.	1º de abril de 2002
Rússia	Voluntário	Planos de estudo para promover o uso de produtos geneticamente modificados para ração.	*
Coréia do Sul	Obrigatório	Milho, broto de milho e soja geneticamente modificados	Março de 2002
Tailândia	Obrigatório	Sem detalhes	*
<b>África</b>			
Etiópia	Obrigatório	Todos os produtos geneticamente modificados	*
África do Sul	Obrigatório	Uma nova legislação para produtos geneticamente modificados está sendo analisada	2002
<b>Europa</b>			
Áustria	Obrigatório	Opõe-se totalmente à rotulagem; prefere proibir totalmente a importação de organismos geneticamente modificados	*
República Francesa	Obrigatório	Todos os produtos geneticamente modificados	*

		ou ingrediente geneticamente modificados	
França, Irlanda, Espanha	Obrigatório	Pretendem aditivos e preservativos geneticamente modificados	*
Hungria	Obrigatório	Produtos com ou derivados do milho geneticamente modificados (excluindo ração)	Julho de 2002
Holanda	Obrigatório	Proposta de rotulagem obrigatória para ração animal	*
Polônia, Eslovênia	Obrigatório	Conforme a Diretiva 2001\18	*
Suíça	Obrigatório	Conforme a Diretiva 2001\18	2002
Reino Unido	Obrigatório	Lojistas de alimentos e restaurantes no Reino Unido a partir de setembro de 1998; não esterilizados e aditivos.	Março de 2002
<b>União Europeia</b>	Obrigatório	Diretiva 2001\18 exigindo rotulagem para todos os alimentos e produtos alimentícios contendo OGM's e limites de tolerância	2002
	Obrigatório	Regulamento n.258\97: 1% de tolerância para rotulagem obrigatória de alimentos; se	Maior de 2002

		regulamentação quimosina, aditiv ração.	
	Obrigat	Reg. n.13 regras específicas milho e soja genetic modificados	Maio de
		<b>Améric</b>	
Argenti	Voluntá	Sem deta	*
Canad	Voluntá	Em desenvolvimen	2001
Méxic	Obrigat	Senado apro projeto de lei par alimentos genetic modificados se rotulados com “transgênicos” produzidos co transgênicos	2003
Estados U	Voluntá	Aliment geneticamente mod devem ser rotula quando não for substancias equiva	*

\* Não disponível

Fonte: (Pessanha, 2005)

#### 1.6) O quadro regulatório nacional:

Segundo Pessanha (2005) o Estado tem três deveres e obrigações em relação à engenharia genética. São eles:

- a) Promover a preservação da diversidade e integridade do patrimônio genético nacional;
- b) Realizar a fiscalização dos sujeitos públicos e privados que fazem pesquisa e manipulação de material genético;
- c) Controlar a comercialização e o emprego de qualquer técnica, método ou substância que possam causar risco para a vida, qualidade de vida ou ao meio ambiente, incluindo-se aí a engenharia genética.

Assim, para cumprir estes deveres e obrigações, no Brasil foram sancionadas algumas leis:

Lei de Biossegurança n.8974, sancionada em 1995, que criou normas de segurança e os mecanismos de fiscalização para a aplicação e utilização de técnicas de engenharia genética no país.

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente n. 6938, de 31 de agosto de 1981, criou o SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estabelece as medidas a serem seguidas pelo Ministério do Meio Ambiente.

E por fim, a Lei de Propriedade Intelectual, de maio de 1996, que regulamenta os direitos de proteção patentária a produtos e processos industriais. Esta lei permite o patenteamento de microorganismos modificados pelo ser humano e de processos biotecnológicos não naturais, atribuindo a administração dos direitos e concessões ao (INPI) Instituto Nacional de Propriedade Industrial .

Capítulo 2:

## **História dos transgênicos**

### 2.2) Agricultura e Transgênicos

Estima-se que, a cerca de dez mil anos atrás, durante a pré-história, no período da Pedra Polida, alguns indivíduos – que pertenciam a povos caçadores – perceberam que os grãos colhidos para sua alimentação poderiam produzir novas plantas iguais às que os originaram – para isso bastava que a semente fosse enterrada. Era o surgimento da agricultura.

Com surgimento das técnicas de plantio as perigosas buscas à procura de alimentos começaram a serem evitadas. A agricultura foi a base da formação de sociedades estáveis em que o homem passou de coletor/predador a construtor da sobrevivência grupal. A posição de domínio da espécie humana na Terra seria inconcebível se não lhe tivesse ocorrido, desde seus primeiros ensaios de vida em grupo, metodizar e desenvolver a extração de alimentos que a natureza espontaneamente lhe dava.

A agricultura e pastoreio como alternativa à vida nômade – o homem passou a ser sedentário – geraram um aumento na produção de alimentos e conseqüentemente de população. Depois de algum tempo de uso contínuo e intenso os solos começaram a perder sua fertilidade.

O crescimento populacional e a queda da fertilidade dos solos utilizados após anos de sucessivas culturas no continente europeu, causaram, entre outros problemas, a escassez de alimentos. Nesse sentido, entre os séculos XVII e XIX, intensificou-se a adoção de sistemas de rotação de culturas com plantas forrageiras (capim e leguminosas) e as atividades de pecuária e agricultura passam a serem integradas. Esta fase é conhecida como Primeira Revolução Agrícola.

Contudo, depois de um tempo, os problemas de escassez crônica de alimentos em solos europeus voltaram a se intensificarem. Então, no fim do século XX, foi desencadeada uma série de descobertas tecnológicas e científicas – tais como fertilizantes químicos, melhoramento genético, máquinas e motores a combustão. Essas descobertas ocasionaram o abandono progressivo das antigas práticas, levando a uma maior especialização dos agricultores. É a chamada Segunda Revolução Agrícola, onde a agricultura passa a ser conhecida como Agricultura Industrial (AI), Agricultura Convencional ou Agricultura Química.

Nos últimos 30 anos, ocorreram avanços no campo da biologia molecular e da engenharia genética que tornaram possível o isolamento, a manipulação e a transferência de genes entre organismos. O DNA recombinante, a cultura de tecidos e os métodos de transformação são o que tornam esses experimentos possíveis em plantas. Com essa capacidade de manipulação genética se tornou possível a interferência em características relevantes para a agropecuária e a agroindústria. As principais aplicações destas tecnologias objetivam a obtenção de plantas com resistência a doenças,

pragas ou herbicidas. Esta fase é conhecida como Terceira Revolução Agrícola ou Revolução Verde.

### 2.3) Os genes e suas manipulações

O abade austríaco Gregor Mendel, em 1856, realizou em seu convento experiências com hibridação de ervilhas de cheiro. Após de dez anos de estudo Mendel obteve resultados para formular leis relativas à hereditariedade dos caracteres dominantes e recessivos – Primeira Lei de Mendel: Monoibridismo; Segunda Lei de Mendel: Lei da Segregação Independente. – motivo pelo qual ele é conhecido como o pai da genética. Apesar da relevância das descobertas de Mendel para a genética, ele foi ignorado em sua época. As aplicações de suas descobertas na agricultura só começaram a dar resultados por volta de 1920.

O médico e bacteriologista canadense, Oswald T. Avery (1875-1955), em 1944, descobriu que a cadeia molecular do ácido desoxirribonucléico (DNA, na sigla da língua inglesa) é o componente cromossômico que transmite a informação genética.

Em 1953, os britânicos Francis Crick e Maurice Wilkins, juntamente com o americano James Watson, descobriram a estrutura do DNA, o que lhes valeu o prêmio Nobel da medicina em 1962.

Descoberta a natureza do DNA e o código genético, o homem passou a verificar a possibilidade de interferência ou modificação neste.

Em 1973 Stanley Cohen e Hebert Boyer conseguiram recombinar trechos de DNA de uma bactéria depois de terem incluído na seqüência um gene de sapo. Era o início da era da Biotecnologia.

A engenharia genética é a ciência que promove o estudo e a modificação de estruturas dos genes de diferentes espécies animais e vegetais e a potencial geração de organismos totalmente novos.

Os transgênicos, organismos geneticamente modificados (OGMs) são uma extensão de todas essas transformações produzidas pelo homem ao longo de todos esses anos, ainda que a base deste processo, a técnica da DNA recombinante seja uma conquista de apenas 30 anos.

#### 2.4) Transgênicos na atualidade

##### 2.3.2) A Polêmica

Como já foi dito acima, a biotecnologia teve início com Cohen e Boyer quando, em 1973 eles recombinaram trechos de DNA de uma bactéria depois de terem incluído na sequência um gene de sapo. E, segundo Marcelo Leite:

*“De um só golpe, demonstraram que o código genético era de fato universal, pois o DNA de espécies distantes era compatível, e que os homens tinham adquirido a faculdade de criar quimeras verdadeiras, híbridos no sentido mais profundo da palavra, o genético. Tornara-se possível introduzir um gene de sapo numa bactéria e, com isso, obrigar a bactéria a produzir uma proteína de sapo”.(2000, p.26).*

Em julho de 1974, pesquisadores divulgaram uma carta na revista *Science* (vol.185, p.303) propondo a criação de regras e diretrizes para as pesquisas de engenharia genética. Então, foi realizada a Conferência de Asilomar que objetivava discutir as implicações éticas e de segurança da nova tecnologia. Em Asilomar ficou decidido que os experimentos poderiam ser realizados, desde que seguissem métodos de contenção proporcionais ao risco presumido no tipo determinado de manipulação genética.

No mesmo ano da Conferência de Asilomar, surgiram reações polêmicas também no que se refere às primeiras consequências sociais e éticas da engenharia genética. O centro deste conflito foi a cidade de Cambridge, que abriga duas instituições bastante participativas no campo da engenharia genética: a Universidade de Harvard e o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Essas instituições

começaram a enfrentar reações contrárias. O motivo: dúvidas sobre os riscos ainda desconhecidos de uma nova tecnologia. Segundo Leite (2000) :

*“Neste ambiente política e cientificamente carregado, uma manifestação clara de que a pesquisa está longe de ser neutra como pretende a maioria dos cientistas, não é de espantar que a disputa sobre a engenharia genética tenha se acirrado também. A “esquerda” passou a defender o que considerava interesses do público contra o laissez-faire científico preconizado pela “direita”. Uma brandia a bandeira da segurança pública e alertava sobre o perigo do escape de microorganismos potencialmente perigosos para o ambiente e a saúde. Outra, o estandarte da liberdade de investigação e o perigo de que as instituições de pesquisa da cidade perdessem um tempo precioso num campo de investigação extremamente competitivo.” ( p.28)*

Nos cinco anos seguintes, a biotecnologia continuou a sofrer restrições em setores do público de diversos países, no entanto, ainda não existiam produtos prontos para uso fora do laboratório, por isso, ainda não ofereciam riscos à saúde do homem ou ao ambiente.

Uma condição importante para a introdução da biotecnologia no mercado foi a primeira patente concedida a um ser vivo nos Estados Unidos. A Suprema Corte americana optou por conceder a patente a uma linhagem de bactérias que degradavam o petróleo derramado no meio ambiente. O escritório de patentes e marcas havia rejeitado o pedido, afirmando que seres vivos não poderiam ser protegidos por patentes. Contudo, a Suprema Corte alegou que mais relevante do que uma bactéria estar viva era o fato de que ela havia sido um produto da invenção humana.

A primeira liberação de um OGM no ambiente ocorreu em 1983. Bactérias da espécie *Pseudomonas syringae* foram geneticamente alteradas para impedirem a formação de gelo na superfície de plantas. A bactéria, que ficou conhecida *ice-minus* (menos gelo) teria um enorme potencial de aplicação em plantações sujeitas a geadas. Quatro anos depois, plantações de morango pulverizadas com *ice-minus* foram destruídas e atacadas por um grupo de ambientalistas da Earth First! (Primeiro a Terra!).

Na Europa os transgênicos também estavam gerando polêmica. O Instituto Max Plank, de Colônia, precisou de proteção policial para realizar teste de campo com flores

geneticamente alteradas. O teste parecia inofensivo, mas foi por isso mesmo ameaçado por ambientalistas de um grupo denominado “Cidadãos combatem Petúnias”. Estes ambientalistas acreditavam que este “inocente” teste era na verdade uma tentativa de facilitar a aprovação de uma legislação favorável aos transgênicos na Alemanha Ocidental.

Nos anos seguintes, os países europeus começaram a aprovar suas normas para engenharia genética. Em poucos anos, os primeiros produtos transgênicos chegaram ao mercado, mas encontraram uma reação negativa, cujo resultado ainda não está definido.

Atualmente, os transgênicos vêm despertando muitos interesses e dúvidas em diversos setores – cientistas, pesquisadores, produtores, consumidores, governantes, parte da população e toda a mídia. A polêmica se concentra, principalmente, em torno dos alimentos transgênicos, pois ainda não se conhecem todos os efeitos do consumo desses produtos sobre os organismos, além de suas possíveis conseqüências para o ambiente.

Quanto aos animais transgênicos a polêmica é menor. As grandes entidades não atacam tanto a produção de animais por reconhecerem sua capacidade de ajudar no desenvolvimento da medicina. Além disso, os animais oferecem menos perigo, pois é mais fácil controlar sua interação com o ambiente – é mais simples isolar um animal e seus resíduos (basta que esses tenham um tratamento adequado). Enquanto que um vegetal pode ter seus genes “espalhados” pelo pólen. Os principais protestos contra os animais transgênicos vêm de entidades ligadas a grupos religiosos, que acusam os cientistas de “brincarem de Deus”.

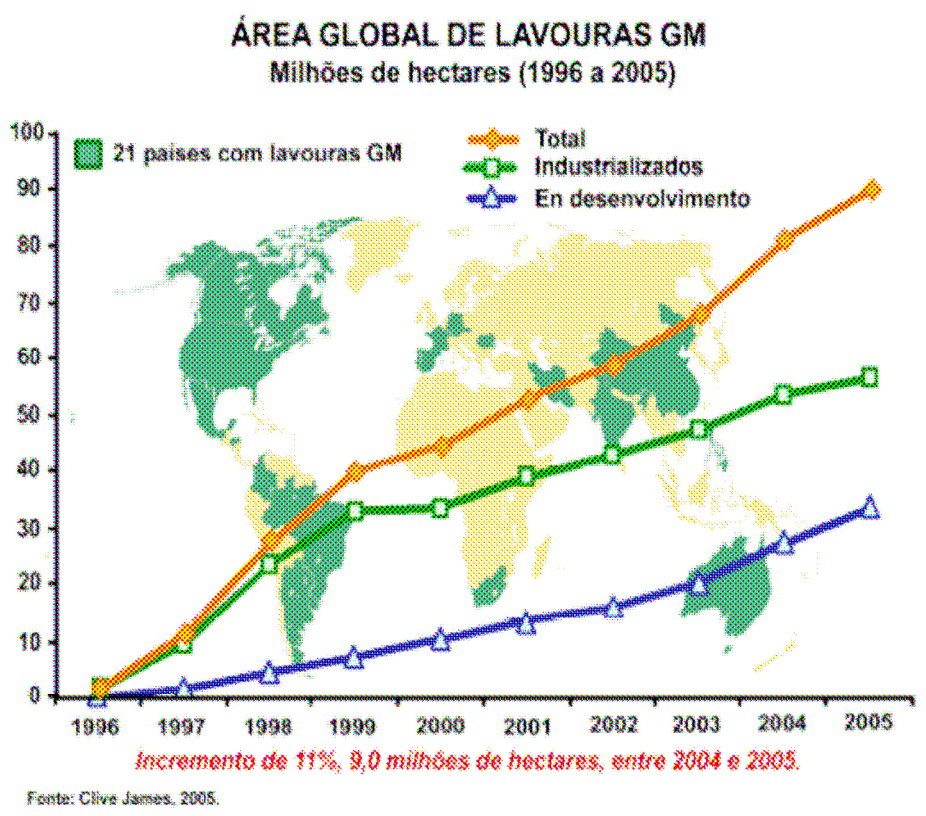
### 2.3.3) Situação atual das lavouras transgênicas

O ano de 2005 é o décimo ano de comercialização de lavouras transgênicas. Nesta última década a plantação de lavouras GM (geneticamente modificadas) tem

apresentado elevada taxa de crescimento, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. Segundo James (2005), o crescimento reflete a confiança de fazendeiros na biotecnologia:

*“Esta elevada taxa de adoção, sem precedente, reflete a confiança de milhões de fazendeiros na biotecnologia. Durante a última década, os fazendeiros aumentaram constantemente suas plantações de lavouras GM com taxas de crescimento de dois dígitos ano após ano desde que lavouras GM foram pioneiramente comercializadas em 1996, com o número de países que adotam a tecnologia GM aumentando de 6 para 21, no mesmo período. Notavelmente, a área com lavouras GM aumentou mais de 50 vezes na primeira década de comercialização.”*( p.3)

A figura a seguir ilustra a área global de lavouras transgênicas e a taxa de crescimento durante esta década:



Em 2004, o número total de lavouras GM aprovadas era de 81 milhões de hectares. Em 2005, o número saltou para 90 milhões de hectares.

O número de países que adotaram lavouras transgênicas também cresceu: em 2004, os países adeptos eram 17 (África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Colômbia, Espanha, EUA, Filipinas, Honduras, Índia, México,

Paraguai, Romênia e Uruguai.); em 2005 o número aumentara para 21, com a adesão de quatro novos países: França, Irã, Portugal e República Tcheca.

Portugal e França, depois de uma pausa de cinco e quatro anos respectivamente, retomaram a plantação de milho Bt em 2005, já a república Tcheca plantou em 2005, pela primeira vez, o milho Bt. O Irã teve a produção de arroz Bt oficialmente liberada em 2004.

O quadro a seguir mostra os países que cultivam transgênicos, a área cultivada em cada um deles e o tipo de lavoura adotada:

Posição	País	Área	Lavouras GM
1*	EUA	49.8	Soja, milho, algodão, canola, abóbora, papaia
2*	Argentina	17.1	Soja, milho, algodão
3*	Brasil	9.4	Soja
4*	Canadá	5.8	Canola, milho, soja
5*	China	3.3	Algodão
6*	Paraguai	1.8	Soja
7*	Índia	1.3	Algodão
8*	África do Sul	0.5	Milho, soja, algodão
9*	Uruguai	0.3	Soja, milho
10*	Austrália	0.3	Algodão
11*	México	0.1	Algodão, soja
12*	Romênia	0.1	Soja
13*	Filipinas	0.1	Milho
14*	Espanha	0.1	Milho
15	Colômbia	<0.1	Algodão
16	Irã	<0.1	Arroz
17	Honduras	<0.1	Milho
18	Portugal	<0.1	Milho
19	Alemanha	<0.1	Milho
20	França	<0.1	Milho
21	República Tcheca	<0.1	Milho

Fonte: Clive James, 2005

\* 14 mega-países produzindo 50 mil hectares ou mais de lavouras GM

A soja geneticamente modificada é a principal lavoura e ocupa 60% da área global de transgênicos. A segunda lavoura mais importante é a do milho, que corresponde a 24% da área global, seguido pelo algodão (11%) e a canola (5%).

O arroz GM é a lavoura alimentar mais importante no mundo, já que constitui o principal alimento das 1,3 bilhão de pessoas mais pobres no mundo. O Irã e a China são os países mais avançados na comercialização deste tipo de cultura transgênicas. Segundo James (2005) o arroz GM tem diversas implicações sociais: “a comercialização do arroz GM possui enormes implicações para o alívio da pobreza, fome, e desnutrição, não só para os países produtores e consumidores na Ásia, mas para todas as lavouras GM e a sua aceitação em uma base global”.( p.4)

Os principais usuários de lavouras transgênicas são os EUA, com 49,8 milhões de hectares plantados, (o que corresponde a 55% da área total de transgênicos no mundo), seguidos por Argentina, Brasil, Canadá e China.

O país que mais expandiu suas lavouras transgênicas foi o Brasil que teve um aumento de aproximadamente 4,4 milhões de hectares – em 2005 são 9,4 milhões de hectares plantados, em comparação com os 5,0 milhões de hectares plantados em 2004 - . Países que também expandiram suas lavouras foram os EUA (2,2 milhões de hectares), a Argentina (0,9 milhões de hectares) e a Índia (0,8 milhões de hectares).

A ilustração a seguir demonstra os países que possuem lavouras geneticamente modificadas e as respectivas áreas plantadas:

## 21 países com biotecnologia e mega-países\*, 2005



Fonte: Clive James, 2005

Observando o crescimento da área de plantação de transgênicos nesta década, percebe-se uma adoção rápida e continua destas, o que tem gerado benefícios, como afirma James (2005):

*“A adoção rápida e continua das lavouras GM reflete as significativas e consistentes melhorias na produtividade, meio ambiente, economia e benefícios sociais realizadas e percebidos pelos grandes e pequenos fazendeiros, consumidores e sociedade em países industrializados assim como nos países em desenvolvimento”.* ( p.6)

Também foram contatados benefícios econômicos para os agricultores que semeiam este tipo de lavoura. Os benefícios acumulados no período de 1996 a 2004 totalizam US\$ 27 bilhões.

Em relação á benefícios ambientais, o que foi observado, no período de 1996 a 2004, foi a redução do uso de pesticidas de 172500t de ingrediente ativo, o que corresponde a uma redução de 14% no impacto ambiental causado pelo uso de pesticidas.

Estas razões apontam uma tendência de crescimento no cultivo de transgênicos, tal como afirma James (2005):

*“Existem razões para um otimismo cauteloso de que o expressivo crescimento no cultivo de lavouras GM, testemunhado na primeira década de sua comercialização, continuará e provavelmente será ainda maior na segunda década (2006-2015). O número de países que atualmente adotam as quatro principais lavouras GM tende a crescer e é esperado que a área global semeada, bem como o número de fazendeiros que plantam lavouras GM aumente, na medida em que a primeira geração de lavouras GM seja adotada mais amplamente e a segunda geração de novas aplicações, que contribuem nas características do produto, esteja disponível.”(p.7)*

## 2.5) O protocolo de Cartagena: Discussões em torno dos transgênicos

Durante a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em Cartagena, foi criado um protocolo que tem como objetivo colaborar para garantir um nível adequado de proteção no campo de manipulação e uso dos organismos geneticamente modificados.

O protocolo de Cartagena, como ficou conhecido, foi aprovado em janeiro de 2000 e entrou em vigor em janeiro de 2003 – a adesão do Brasil se deu em novembro de 2003. Atualmente, 188 países fazem parte do protocolo.

Desde a criação do Protocolo foram realizados três encontros, Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Protocol.

A MOP 1 foi realizada em Kuala Lumpur (Malásia), em 2004. As discussões tratavam sobre aspectos operacionais e institucionais referentes à implantação do Protocolo.

A MOP 2 ocorreu em Montreal (Canadá), em 2005. Os principais temas da reunião foram: detalhamento das informações referente à identificação das safras de transgênicos destinados à alimentação humana, animal e ao processamento.

A MOP 3 aconteceu em Curitiba (Brasil), em março de 2006. Os principais temas foram: embalagem e identificação de organismos geneticamente modificados.

O tema mais discutido durante essas três MOPs foi a implantação do Artigo 18, parágrafo 2(a), que trata da identificação de cargas ou carregamentos de OGMs do tipo *commodities*, como soja e milho, destinados à alimentação humana e animal e ao processamento, e não introdução intencional no meio ambiente.

## 2.5) Transgênicos no Brasil

A polêmica em torno dos transgênicos chegou ao Brasil em 1998, quando a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) começou a analisar o pedido de licença da empresa Monsanto para a comercialização da soja Roundup Ready.

Esta soja possui uma característica que a torna tolerante a herbicida a base de glifosato, usado para dessecação pós e pré-plantio, conhecido por sua eficiência em eliminar qualquer tipo de planta daninha.

A CTNBio concedeu aprovação para a soja Roundup Ready da Monsanto. Após a aprovação o Greenpeace e o IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor) processaram o governo e a Monsanto, alegando que não haviam sido realizados o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).

Este processo iniciou a moratória judicial para a liberação comercial dos transgênicos no Brasil. Com estes conflitos os transgênicos acabaram permanecendo fora do mercado brasileiro no período compreendido entre 1998 e 2003.

Mesmo com as variedades transgênicas fora do mercado, a polêmica continuou. Em julho de 2001 foi realizada uma pesquisa em todo o Brasil, pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), que revelou que dois terços da população brasileira nunca ouvira falar de transgênicos. A pequena parcela da população que tinha algum conhecimento a respeito sabia pouca coisa, era mal informada.

O governo da época, do presidente Fernando Henrique Cardoso, foi acusado de ser negligente com o assunto, uma vez que, apesar da proibição, sementes transgênicas eram plantadas livremente pelo sul do país. A soja transgênica havia sido contrabandeada da Argentina e plantada ilegalmente no Rio Grande do Sul e o governo pouco fez para identificar áreas plantadas com soja ilegal e evitar que isso ocorresse.

Então, em 2003, pouco antes do período de colheita da soja, o destino dos grãos plantados ilegalmente, foi assunto de discussão interna no início do governo Lula.

A partir daí, no dia 26 de março de 2003, o governo federal permitiu, com a medida provisória MP 113, o uso comercial da soja transgênica cultivada ilegalmente

(nos alimentos para consumo humano e animal, para mercado doméstico e internacional) até 2004.

Uma segunda medida provisória foi publicada em setembro de 2003 que autorizava o plantio de soja transgênica para a safra de 2003/2004 apenas para os agricultores que haviam guardado sementes GM. Para plantarem transgênicos esses agricultores teriam que assinar um Termo de Responsabilidade, notificando governo.

Em junho de 2003, foi preparado, pelo governo federal, um projeto de lei sobre biossegurança, a fim de reformular os padrões e procedimentos para a liberação do consumo de variedades transgênicas no Brasil. Aos meses de discussões a proposta foi aprovada pelo Executivo. Este projeto de lei previa a existência de uma avaliação de impactos ambientais e sobre a saúde, que seria feita separadamente da avaliação feita pela CTNBio.

O projeto de Lei de Biossegurança ainda sofreu uma série de modificações e foi aprovado em fevereiro, na plenária da Câmara dos Deputados, permitindo que a avaliação de risco para pesquisas fosse feita apenas pela CTNBio, e que uma avaliação diferente deveria ser realizada pelos Ministérios encarregados. Este projeto de lei também permitia que as sementes GM continuassem sendo utilizadas até o final de 2005, sem que os estudos de impactos ambientais fossem realizados.

Foi sancionada, em março de 2005, a nova lei de Biossegurança (11.105, de 24/03/2005) que normatiza o plantio e a comercialização de plantas geneticamente modificadas. A lei afirma que toda empresa que deseje plantar uma variedade transgênica deveria enviar um pedido a CTNBio, que deve emitir seu parecer. Caso o parecer opte pela liberação, o pedido passaria pelo Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), composto por nove Ministros e um Secretário Especial. Com isso, deixa de ser obrigatória a realização de estudos de impactos ambientais e sobre a saúde – a CNTBio tem o direito de solicitá-los ou não.

Em março de 2006, o Brasil foi o país sede da terceira reunião da partes do Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança (MOP3). O encontro foi marcado pelo impasse a cerca da rotulagem de cargas de organismos geneticamente modificadas. Ficou decidido que deverá ser descrita na rotulagem a expressão “contém transgênicos”.

O prazo para a regulamentação foi estendido de quatro para seis anos e a identificação de exportação e importação de transgênicos no comercio entre países membros do protocolo de Cartagena e países não-membros deixou de ser obrigatória.

Também em março de 2006, o Brasil foi sede da 8ª Reunião das Partes da Convenção de Diversidade Biológica (CDB COP8), que abordou, entre outras coisas, temas relacionados à repartição de benefícios derivados do uso de recursos genéticos; continuidade ou não da moratória às sementes terminator\*; a conservação e uso da biodiversidade e a implementação dos Programas de Trabalho de Áreas Protegidas, Florestas e Biodiversidade Marinha e Costeira dentro dos prazos já previstos (2010 para florestas e 2012 para áreas marinhas e costeiras).

\*

Capítulo 3:

### **Prós e contras**

O desenvolvimento e a crescente utilização de organismos transgênicos contribuem para o surgimento de questões sociais e morais importantes, tanto no que diz respeito à natureza e a forma mais apropriada de realizar a pesquisa científica, quanto no que se refere ao futuro da agricultura.

Nos debates sobre organismos geneticamente modificados diferentes interesses são confrontados. Assim como afirma Pessanha (2005):

“Por um lado, as plantas transgênicas são vistas como uma panacéia para muitos problemas contemporâneos: fome, má nutrição, o meio ambiente. Por outro lado, encontramos avaliações totalmente opostas: a difusão de plantas transgênicas entendida como uma ameaça à conservação e ao controle de recursos genéticos e como tal ao equilíbrio do ecossistema e à segurança alimentar de milhões de pequenos produtores; uma ameaça, também, à qualidade alimentar dos consumidores afluentes; e um golpe final do sistema de direitos exclusivos de propriedade a sobrevivência do conhecimento

---

\* Sementes terminator: são sementes estéreis. Ainda não estão sendo utilizadas.

tradicional e dos recursos energéticos como patrimônio comum.”

As diferentes opiniões não são verificadas somente entre indivíduos especialistas e leigos. A divisão de opiniões é ainda maior: existe uma visão política (principalmente entre os Estados Unidos e a União Européia); divisão entre cientistas; divisão entre um grupo que acredita que o sistema de patentes irá colaborar para o progresso científico e outro que acredita que o “domínio público” dessas afirmações é mais do que necessário para uma sociedade mais justa e democrática.

Esse confronto de opiniões, muitas vezes, não leva em consideração resultados científicos e acaba sendo, somente, uma tentativa de legitimar os interesses e ideologias, tanto por parte daqueles que atacam a transgenia quanto daqueles que a defendem. Em consequência disto, a discussão que deveria ser sobre a transgenia acaba virando um confronto ideológico, que pode até ser violento.

Os alimentos transgênicos são consequências de inovações científicas e tecnológicas. Existe uma grande ansiedade da sociedade para os riscos desses alimentos para a saúde humana. O tema tem sido foco de debates e questionamentos na mídia nacional de forma bastante intensa. É importante para a população que todos os aspectos inerentes à produção e ao consumo dos produtos geneticamente modificados sejam conhecidos.

Inicialmente, podemos falar de alimentos e segurança alimentar. Um alimento é considerado seguro à saúde quando ele não causa danos aos que o ingerem em quantidades normais e após o seu devido processamento. O que comprova a segurança são pesquisas e experimentos baseados na experiência de seu consumo em longo prazo por isso, a perspectiva de segurança alimentar é um aspecto dinâmico. Quando se pensa em segurança alimentar, normalmente são considerados os seguintes aspectos: digestibilidade, potencial alergênico, toxicidade (os efeitos diretos à saúde humana), risco teratogênico (risco de mal formação, abortos, entre outros).

Instituições contrárias aos transgênicos afirmam que não existem dados atuais e consistentes sobre os efeitos colaterais dos produtos alterados geneticamente.

As instituições contrárias aos transgênicos se baseiam em estudos sobre reações alérgicas provocadas por alimentos compostos por transgênicos. Afirmam, por exemplo,

que uma pessoa que fosse alérgica a morangos sofreria uma reação alérgica caso se alimentasse com vegetais que contivessem genes do morango.

Em contrapartida, os favoráveis aos transgênicos afirmam que existem pessoas alérgicas a alimentos que não foram geneticamente modificados, sendo assim, o potencial alergênico não seria algo exclusivo dos transgênicos.

A avaliação de segurança de alimentos geneticamente modificados geralmente analisa: (a) toxicidade; (b) alergenicidade; (c) componentes específicos que se acredita terem propriedades nutritivas ou tóxicas; (d) a estabilidade do gene inserido; (e) efeitos nutritivos associados à modificação genética; e (f) quaisquer efeitos indesejáveis que poderiam resultar da inserção do gene.

Segundo o professor e pesquisador da USP, Flávio Finardi, é impossível, por meio dos mecanismos de pesquisa e análise existentes na atualidade, estimar o nível de segurança de qualquer tipo de alimento em longo prazo, seja transgênico ou tradicional qualquer tipo de alimento consumido diariamente pode representar riscos à saúde. Ele afirma que os alimentos transgênicos são tão seguros ou mais que os alimentos convencionais, visto que já foram testados diversas vezes.

No que diz respeito às alergias, o professor José Maria Silveira, da Unicamp afirma que há possibilidade – e não a certeza – de que o OGM carregue uma proteína nova. Segundo ele existem diversos avanços em andamento nesse campo a pesquisa com transgenia pode levar a um melhor entendimento sobre as alergias.

Em entrevista ao Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), o engenheiro de alimentos da Embrapa Edson Watanabe, que é membro do comitê gestor da Rede de Biossegurança de OGMs da Embrapa afirma que o medo dos consumidores em relação aos transgênicos se deve, principalmente, a crença de que não há estudos suficientes sobre OGMs. “As avaliações de segurança dos OGMs já vêm sendo feitas no mundo todo há mais de dez anos e, até hoje, não houve nenhum indício científico de que os produtos existentes possam causar algum dano à saúde humana ou animal.”

Um dos benefícios que podem ser obtidos a partir da plantação de transgênicos é a comida mais barata a milhares de pessoas famintas e subnutridas em todo o mundo. Dados indicam que os transgênicos têm custo de produção 20% menos que os demais por serem mais resistentes. Além disso, podem ser enriquecidos com vitaminas ou usados em tratamentos específicos.

A FAO (food agriculture organization) propõe o aumento do cultivo de OGMs para que em 15 anos a fome seja reduzida pela metade.

Entretanto há um alarmismo geral em torno dos transgênicos e a crença de que não à provas da segurança de tais produtos e que apenas países ricos e desenvolvidos são privilegiados com o menor custo de produção enquanto os países pobres não desfrutam desse benefício. Além disto, existe a questão do pequeno produtor que ficaria excluído deste tipo de tecnologia.

A partir do cultivo e comercialização de transgênicos é possível a criação de superalimentos - legumes, grãos e verduras mais nutritivos, resistentes a agrotóxicos e com menos gordura.

Existem diversos tipos de experimentos, entre eles o milho mais robusto, o algodão colorido para economizar tinta das roupas, feijão mais leve e nutritivo, batatas e tomates resistentes ao ataque de insetos, café que amadurece mais rápido.

Dentre os superalimentos é importante destacar o arroz dourado (golden rice). O arroz dourado é um produto da biotecnologia que teve três genes enxertados em seu código genético para se tornar capaz de sintetizar o betacaroteno que é o precursor da vitamina A. Dessa forma o arroz dourado poderá auxiliar na luta contra os males decorrentes da ausência dessa vitamina no organismo humano como a cegueira noturna, xeroftalmia (ressecamento da córnea), diarréias, problemas respiratórios e complicações de doenças infantis como o sarampo.

Esta tecnologia surgiu devido aos esforços de dois pesquisadores suíços, Dr. Ingo Potrykus e Dr. Peter Burkhardt, e um alemão, Dr. Peter Beyer. Pesquisadores do Swiss Federal Institute of Technology em colaboração com cientistas da University of Freiburg, e com patrocínio da Fundação Rockefeller, Comunidade Européia e do Instituto Tecnológico da Suíça.

O Golden rice não foi desenvolvido por multinacional, não preconiza a aplicação de outros agrotóxicos, não foi desenvolvido para grandes produtores e, não é incompatível com a agricultura auto-sustentável.

A empresa privada que participou do projeto, Syngenta, não cobrará royalties sobre as sementes de arroz dourado cultivadas em países pobres. Em contrapartida, ela cobrará royalties de cultivares desenvolvidas em países nos quais os consumidores podem pagar pelo arroz melhorado. A partir de 2001, o IRRI (International Rice Research Institute), baseado nas Filipinas, está autorizado a desenvolver novos cultivares de arroz dourado, apenas para os países pobres. O Instituto recebeu em seus laboratórios pesquisadores vietnamitas, que melhoraram suas antigas variedades.

A China, maior consumidora de arroz do mundo, outros países do Sudeste asiático, da África e da América Latina, são elegíveis para receber o material isento de royalties, uma vez demonstrada a necessidade e as dificuldades de seus cidadãos. Esse acordo trás para o mundo real a responsabilidade social das empresas privadas, marcando uma nova era no tratamento dispensável às patentes tecnológicas.

Existe uma enorme preocupação no que diz respeito à produção em larga escala dos transgênicos, que poderia causar a perda de biodiversidade local. Pois, se uma planta é resistente à determinado herbicida, este poderá ser utilizado em grande quantidade – já que não irá afetar a cultura transgênica. Ao ser utilizado em larga escala, ele mataria todas as espécies de outras plantas da região, e também afetaria a cadeia alimentar do local.

Poderia também, afetar o ciclo de vida de alguns insetos uma vez que, o plantio de espécies transgênicas tais como batata, soja, milho, além de outras podem afetar a população de insetos causando danos aos animais que se alimentam desses insetos.

Outro problema previsto é o surgimento de ervas daninhas super resistentes próximas à plantação. Assim, corre-se o risco destas ervas se tornarem resistentes ao herbicida que deveria matá-las.

Os argumentos contrários aos transgênicos também fazem referência à resistência a antibióticos, é temido que com os OGMs ocorra a transferência de resistência para os microorganismos patológicos que causam infecções . Entretanto, vale ressaltar que não há notícias de que isto tenha ocorrido de fato.

Capítulo 4:

## **Ética e transgênicos**

“Biotecnologia”, em sua origem grega, significa: *bios* (vida), *techno* (técnica) e *logos* (estudo), ou seja, significa o estudo das técnicas aplicadas ao estudo da vida. Modernamente, a biotecnologia é tida como um conjunto de técnicas que possibilitam a utilização de matéria viva para a produção de outros materiais.

Dentro da biotecnologia existem processos que possibilitam a manipulação do código genético (DNA). Este ramo da biotecnologia ficou conhecido como engenharia genética.

A biotecnologia começou a ser praticada em universidades e em instituições públicas de pesquisa. Entretanto, atualmente, as grandes pesquisas em engenharia genética são realizadas, predominantemente, por instituições privadas, empresas, normalmente transnacionais, que lideram o desenvolvimento de produtos baseados nessas técnicas.

Estas empresas privadas de biotecnologia realizam inventos e, para garantirem que seus investimentos lhe trarão benefícios e terem a possibilidade de controle de mercados, querem protegê-los por meio de patentes.

A patente é um tipo de acordo entre o inventor e a sociedade. Neste contrato, o inventor torna pública a sua invenção e em troca a sociedade lhe concede, por certo período de tempo, o monopólio para a exploração da invenção.

Para ser patenteável, o invento deve ser útil para a sociedade, novo, não deve ser óbvio. Atualmente, podem-se conceder patentes para produtos, processos e usos específicos de produtos.

O uso de patentes em sementes agrícolas faria com que os agricultores que desejassem cultivar tal tipo de semente tivessem que pagar royalties pela geração de vegetais que tenham fins produtivos.

Além disto, os agricultores não poderão preparar uma nova safra sem licença ou novo pagamento de royalties. Assim, a comunidade rural se tornará dependente dessas tecnologias, perdendo o controle sobre seus meios de produção.

Em consequência disto, os preços dos produtos derivados da biotecnologia tendem a aumentar, como afirma Pessini (2002):

*“Os consumidores acabarão pagando preços mais altos pelos alimentos, medicamentos e demais produtos derivados da biotecnologia. Ao comprar produtos patenteados conseguidos por meio da engenharia genética, os consumidores estarão subsidiando inconscientemente a indústria, já que esses royalties incrementarão o preço do produto elaborado.”* (p.214).

Com isso, as empresas menores, e conseqüentemente mais fracas, perderão espaço no mercado, algumas deixarão de existir, outras serão compradas pelas grandes multinacionais. Assim, surgirão grandes monopólios no setor agroindustrial. O mercado ficará concentrado.

Segundo Pessini (2002), o monopólio das grandes indústrias poderá afetar até mesmo a diversidade genética:

*“A diversidade genética sofrerá uma tremenda erosão, já que o controle monopolístico dos recursos genéticos restringe sua circulação, destruindo o patrimônio comum a humanidade. Sem o patrimônio genético, os sistemas produtivos de alimentos e medicamentos não poderão fazer frente às pressões sociais e ecológicas em constante evolução.”* ( p.214)

#### 4.1) Uma questão ética:

A palavra ética tem origem no grego “ethos”, tendo como significado modo de ser, caráter. Os romanos traduziram “ethos” para o latim como “mos”, que quer dizer costumes, que é de onde vem a palavra moral.

O homem não nasce com ética, como se fosse um instinto. Ética é algo adquirido, conquistado por hábito. Trata-se de uma realidade que é construída histórica e socialmente a partir das relações coletivas entre seres humanos.

No cotidiano, é comum que se atribua à ética e a moral o mesmo significado. No entanto elas diferem, segundo estudiosos do assunto. Moral se refere a normas, costumes, valores que guiam o comportamento humano. A ética é a ciência do

comportamento moral. A moral é normativa e depende da cultura de cada sociedade. A ética é a ciência do comportamento, é universal.

Com relação a organismos geneticamente modificados existe o dilema: a patente de organismos vivos é algo eticamente correto?

Para as grandes empresas de biotecnologia o sistema de patentes é a melhor forma de promover o incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento de novos produtos e processos, além de garantir a disponibilidade das inovações no mercado.

No entanto, outros acreditam que patentear organismos vivos é uma conduta que fere aos direitos humanos, como afirma Pessini (2002) :

*“O conceito global de direitos humanos será pisoteado, já que não só os seres humanos como, como também parte de seu corpo, poderão ter exclusiva propriedade dos titulares das patentes. O fato de as sociedades anônimas poderem ser proprietárias de órgãos, das características físicas ou da informação genética íntima das pessoas constitui a negação total dos direitos do indivíduo a uma existência independente e livre do controle sobre seu próprio corpo.” (2002, p.215)*

Outra importante razão para que se seja contrário ao patenteamento de formas vivas é que a vida não é um produto, uma mercadoria, sobre a qual se possa conceder direitos ou monopólios.

Além disso, o patenteamento de sementes torna privada a produção de alimentos, algo que deveria ser público, já que alimento é uma necessidade universal.

Os pequenos produtores ficariam impossibilitados de utilizarem essas tecnologias, já que os altos custos de royalties inviabilizariam a produção. Como consequência, os pequenos agricultores teriam que venderem suas propriedades para os grandes latifundiários.

A relação do homem com a natureza ficará reduzida a algo somente comercial, baseado somente na exploração em busca de benefícios.

Pessini (2002) afirma que: “Os mentores da biotecnologia não são os criadores da natureza, pois eles simplesmente a recortam em diferentes peças e depois reivindicam a propriedade sobre ela.”.

Ao lado da discussão sobre a probabilidade de que os organismos transgênicos causem danos à saúde ou ao meio ambiente é de suma importância que exista um debate

relacionado à questão das patentes, que geram monopólios de um lado e grande exclusão de outro, contribuindo assim para o aumento da desigualdade social.

## **Conclusão:**

Independentemente da opinião que se tenha sobre transgênicos é impossível negar que essas inovações proporcionaram bruscas transformações, sendo a mais relevante delas a relação do homem com a natureza.

Se no passado o homem era parte da natureza, hoje, com a biotecnologia, ele tem a capacidade de modificar, recriar tanto vegetais quanto outros animais.

A ciência e a tecnologia evoluíram a ponto de se tornaram aptas a produzir ou manipular organismos vivos. Mas, isto não significa que uma empresa deva ter o direito de controlar os meios de produção de alimentos através de patentes.

No que se refere aos alimentos transgênicos, não há dúvidas de que estes (se pensarmos isoladamente) trarão inúmeros benefícios para a humanidade, já que possibilitam a criação de vegetais mais resistentes (o que facilita a plantação, promovendo o aumento da produtividade), vegetais com características específicas (como o golden rice, que foi fabricado para sintetizar o betacaroteno, que é o precursor da vitamina A).

O problema é que muitas das sementes transgênicas são estéreis – ou seja, o agricultor precisa comprar sementes a cada safra – além disso, sementes como a soja Roundup Ready, da Monsanto, “obrigam” o produtor a comprar também os agrotóxicos e outros produtos da empresa a fim de ter a produtividade e lucratividade de sua safra assegurada. Então, desta forma e ainda com a patente das sementes as grandes empresas manipuladoras de genes teriam em mãos o controle da produção de alimentos no mundo.

Sendo assim, acredito que o fator problemático não é o organismo geneticamente modificado por si só, e sim o modo como está sendo utilizado na atualidade. O problema ocorre quando um ser vivo patenteia um organismo vivo. Parece inaceitável o fato de uma empresa controlar a produção de sementes que irão gerar alimentos para todo o mundo.

Alimento é essencial para vida, todos precisam (sejam países desenvolvidos ou não). Não é justo que todo o mundo fique subordinado aos interesses de um produtor de sementes.

Produzir transgênicos é uma questão científica, mas seu uso é uma questão ética e deve ser debatido por todos os setores da sociedade. Os organismos

geneticamente modificados significam um grande progresso para a humanidade, mas o monopólio sobre os meios de produção de alimentos é algo alarmante.

Uma questão tão relevante como a manipulação de organismos vivos não deve ser responsabilidade somente da comunidade científica. A discussão deve ser feita com toda a sociedade, já que diz respeito a aspectos éticos.

Criar uma tecnologia como a manipulação de genes é uma tarefa simples quando comparada à árdua tarefa de discutir tentando encontrar o que é aceitável ou não fazer, com relação aos avanços da biotecnologia. É necessária a realização de um amplo debate com toda a população a fim da obtenção de um consenso sobre estas questões.

Por isso, para responder a perguntas do tipo: são os transgênicos um bem para a humanidade? É necessário, essencialmente, que se avalie o que isto trará de benefícios e o que trará de malefícios. Não existe uma resposta pronta. Cada caso deve ser tratado como único, sendo observadas suas singularidades para que assim o uso dos transgênicos possibilite utilizar as descobertas científicas, mas sem gerar mais exclusão social.

## Referências bibliográficas:

A Importância da Utilização de Sementes Melhoradas na Agricultura Moderna – Carraro, Ivo Marcos. Disponível em: <<[http://www.abrasem.com.br/materia\\_tecnica/2004/0004\\_sementes\\_melhoradas.htm](http://www.abrasem.com.br/materia_tecnica/2004/0004_sementes_melhoradas.htm)>> Acessado em: nov 2006.

A liberação dos transgênicos para cultivo e consumo – Durante, Adriana. Frederico Westphalen, 2003. Disponível em: <<<http://www.ufsm.br/direito/monografias/liberacao-transgenicos.doc>>> Acessado em: set 2006.

A propósito da segurança para a saúde dos alimentos geneticamente modificados – Lajolo, Franco. Disponível em: <<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans14.htm>>> Acessado em: out 2006.

ABRABI. Biotecnologia. Disponível em: <<<http://www.abrabi.org.br/biotecnologia.htm>>> Acessado em: out 2006.

Agricultura, Ciência e Historia – Capozzoli, Ulisses. Disponível em: <<[http://br.geocities.com/mcrost06/transgenicos\\_29.htm](http://br.geocities.com/mcrost06/transgenicos_29.htm)>> Acessado em: nov 2006.

Agroportal – Agricultura. Disponível em: <<<http://www.agroportal.pt/Agros/agricultura/index.htm>>> Acessado em: out 2006.

Alimentos do Futuro – 4 exemplos das culturas geneticamente modificadas. Disponível em: <<[http://www.bionetonline.org/portugues/Content/ff\\_cont3.htm](http://www.bionetonline.org/portugues/Content/ff_cont3.htm)>> Acessado em: out 2006.

Análise das Políticas Públicas Ambientais do Estado do Paraná para a Biotecnologia Agrícola. Donin, Patrícia Güllich. Florianópolis, 2004. Disponível em: <<<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/1446.pdf>>> Acessado em: nov 2006.

ANBio – Liberação da Soja Transgênica no Brasil, vantagem ou não?. Disponível em: <<<http://www.anbio.org.br/noticias/lucia.htm>>> Acessado em: out 2006.

Arroz Dourado – Andrade, Solange Rocha Monteiro de. Disponível em: <<<http://www.radiobras.gov.br/ct/materia.phtml?tipo=AR&materia=90503>>> Acessado em: out 2006.

Arroz Dourado – Gazzoni, Décio Luiz. Disponível em:<<[http://www.agrolink.com.br/colunistas/pg\\_detalhe\\_coluna.asp?Cod=1092](http://www.agrolink.com.br/colunistas/pg_detalhe_coluna.asp?Cod=1092)>> Acessado em: out 2006.

CMI Brasil – Interesses comerciais vencem na MOP3. Disponível em:<<<http://www.midiaindependente.org/pt/blue/2006/03/348480.shtml>>> Acessado em: out 2006.

Com ciência – O impasse dos transgênicos no Brasil. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/genetico/gen05.shtml>>> Acessado em: nov 2006.

Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB). Disponível em:<<<http://www.cib.org.br/entrevista.php?id=29>>> Acessado em: ago 2006.

Cuba: avanza la biotecnología – Dieterich, Heinz. Disponível em:<<<http://www.rebellion.org/dieterich/040207dieterich.htm>>> Acessado em: out 2006.

EMBRAPA. Disponível em: <<<http://www.embrapa.br/>>> Acessado em: out 2006.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations(FAO). Disponível em:<<<http://www.fao.org/>>> Acessado em: out 2006.

Greenpeace – O que são transgênicos? Disponível em:<<<http://www.greenpeace.org.br/transgenicos>>> Acessado em: nov 2006.

Greenpeace. Disponível em:<<[http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/?conteudo\\_id=860&sub\\_campanha=0&img=15&PHPSESSID=3ed440610de6501d712898ae1db14cb9#18](http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/?conteudo_id=860&sub_campanha=0&img=15&PHPSESSID=3ed440610de6501d712898ae1db14cb9#18)>> Acessado em: out 2006.

Leite, Marcelo. *Os Alimentos Transgênicos* . – São Paulo: Publifolha, 2000.

O Absurdo da Agricultura Moderna - Lutzenberger, José A., Porto Alegre, Brasil, setembro de 2001. Disponível em: <<<http://www.unicamp.br/fea/ortega/plan-disc/lutzenberger.htm>>> Acesso em: nov 2006.

O Alarde dos Transgênicos – Vogt, Carlos. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans01.htm>>> Acessado em: set 2006.

O futuro que ninguém pediu a Deus: favelas e transgênicos! – Ortega-Rodríguez, Enrique. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans13.htm>>> Acessado em: out 2006.

Organismos Geneticamente Modificados: A Ética e o Papel do Consumidor. Moura, Rogério Goularte. Disponível em:<<[http://cgi.ufmt.br/petfloresta/RoGeRiO\\_ArQ/OGM%20e%20o%20consumidor.pdf](http://cgi.ufmt.br/petfloresta/RoGeRiO_ArQ/OGM%20e%20o%20consumidor.pdf)>> Acessado em: ago 2006.

Os transgênicos. Disponível em: <<<http://www.ostransgenicos.hpg.ig.com.br/>>> Acessado em: out 2006.

Pessanha, Lavínia. *Transgênicos, recursos genéticos e segurança alimentar: o que está em jogo?* Campinas, SP: Armazém do Ipê, 2005.

Plantas transgênicas: o futuro da agricultura sustentável – Cordeiro, Antonio Rodrigues. Disponível em: <<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702000000300018](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702000000300018)>> Acessado em: out 2006.

Que alimentos transgênicos estão internacionalmente no mercado? Disponível em: <<[http://educaterra.terra.com.br/almanaque/miscelanea/transgenicos\\_10.html](http://educaterra.terra.com.br/almanaque/miscelanea/transgenicos_10.html)>> Acessado em: out 2006.

Questões políticas sobrepujam as científicas. Disponível

em:<<<http://www.terra.com.br/reporterterra/transgenicos/leila.htm>>> Acessado em: out 2006.

Transgênicos e produtividade na agricultura brasileira – Ferreira, Paulo Cavalcanti Gomes. Disponível em: <<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-59702000000300020](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702000000300020)>> Acessado em: out 2006.

Transgênicos e responsabilidade social – Capozzoli, Ulisses. Disponível em:<<<http://observatorio.ultimosegundo.ig.com.br/ofjor/ofc160920031.htm>>> Acessado em: nov 2006.

Unifesp. Polemica em torno dos transgênicos. Disponível em:<<<http://www.virtual.epm.br/material/tis/curr-bio/trab2002/trans/polemica.htm>>> Acessado em: set 2006.

Wikipedia – Agricultura. Disponível em:<<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Agricultura>>>Acessado em: out 2006.

Oportunidades e desafios – Teixeira, João Paulo Feijão. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans17.htm>>> Acessado em: out 2006.

Os transgênicos rondam a sua cozinha – Massani, Luiza e Moreira, Ildeu de Castro. Disponível em:

<<<http://www.comciencia.br/reportagenstransgenicos/trans19.htm>>> Acessado em: out 2006.

Patentes em Biotecnologia no Brasil – Penteado, Maria Isabel de Oliveira. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans15.htm>>> Acessado em: out 2006.

Riscos Ecológicos dos OGMs: o que se diz e o que se entende – Natércia, Flávia. Disponível em:<<<http://www.comciencia.br/reportagens/transgenicos/trans18.htm>>> Acessado em: out 2006.

Transgênicos X genômica: etapas do melhoramento vegetal – Machado, Marcos. Disponível em: <<<http://www.comciencia.com.br/reportagens/transgenicos/trans16.htm>>> Acessado em: nov 2006.

Transgênicos: A verdade por trás do mito. Disponível em:<<<http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/cartilha.pdf?PHPSESSID=56b9e5fa28669bf9744982e826237bf7>>> Acessado em: out 2006.

Greenpeace. O contexto político dos transgênicos no Brasil – Abril de 2005. Disponível em:<<[http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/contexto\\_politico.pdf?PHPSESSID=87c27e769ddc5dbef03b734691fdee5d](http://www.greenpeace.org.br/transgenicos/pdf/contexto_politico.pdf?PHPSESSID=87c27e769ddc5dbef03b734691fdee5d)>> Acessado em: set 2006.

Monsanto. Disponível em: <<[www.monsanto.com.br](http://www.monsanto.com.br)>> Acessado em: out 2006.

Dhnet. O que é ética. Disponível em:<<[http://www.dhnet.org.br/direitos/codetica/textos/oque\\_e\\_etica.html](http://www.dhnet.org.br/direitos/codetica/textos/oque_e_etica.html)>> Acessado em: nov 2006.

Agronline. Soja Transgênica no Brasil: anotações sobre a legislação de plantio, comercialização e direitos as propriedade intelectual – Setembro de 2005. Disponível em:<<<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=248>>> Acessado em: out 2006.

ISAAA. Situação Global da Comercialização das Lavouras GM: 2005 - James, Clive. Disponível em: <<[http://www.cib.org.br/pdf/sumario\\_executivo\\_2005.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/sumario_executivo_2005.pdf)>> Acessado em: set 2006.

Terra. Os cultivos de soja transgênica no Brasil. Disponível em:<<[http://www.terra.com.br/reporterterra/transgenicos/soja\\_brasil.htm](http://www.terra.com.br/reporterterra/transgenicos/soja_brasil.htm)>> Acessado em: out 2006.