

Curso Técnico de Nível Médio em Laboratório de Biotecnologia em Saúde

Leomir Mofati Lima

Transgênicos: da Origem à Polêmica

Rio de Janeiro

Dezembro de 2005

Leomir Mofati Lima

Transgênicos: da Origem à Polêmica

Monografia apresentada à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, como requisito parcial para conclusão do curso de nível técnico de laboratório em biodiagnóstico em saúde.

ORIENTADORA: Neila Guimarães Alves

Co-orientador: Ademir de Jesus Martins Jr.

Rio de Janeiro

Dezembro de 2005

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que responderam os questionários com seriedade e que assim contribuíram diretamente neste trabalho.

Agradeço aos meus orientadores e professores Ademir de J. Martins Jr. e Neila Guimarães Alves, pois muito me auxiliaram na escolha do tema e na realização do trabalho e a Jéssica Reis de Paula, que muito me ajudou na edição do texto e organização dos meus pensamentos.

Não poderia deixar de agradecer a todos da escola, funcionário e professores, que estão sempre dispostos a ajudar.

Sumário

• Introdução	V
• Capítulo 1 - Pequeno histórico sobre transgênicos	1
• Capítulo 2 - A tecnologia do ADN recombinante	8
○ 2.1 Enzimas de Restrição	8
○ 2.2 Os vetores de clonagem	10
○ 2.3 Ligação, transformação e clonagem	11
○ 2.4 Seleção dos clones	12
• Capítulo 3 - Uma análise crítica sobre a Lei de Biossegurança, Lei nº11.105, 24/03/05	16
• Capítulo 4 – Análise de opiniões sobre os transgênicos	21
○ 4.1 Análise das questões discursivas	21
○ 4.2 Análise das questões objetivas	23
• Capítulo 5 – Considerações	28
• Conclusão	33
• Anexos	34
○ Anexo 1	34
○ Anexo 2	50
○ Anexo 3	53
• Referências bibliográficas	62

Introdução

Transgênicos: da Origem à Polêmica

O homem, principalmente a partir do Renascimento, começou a buscar respostas para a sua existência através do “olhar” científico e desde então, passou a pesquisar o seu próprio corpo observando: sua organização, seu funcionamento, suas células, suas reações e etc. Após essas pesquisas, outras questões surgiram, como: de onde vêm as “informações” que faz uma célula se diferenciar da outra? E, respondendo a isso, foi descoberta, no núcleo da célula, a molécula ADN (ácido desoxirribonucléico).

O ano de 1953 marcou o avanço das pesquisas genéticas, iniciada por Mendel, pois foi o ano em que estrutura molecular do ácido desoxirribonucléico foi finalmente compreendida. A partir desse momento as pesquisas nessa área tiveram um grande impulso e esse avanço se estende até hoje.

Após anos de estudos teóricos sobre a molécula, a pesquisa com o material genético passou a ter um caráter mais prático, a manipulação de ADN. Isso tem possibilitado a inovação tecnológica em diversas áreas da Biologia, Agropecuária e Medicina. A terapia gênica, transgênese, melhoramento genético, ARN (ácido ribonucléico) de interferência e vacina de ADN são exemplos dessas aplicações. Estas representam a evolução do uso da molécula de ADN, sendo a transgenia a tecnologia abordada nesta monografia.

A discussão sobre os transgênicos basear-se-á no plano atual e nacional, a partir da aprovação da nova Lei de Biossegurança, das plantações de soja e a oferta desses produtos para a população brasileira. O Brasil, embora dito “do sul”, está em destaque em pesquisas genéticas e por isso é importante um estudo mais aprofundado sobre essas técnicas usadas no país, que valoriza potencial e cientificamente a produção nacional.

Tendo estabelecido esse parâmetro, será estudado como esse produto chegou a população, seu grau de aceitação e como foi a repercussão política sobre tal assunto. Para isso foi utilizado como meio de pesquisa um questionário (Anexo 2) para melhor compreender a opinião e conhecimento das pessoas frente à questão dos transgênicos, essa questão foi trabalhada em cima de análises gráficas dos resultados.

Capítulo 1

Pequeno histórico sobre transgênicos.

Segundo a definição do dicionário Houaiss, 1ª edição, diz-se de transgênico um organismo que contém um ou mais genes transferidos artificialmente de outras espécies.

De fato os transgênicos são seres com carga genética de outro ser, e os seres envolvidos nesse processo não precisam ter semelhança ou parentesco para ser possível o processo de transgenia.

Segundo reportagem veiculada na revista Scientific American Brasil, as primeiras idéias quanto aos transgênicos surgiram em uma delicatessen, em 1972, no Havaí, quando dois cientistas americanos, Cohen e Boyer, decidiram se engajar em uma nova pesquisa sobre genética. Ambos estavam na cidade participando de um congresso sobre bactérias que tinham material genético¹ resistente a alguns antibióticos, e podiam ser transmitidos de uma bactéria para outra através da troca de plasmídios². Como Cohen participava do estudo sobre essas bactérias resistentes e já havia estudado intensamente o material genético das mesmas, ficou interessado ao ler o trabalho de Boyer, que envolvia enzimas de restrição³, estando ligado, de certa forma, com o seu próprio estudo (dos plasmídios bacterianos). Após uma “união de conhecimentos” Cohen e Boyer chegaram à conclusão que se um gene⁴ que “expressa uma determinada proteína”, seja de qualquer genoma (humano, vegetal, bacteriano, entre outros), poderia ser inserido em um indivíduo que não o

¹ Conjunto de informações genéticas, ADN.

² Ocorre nas bactérias. É uma partícula de ADN circular, se encontra livre no citoplasma ou aderida no grande ADN. Podem corresponder a algumas características transmissíveis, ou seja, podendo ser transferido de uma bactéria a outra..

³ São enzimas capazes de clivar o ADN entre seqüências específicas de nucleotídeo. Conhecendo-se a particularidade de cada enzima, é possível usa-las como ferramentas moleculares. São por isso também conhecidas como “tesouras moleculares”.

⁴ São denominados genes as regiões do ADN que contém o código para a expressão de uma proteína.

tivesse, sinalizando para que o mesmo fosse expresso de modo temporal e localmente controlado, sem causar grandes alterações em suas características gerais. Assim os pesquisadores perceberam que estavam prestes a quebrar uma barreira biológica, transferindo genes específicos de uma espécie para outra de forma artificial.

As pesquisas, de fato, tiveram seus primeiros resultados no ano de 1973, onde Cohen e Boyer, que lideravam uma equipe de pesquisa em Stanford e na University of California, respectivamente, conseguiram fazer a transferência de um gene de uma rã para uma bactéria com a técnica do ADN recombinante⁵. A partir de então a engenharia genética⁶ começou a ganhar muita importância no cenário científico mundial aos poucos, chegando ao público como uma idéia de revolução nos conhecimentos do homem, assim como a domesticação do fogo e a fissão nuclear.

Tanta “euforia” com a descoberta dos transgênicos não foi em vão, hoje sabemos que, por exemplo, a insulina é produzida por bactérias modificadas (antes a técnica que se utilizava para isolar insulina era complexa e demorada de mais, pois usava animais de grande porte: os suínos), como também alguns medicamentos produzidos no combate ao câncer e o hormônio do crescimento. Mesmo assim ainda são grandes as perspectivas sobre os OGM's⁷. Há várias especulações que começam desde a introdução de novos

⁵ Haverá um capítulo (2) para tal assunto.

⁶ A técnica do ADNr foi batizada, pela imprensa, de engenharia genética na década de 70, quando foi feita a primeira transferência de gene entre uma rã e uma bactéria. A mídia da época comparou esse importante avanço com situações, que no passado, trouxeram relevantes mudanças para sociedade, como a domesticação do fogo e a fissão nuclear.

⁷ OGM é definido por todo e qualquer organismo que sofre alguma interferência humana em seu genoma. Seja pelo simples melhoramento genético (técnica que consiste em cruzar os organismos até que se tenha o melhor genoma selecionado), seja pela manipulação direta dos genes a partir da Engenharia Genética. A primeira ainda é comumente utilizada na pecuária e na agricultura, entre outros, desde que a humanidade passou a cultivar plantas e animais. Por tanto, nestes casos, não é necessário que haja a manipulação direta dos genes, como no caso do gado que tem seu sêmen valorizado pela técnica genética acima explicitada. Na verdade é um erro conceitual classificar OGM como transgênico, embora todos sejam OGM's. Contudo nem todos OGM's são transgênicos.

alimentos, roupas e até a um possível aumento da expectativa da vida humana, com a manipulação de genes ligados ao envelhecimento e na manutenção de genes que tornam as pessoas imunes contra doenças (exemplo: AIDS).

Sim, os transgênicos representam uma grande esperança para humanidade, visto o motivo de como e por que eles “surgiram”. Mas sabemos que o impacto dessa descoberta trouxe um certo receio contraditório pelos OGM’s no geral. Podemos até certo ponto, comparar o comportamento social em relação aos transgênicos com a clonagem, por ambos esbarram em questões éticas; científicas, sociais e religiosas.

Além de toda questão social acerca dos transgênicos, o meio científico não tem demonstrado muitas certezas acerca dos transgênicos, há ainda hoje pesquisadores que afirmam que eles já foram testados suficientemente para serem expostos ao público, ao passo que há outros que afirmam que se deve ter mais cautela ao se tratar desse assunto, pois não há comprovação convincente acerca da veracidade dos benefícios ou malefícios destes OGM’s, gerando ainda mais polêmica. Soma-se a estes os argumentos, baseados na teoria de Darwin, que afirmam que os seres vivos se constituem como hoje são, devido ao processo lento e gradual da Seleção Natural, sendo assim imprevisível a curto prazo a introdução de um organismo geneticamente modificado no meio ambiente.

Para citar um exemplo de como a comunidade científica tomou precauções sobre os transgênicos, em junho de 1974, um grupo de renomados geneticistas publicou na *Science* (vol. 185, p. 303) uma proposta de “uma pausa” nas pesquisas de engenharia genética até que se tenha uma auto-regulamentação gerando regras para esse gênero de pesquisa. Em decorrência a esta publicação foi organizada a Conferência Alsiomar⁸, na Califórnia, na qual recomendou-se que os experimentos poderiam ser retomados, mas obedecendo alguns

⁸Alsiomar é o nome da cidade onde foi realizada a conferência .

métodos de contenção para reduzir os riscos, ainda presumidos, na manipulação genética. Essas conclusões foram novamente publicadas na mesma revista, *Science* (vol. 188, p. 991) em junho de 1975.

O acontecimento desta conferência foi tão reconhecida que mesmo os pioneiros na técnica admitiram a necessidade das regulamentações, pois, segundo eles, “esse novo conhecimento” colocava as pesquisas de transgenia em uma área biológica com muitas incógnitas e incertezas.

As opiniões no meio eram tão divergentes que em Cambridge e uma região da Grande Boston reconhecida por abrigar a Universidade de Harvard e o Instituto Tecnológico de Massachusetts, foram palco de uma “briga”, onde cientistas da área e que compartilhavam os mesmos corredores dos laboratórios, deixaram de se falar por terem opiniões muito divergentes. Em consequência dessas desavenças o público dessa região se engajou em parte da discussão, onde foi feito até barricadas para impedir o acesso aos laboratórios de biologia molecular, segundo Marcelo Leite.

Embora a discussão sobre a engenharia genética estivesse bastante “acalorada”, alguns anos depois quando a técnica possibilitou a produção de insulina, de hormônio do crescimento e de interferon através de bactérias transgênicas, não houve nenhuma manifestação de dúvida ou desacordo com a sua aplicação, pois essas substâncias têm uma grande relevância para a Medicina e antes da técnica eram difíceis e muito mais caras de serem produzidas. Assim, nos parece bastante claro um paradoxo: se da mesma maneira que os alimentos OGM's tiveram seus genomas modificados, as bactérias que produziram essas substâncias também o tiveram, logo toda a crítica relacionada aos alimentos serviria para essas bactérias “produtoras de medicamentos”, entretanto a discussão atual parece estar focada diretamente nos animais e vegetais modificados.

Após a criação de bactérias geneticamente modificadas por transgenia⁹ capazes de sintetizar em escala industrial proteínas humanas em biorreatores¹⁰, a lucratividade com as empresas que possuíam a tecnologia se tornou altamente promissora. Por exemplo a Genentech teve disparada no valor dos seus papéis em Wall Street: apenas trinta minutos foram necessários para suas ações subirem mais de 254% por unidade. Para expressar como era grande o entusiasmo com essa nova tecnologia, essa mesma empresa fechou o dia do pregão com USD\$ 36 milhões, mesmo sem ter vendido ainda nenhum produto, de acordo com Marcelo Leite

Para garantir que os produtos fizessem definitivamente parte do mercado, foi aceito a primeira patente de um ser vivo, em 1980, a uma bactéria capaz de digerir petróleo derramado em acidentes. Esta foi uma importante vitória para que os transgênicos pudessem, aos poucos, chegar até o consumo comum.

No cenário nacional os transgênicos começaram a ter possibilidade de chegar diretamente ao consumidor somente a partir do segundo semestre de 1998, onde a opinião pública brasileira deu início às discussões sobre o assunto. Nos jornais, revistas e canais de televisão os OGM's estavam sendo assuntos obrigatórios e estimulavam a população a fluir todo seu imaginário que, ligado à ignorância no assunto, entendiam os transgênicos como formas de vidas estranhas, a exemplo de algumas charges e quadrinhos (figura 1).

Figura 1 – Exemplo de charges veiculadas sobre produtos de consumo de origem transgênica

⁹Foi utilizada a bactéria *Escherichia coli* para a introdução de genes que produzem essas substâncias em escala industrial, pois elas são bem estudadas e estão presentes em grande quantidade no intestino humano.

¹⁰ São espécies de tanques que comportam a substância produzida, podem ser também animais produtores.



Laerte - <http://www2.uol.com.br/laerte/tiras/> acessado em 02 de novembro de 2005.

Já no ano de 1998, a CTNBio¹¹ recebeu o primeiro pedido de liberação da empresa Monsanto para o comércio da soja OGM *Roundup Ready*, resistente ao herbicida *Roundup*¹², fabricado pela mesma empresa. O pedido foi aceito, pois segundo a Comissão Técnica, não havia nenhum problema de biossegurança. Mas em setembro do mesmo ano o Idec¹³ e o Greenpeace¹⁴ conseguiram uma liminar que sustava o plantio.

A partir dessa primeira liberação, várias liminares e recursos sobre os transgênicos começaram a ser concedidas, mas enquanto o comércio da soja era proibido, sementes eram contrabandeadas para o Sul do Brasil, provavelmente da Argentina. Com aquela indefinição nas leis e o contrabando de sementes, várias manobras políticas foram tomadas no país, como a do ministério da Ciência e Tecnologia, sendo substituído o ministro Luis Carlos Bresser Pereira (favorável aos transgênicos,) por Ronaldo Sardenberg (mais moderado).

O segundo adiamento do plantio de soja transgênica no Brasil mostrou que o país queria evitar o exemplo da Argentina, que aceitou a novidade biotecnológica, que já constavam no ano de 1997 com 80% de sua plantação transgênica contra os então 55% dos EUA e 10% do Canadá.

¹¹ Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

¹² Nome genérico: glifosato.

¹³ Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor.

¹⁴ Organização ambientalista, é uma ONG.

No âmbito internacional, a região onde a reação aos alimentos transgênicos estava mais intensa foi na Europa e Ásia, onde havia ocorrido dois graves e recentes problemas (em relação a chegada dos transgênicos) de saúde envolvendo os alimentos: a Dioxina¹⁵ e a BSE¹⁶. Em razão disso, o Reino Unido, país onde ocorreu a BSE, teve o maior destaque na reação contra os OGM's, pois se entendeu que a maior parte de seus alimentos (industrializados) eram compostos por soja importada de sua ex-colônia, provocando assim um certo pânico nos consumidores.

Embora, na década de 90, os Estados Unidos tivessem 55% (atualmente por volta de 80 e 90%) da sua plantação sendo transgênica, estas culturas já haviam sido autorizadas desde 1995 sem nenhuma restrição de rotulagem especial. O debate sobre eles só começou a ter relevância no país no ano 2000, relativamente mais tardio que o Brasil.

Assim, os transgênicos entraram de fato no cenário mundial, onde encontrou oposição principalmente de ambientalistas e incentivo de alguns setores da sociedade científica que pregavam o *laissez-faire*¹⁷ das novas tecnologias.

¹⁵ Substância altamente perigosa para o organismo humano.

¹⁶ Conhecida como Doença da Vaca Louca, é transmitida pela ração com carcaça de animal contaminado (ovelhas).

¹⁷ Política de negligência, não interferindo na ação.

Capítulo 2

A tecnologia do ADN recombinante.

Essa tecnologia é fundamental para o avanço das modernas ciências biológicas, definindo fronteiras bioquímicas presentes e futuras, ilustrando muitos princípios importantes. O esclarecimento do funcionamento da catalise¹⁸ enzimática, das estruturas macromoleculares e do metabolismo¹⁹ celular permitiu a abertura das portas para os pesquisadores terem acesso a um dos mais complexos processos bioquímicos, os que envolvem as informações gênicas. Os métodos usados para realizar esse processo ou quaisquer outros relacionados são referidos à tecnologia do ADNr, ou como chamado popularmente, a engenharia genética. A técnica foi utilizada pioneiramente com a bactéria *Escherichia coli*, pois possui vantagens, tais como: processos bioquímicos exaustivamente estudados, o metabolismo do seu ADN conhecido e muitos vetores de clonagens que ocorrem naturalmente. Como exemplo os os plasmídios e os vírus bacteriófagos associados com esta bactéria (também apresentam as vantagens acima citadas), tornando assim as técnicas disponíveis para transferir o ADN exógeno (ou transgene) para uma bactéria.

A seguir, encontra-se, em linhas gerais, os princípios básicos sobre as principais ferramentas e etapas para se clonar um gene exógeno (ou transgene) em uma célula hospedeira.

2.1 – Enzimas de restrição

¹⁸ Pode ser definido como “quebra”.

¹⁹ Conjunto de reações que acontecem em um organismo, pode ser considerado a nível celular.

O desafio do bioquímico em estudar detalhadamente este processo começa na própria forma do ADN²⁰. Isso se deve pelo seu tamanho bastante pequeno em comparação a quantidade de informações que traz. Outro desafio, foi se concentrar apenas em uma região do ADN, como por exemplo um único gene determinado, em meio a outros cerca de 100.000 genes espalhados no meio de milhões de pares base²¹ no genoma humano.

Tais desafios só foram vencidos a partir da década de 70, onde um estudo muito aprofundado sobre o complexo sistema de enzimas (as endonucleases ou enzimas de restrição) foi capaz de possibilitar a análise molecular de genes separados dos outros milhares. Estas enzimas compõem uma classe enzimática encontrada em bactérias, que cortam o ADN em seqüências nucleotídicas específicas.

As endonucleases de restrição são encontradas em larga escala em espécies bacterianas, e sua função *in vivo* é o reconhecimento de fragmentos de ADN estranhos (bacteriófagos, por exemplo), protegendo a célula de genes que possam estar ligados à reprodução de parasitos que estejam utilizando os “aparatos bioquímicos” da bactéria.

Devido esse motivo, quando o ADNr está na célula hospedeira ele está sujeito à ação da endonuclease de restrição, mas para que a enzima não o reconheça como segmento estranho, por tanto para não clivá-lo, é feito a metilação. Esse processo é baseado na inclusão de radicais metil (CH₃) no segmento desejado pela enzima ADN metilase.

Os pesquisadores que descreveram a técnica de clivagem enzimática específica de ADN em laboratório foram Paul Berg, Hebert Boyer e Stanley Cohen. Trata-se de uma metodologia muito eficiente de localizar, isolar e preparar pequenos seguimentos de ADN oriundos de cromossomos muito maiores. Técnicas de clonagem de material genético

²⁰ ADN é o mesmo que DNA, mas ADN é a sigla para o nome da molécula em português.

²¹ Nucleotídeos, as unidades que formam o ADN. São estes: Guanina, Timina, Citosina, Alamina.

possibilitaram ainda mais a abertura de novos caminhos para a identificação de processos biológicos conhecidos. Atualmente, são produzidas em laboratórios de Biotecnologia enzimas de restrição recombinantes específicas para clivagem de diversas seqüências.

Assim a possibilidade de interferência no funcionamento dos organismos tem tomado proporções inimagináveis. Talvez, o mais importante fato foi a quebra de uma imensa barreira biológica, a de transferência de genes entre seres de espécies diferentes: a transgenia.

2.2 – Os vetores de clonagem

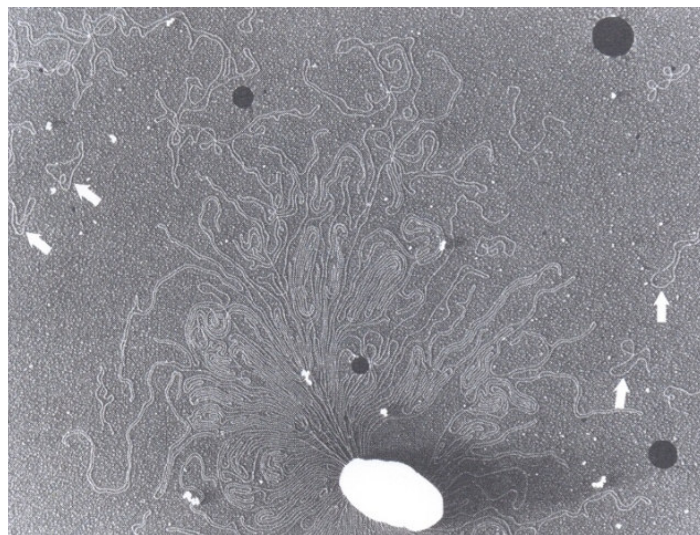
Após todo o processo de separação de um determinado segmento, o mesmo deve ser “conduzido” a uma célula hospedeira que possa replicá-lo. Para isso utilizam-se vetores tais como: bacteriófagos, plasmídios e cromossomos artificiais de bactéria ou levedura.

Os plasmídios (figura 2.1) são pequenas moléculas de ADN circular muito eficientes nesse processo, mas têm suas limitações. Para o melhor resultado de clonagem com plasmídios, deve-se utilizar pequenos genes ou fragmentos, pois à medida que é aumentado o tamanho (quantidade de pares de base) torna-se mais difícil o processo.

Outro exemplo de vetor para essa técnica são os bacteriófagos λ , que são capazes de inserir ao todo 48502 pares de base em uma bactéria, ou seja, ele é capaz de introduzir uma enorme quantidade de ADNr na bactéria (*Escherichia coli*). Características importantes são: cerca de um terço do seu genoma não é necessário e pode ser substituído por ADNr, o material será empacotado em partículas infecciosas do fago apenas se contiverem entre 40000 e 53000 pares bases de comprimento, limitação que pode ser usada somente para o ADN estranho.

Além dos plasmídios e dos bacteriófagos, ainda há um outro vetor, o cromossomo artificial de bactéria (CAB), que consiste em moléculas de ADN designadas para clonagem de insertos muito grandes. Para inserir o CAB na célula utiliza-se a técnica de eletroporação. A bactéria utilizada para esse vetor, deve ser de uma linhagem mutante, a qual tenha um certo comprometimento na membrana para facilitar a entrada de moléculas grandes de ADN.

Figura 2.1 – Eletromicrografia de transmissão de moléculas de ADN da bactéria *Escherichia coli*.



As setas indicam os plasmídios. A molécula central é o cromossomo único da bactéria.

Fonte: Lehninger Princípios de Bioquímica

2.3 – Ligação, transformação e clonagem

Após separação do gene específico a partir do genoma, o mesmo deve ser produzido em larga escala para possibilitar seu estudo ou ainda para que seja expresso dentro de outro sistema. A amplificação deste gene é feita pela clonagem em bactérias ou leveduras, o que

significa criar uma população de células idênticas que contenha o material genético de interesse.

Primeiramente, o gene isolado é ligado (ligação) a uma pequena molécula de ADN transportadora (ou vetora), a ser inserida dentro da célula receptora, processo chamado de transformação. Existem alguns métodos alternativos para a transformação, entre eles a incubação do ADNr juntamente com as células hospedeiras, sendo em seguida submetidos a um choque térmico, de modo que desestabilize a parede celular bacteriana para entrada do vetor. Outra forma comum é a utilização de um impulso de alta voltagem nas células incubadas, processo chamado de eletroporação.

2.4 – Seleção dos clones

Nem todas as células absorvem o vetor. Existe também a possibilidade de que algumas células absorvam vetores que não estejam recombinado ao gene de interesse (inserto). Para selecionar as colônias provindas de clones que receberam os vetores ligados aos insertos, portanto, é preciso que os vetores recombinantes inseridos nas células hospedeiras contenham marcadores (ou repórteres). É comum a utilização de dois genes repórteres: uma para indicar que as células receberam o vetor, e outro indicando que o vetor recebido contém o gene de interesse.

Para selecionar apenas as células que foram transformadas com o vetor, utiliza-se geralmente vetores que contenham um gene que dê resistência a antibióticos, como a tetraciclina. Para informar ainda quais células receberam o vetor recombinante, além do gene para resistência, o mesmo deve conter um gene forneça uma coloração específica à colônia. O sítio de clivagem da enzima recombinante que vai “abrir” o vetor (e que isolou

o inserto) deve estar no meio do gene que fornece cor. Deste modo, após a transformação, as células serão cultivadas em um meio contendo antibiótico e substrato para coloração.

Somente crescerão clones que receberam o vetor, pois serão resistentes ao antibiótico. Existirão ainda dois tipos de colônias: um com coloração, provenientes dos clones com vetor que não recebeu o inserto, uma vez o gene “da cor” intacto, e outro sem coloração, proveniente dos clones que receberam o inserto, portanto interrompendo o gene “da cor”. Após a visualização das mesmas no meio, as colônias são escolhidas e novamente cultivadas, dando então certeza que todas as células possuem o material desejado.

O processo de clonagem é resumido abaixo e pode ser acompanhado nas figura 2.2 e 2.4.

1. Clivagem (“corte”) do ADN em locais muito específicos, utilizando endonucleases (enzimas de restrição) específicas. A mesma enzima utilizada clivam também os vetores.
2. União dos seguimentos covalentes com a enzima ADN ligase (enzima que une trechos do ADN). Deste modo, os genes isolados se ligam aos vetores (formando os ADNr’s, ou ADN recombinates).
3. Transformação de células hospedeiras com os vetores ligados ao gene de interesse, a fim de que seja fornecida “a maquinaria enzimática” necessária para a replicação.
4. Seleção de colônias formadas por clones com os ADNr’s de interesse.

Figura 2.2 – Esquema representando a formação de um vetor recombinante e a transformação de bactérias.

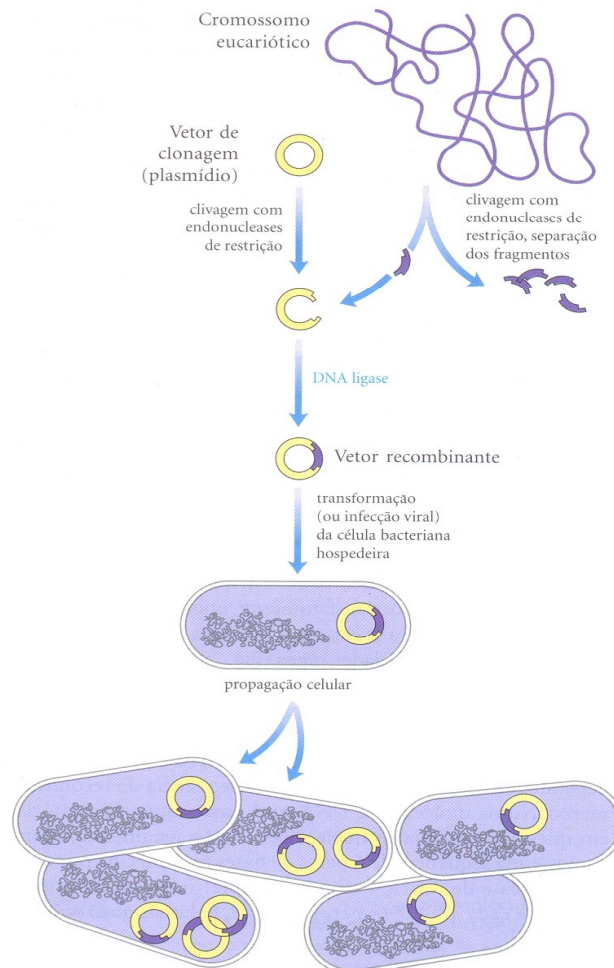
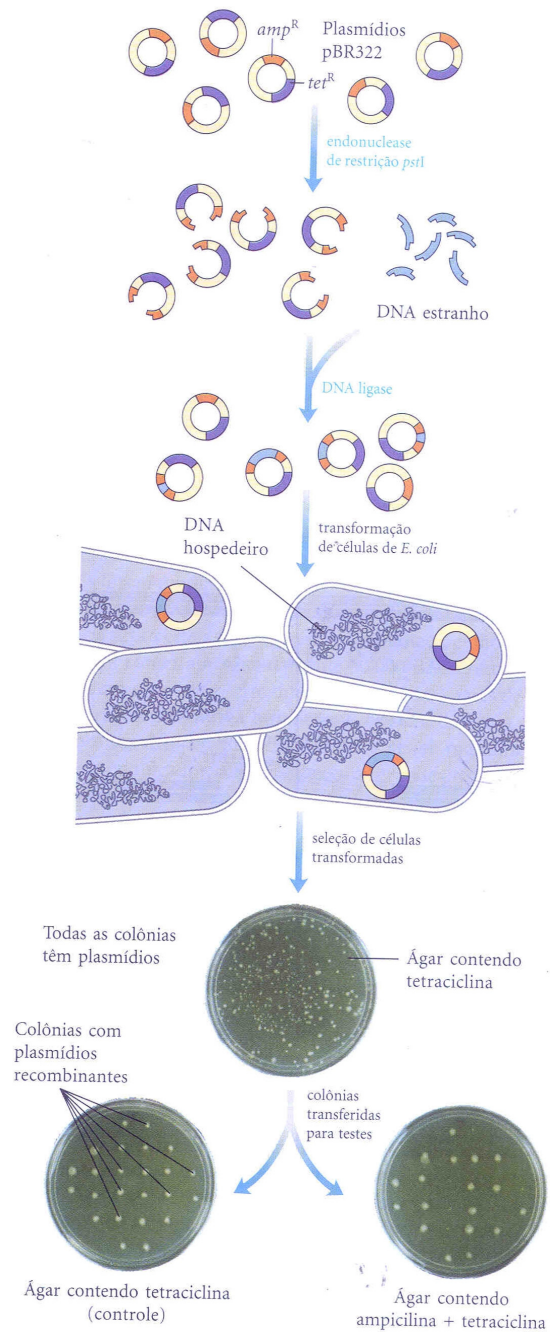


Figura extraída do livro **Lehninger Princípios de Bioquímica**

Figura 2.3 – Esquema representando processo de clonagem e seleção das colônias de interesse.



Fonte: Lehninger Princípios de Bioquímica

Capítulo 3

Uma análise crítica sobre a Lei de Biossegurança, Lei nº11.105, 24/03/05.

Assim como foi visto no capítulo um, no Brasil não existiam leis que regulamentavam o plantio de OGM em território nacional, o que ocasionou um trâmite político que ora vetava e ora autorizava o cultivo desses produtos. Mas em março de 2005, foi posta em votação a chamada Nova Lei de Biossegurança, Lei nº11.105, que regularizava de vez a questão da pesquisa e do plantio de OGM.

Para comentar a implementação desta lei (que segue anexo na seção “Anexo 1”) foram utilizados argumentos apresentados na mídia e análise dos questionários distribuídos (que se apresenta no “Anexo 2”).

De fato essa lei é muito importante para o país, pois ela ajudou a atualizar nossa legislação, que em alguns aspectos é ultrapassada, e regularizar “o uso” da Biotecnologia. Mas não podemos deixar de destacar que ela poderia ser mais específica, no sentido de tratar cada assunto de forma separada, como é o caso das células-tronco e os transgênicos (que são tratados juntos).

Dentre os argumentadores que se apresentavam a favor da aprovação da Lei, destaca-se a empresa Monsanto²², que segundo o Deputado Edson Duarte (PV-BA), chegou até ser manipuladora de opiniões, tanto foi sua influência que o Deputado apelidou a lei de “Lei Monsanto”. Para Edson Duarte o que se defende com a lei são os interesses da multinacional e não do Brasil em si. Embora essa informação seja um tanto radical, esta pode ter uma ratificação com a análise dos questionários (em anexo) distribuídos. Isso se

²² Uma das maiores empresas na área de biotecnologia, vale destacar também que ela foi a responsável pela produção do napalm, substância usada por americanos na Guerra do Vietnã e que até hoje faz com que crianças nasçam com algum tipo de deficiência.

deve ao fato de que neste há somente uma resposta positiva para a pergunta sobre os benefícios da lei de biossegurança. Até porque boa parte da população sequer tem conhecimento da mesma, e talvez por isso não tenha opinado ou declarando se essa lei não atende aos seus interesses. Por outro lado, a pequena parte que tem um certo conhecimento dessa lei declara que a mesma não respeita os interesses da população brasileira. Contudo essa informação contida nas respostas do questionário não pode ser desvinculada ao fato de o brasileiro não ter muito interesse sobre as leis e políticas do país.

A intervenção da Monsanto sobre a questão dos transgênicos não aconteceu somente junto à lei. Pelo contrário, sua atuação no Brasil começou ilegal. Segundo o mesmo deputado, a empresa forneceu durante oito anos sementes de soja transgênicas para o estado do Rio Grande do Sul sem ser incomodada sobre o assunto. Mas para atingir o mercado pretendido não podia apenas ficar na ilegalidade, pois uma hora a situação poderia vir se tornar insustentável e seu passo seguinte foi partir para a luta pela legalização do plantio de OGM's.

De acordo com reportagem da Radis, pode-se considerar que a Monsanto teve uma grande importância na aprovação dessa lei, foi ela que contratou vários modelos para distribuírem folders e brindes para os parlamentares com conteúdo pró-transgênico, afim de “ajudar a opinião de cada um”. Mas após pouco tempo de campanha a favor dos transgênicos, os modelos passaram a distribuir materiais contendo informações sobre tratamento de célula-tronco, falando dos deficientes que poderiam ser beneficiados com a pesquisa, foi quando a Monsanto percebeu que não era interessante discutir sobre a transgenia, mas sim sobre um assunto que poderia comover a todos fazendo com que a lei tivesse a maior possibilidade de ser aprovada no Congresso Nacional.

Assim a Monsanto, a mesma empresa responsável pelo napalm (segundo Edson Duarte), começou a sua manobra política para a aprovação de uma lei que a favorecesse. Em meio ao trâmite político para a elaboração da lei e sua aprovação entrou no cenário a questão das pesquisas com células-tronco. Este episódio recente levou ao Congresso Nacional vários portadores de deficiência esperancosos, dando apoio à Lei de Biossegurança (figura 2). Segundo este ponto-de-vista, ao realizar todas essas medidas para aprovação da Lei, a Monsanto estava garantindo os seus projetos milionários no Brasil, a empresa pretende instalar um novo celeiro de agricultura transgênico em nosso país.

Figura 2 Portadores de deficiência comemoram a aprovação no Congresso da Lei de Biossegurança em 2 de março de 2005



Fonte: Radis, nº32 página 12.

De fato as pesquisas com células-tronco embrionárias são de extrema importância e promissoras, mas naquela ocasião essa questão surgiu como uma “peneira para tapar o sol”, pois assim os transgênicos ficaram de vez em segundo plano na lei. Essa foi uma das

principais críticas a essa lei, além do jogo político da Monsanto, mencionado pelo Deputado acima referido, e pela inserção de alguns assuntos (células-tronco) que “mesclaram” os transgênicos da lei, sendo menos discutidos, e no cotidiano das pessoas, que deixam de pensar tanto nessa questão. Pôde-se perceber isso também com o questionário, onde houve opiniões quase unânimes sobre assuntos como: sentir seus direitos lesados quando na embalagem não havia informação sobre se o produto era ou não transgênico a resposta foi em massa “SIM” (96,43%). Essa informação contribui para entendermos o porquê do silêncio das pessoas quanto a autorização dos transgênicos, pois simplesmente não vêm sendo informadas sobre o andamento da legalidade dos transgênicos, não tendo base para discutir, discordar ou concordar com as medidas tomadas para legalização dos mesmos. Além disso, através do questionário, pôde-se conhecer melhor a amostra, que tem como característica ser de pessoas esclarecidas, apesar do pouco conhecimento sobre a Lei de Biossegurança.

Entretanto, há outras questões bastante relevantes como a função que a CTNBio assumiu, e que comparativamente a situação anterior a lei ficou com encargos superiores, digamos “mais poder”, segundo o deputado Edson Duarte. Isso se deve pelo poder de decisão que foi agregado a essa comissão como previsto na Lei nº 11.105 art. 14 (Anexo 1).

Em contraponto ao incentivo da Monsanto e da bancada ruralista do Congresso, os ambientalistas tentaram lutar contra essa nova lei, alegando inconstitucionalidade e o não cumprimento de um dos seus objetivos. Dentre estes se destaca: estabelecer normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre cultivo, liberação no meio ambiente, produção, manipulação e pesquisa dos produtos geneticamente modificados, conforme a reportagem de Radis, nº 32 página 12.

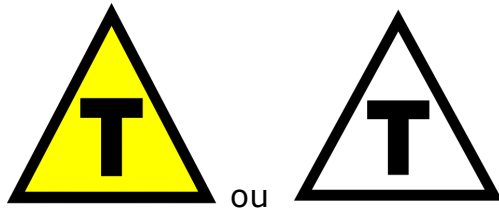
Essa visão mais pesada sobre a Lei de Biossegurança foi feita por um deputado ambientalista, mas tratando dos ruralistas, por exemplo, a Lei foi a mais adequada possível, pois atendeu todas as necessidades de avanço no campo da agroindústria, sem citar a possibilidade de poder ser realizada as pesquisas com células-tronco.

Em meio a um ambiente político sempre haverá divergências, mas cada um tenderá a defender o que acha correto, ou a visão que prometeu durante sua campanha, mas em uma análise mais imparcial a Nova Lei de Biossegurança é importante para nosso país, já que estamos desenvolvendo tecnologias na cura de doenças com células-tronco e por termos um grande setor agroindustrial. Com essa lei podemos incentivar dois tipos de pesquisas, a da biotecnologia e a da genética, levando ainda mais o nome do nosso país como detentor dessas tecnologias.

Mas é muito importante relevar que a Lei deve ser aplicada com vigor, até mesmo para nos dar segurança de estarmos consumindo produtos de qualidade conhecida, sem que haja transgênicos não informados na embalagem ou protegermos o Máximo possível nosso meio ambiente, já que temos a maior biodiversidade do mundo.

Concluindo, fora às questões de interesses políticos, é importante destacar que, a partir de então, existe uma regulamentação oficial sobre a definição da rotulagem de produtos transgênicos, sendo assim tudo que contiver quantidades iguais ou superiores a 1% de material transgênico, como consta no art. 40da Lei 11.105, deve ter na embalagem um dos símbolos apresentados na figura 3.

Figura 3: Rotulagem para produtos contendo organismos transgênicos:



Fonte: http://www.mj.gov.br/sde/consultas/consulta_transgenicos.htm, acessado em 20 de outubro de 2005

Capítulo 4

Análise de opinião sobre os transgênicos

Para avaliar a opinião de um grupo de pessoas acerca dos transgênicos, foi distribuído, ao longo do segundo semestre de 2005, um questionário para cinquenta pessoas. Contudo somente 30 foram adequadamente respondidos e aproveitados para análise. A amostra foi constituída por professores, alunos e profissionais da EPSJV / FIOCRUZ e portanto todas as análises feitas se referem a esse determinado grupo dito “viciado”, pois não é condizente à realidade, em geral.

O objetivo desse questionário é poder entender, da melhor maneira possível, o que as pessoas pensam e sabem sobre os transgênicos, já que tal assunto causa tanta polêmica na população mundial (claro que para a parcela que minimamente sabe da existência de tais organismos). O questionário foi dividido em duas partes: a primeira contendo perguntas discursivas e a segunda com questões objetivas. Um exemplar do questionário encontra-se no Anexo 2.

4.1 - Análise das questões discursivas

Sobre as primeiras perguntas (discursivas), pode ser percebido que realmente há um certo receio sobre o assunto; em geral, todos respondiam com muita cautela para não se mostrarem “cegos” perante essa nova tecnologia. Ninguém deixou esclarecida a sua opinião (a favor ou contra) e sempre que se falava em riscos e benefícios, só se concordava com um fato: que o estudo deveria ser mantido a fim de tornar os transgênicos mais seguros e fazê-los mais eficiente, em relação aos benefícios.

Ao analisar as respostas que foram escritas, percebe-se que havia muitos erros conceituais (o que é totalmente plausível), mas o que mais chamou atenção é que a grande maioria somente ligou a palavra transgênico à alimentação. Não houve muitas respostas que trouxessem temas como os medicamentos produzidos por bactérias transgênicas, ou que os vegetais transgênicos comercializados hoje, basicamente, só são capazes de resistir aos venenos aplicados em lavouras.

Talvez, por a maioria ter ligado os transgênicos aos alimentos e às plantações, o meio ambiente foi um assunto “bem cotado”. Houve muitas considerações acerca disso, pois muitos se preocuparam com contaminação de genes transgênicos na natureza ou por qualquer outra forma de contágio. Muitas respostas estavam na linha de pensamento dos opositores aos transgênicos, que falam sobre o “esforço natural” que justificasse as teorias de Darwin (Seleção Natural das espécies), a qual estaria sendo esquecida. Ora se a natureza demorou todo esse tempo para hoje termos tais habitantes nesse planeta da forma que existe, seria perigoso alterá-los e provocar mortes sucessivas destes organismos adaptados pela natureza (acreditando que os organismos selvagens estariam em desvantagem na competição com os transgênicos).

Seguindo esse pensamento, o de tornar a competição entre os seres de mesma espécie mais “desleal”, não houve nenhuma resposta questionando “o autoritarismo humano” de manipular a criação de novos seres, pois com a criação dos transgênicos o homem passa a produzir algo novo, nunca “visto pela natureza”, ou seja, o homem passa de criatura para criador, impondo uma imagem de perfeição. Segundo o pensamento ocidental cristão, o homem se colocaria no mesmo “nível” de Deus.

Mesmo diante de uma amostra “viciada”, é possível falar sobre esse pensamento porque se ouve muito as organizações religiosas se manifestarem contra a clonagem, (no

estudo da biologia esse é um processo comum que ocorre com muitos seres, seja para a reprodução, seja a nível celular para o crescimento) pois estariam sendo criados indivíduos (tarefa atribuída a Deus). Nada se fala sobre os transgênicos, que é a criação de um novo indivíduo relativamente diferente do seu antecessor (houve criação de um novo ser, com características a mais que seu antecessor).

Outra observação de bastante relevância é que a maioria das respostas apontava para a questão econômica. Quase a totalidade dos respondentes considera que o aspecto econômico é o principal motivador do desenvolvimento da tecnologia dos transgênicos e que os maiores benefícios não iriam nem para a “humanidade” em si, mas iria para os investidores, principalmente da agroindústria. Os produtores passariam a ter lavouras mais estáveis em relação ao clima, aumentaria a resistência em relação a algumas pragas e diminuiria o uso de agrotóxicos, o que traria uma redução nos custos de produção. As grandes empresas detentoras dessa tecnologia podem lucrar muito mais, uma vez que o produtor percebe que é mais seguro e vantajoso para ele usar tais organismos geneticamente modificados.

Encerrando a análise das questões discursivas, é possível dizer que somente um questionário foi respondido dentro de um “nível adequado”. Nele foram apresentados conhecimentos corretos acerca do assunto e ainda foram mencionadas críticas ao assunto com total coerência e relevância. Esse nível de conhecimento seria o ideal que a maioria da população pudesse alcançar para poder discutir sobre o assunto sem a influência de alguns dogmas acerca dos transgênicos, bem como livre dos viés da mídia.

4.2 - Análise das questões objetivas

A segunda parte do questionário é composta por 16 perguntas objetivas e estas serão analisado separadamente, de forma gráfica (Anexo 3), para melhor visualizar os resultados obtidos.

Analisando as perguntas e respostas dessa parte do questionário, é possível perceber alguns aspectos semelhantes com os descritos acima, como por exemplo, o gráfico 13, que mostra a totalidade das pessoas (100%) respondendo positivamente a questão se os transgênicos podem interferir na economia do país. Mas há outros aspectos que podem ser somente percebidos nessa parte do questionário e que poderá proporcionar um maior entendimento da polêmica acerca dos transgênicos.

O primeiro “motivo” que pode confirmar a polêmica está mostrado no gráfico 1, onde 71,43% das pessoas acham não ter informações suficientes sobre os transgênicos, deixando claro que se as pessoas não conhecem bem “o produto”, elas não poderiam decidir sobre a sua defesa ou oposição? É fato que as informações veiculadas nos grandes meios de divulgação (a mídia) são, muitas vezes, bastantes parciais, principalmente porque as empresas detentoras da tecnologia do transgênicos “patrocinam” tais informações divulgadas, mostrando os aspectos benéficos, que podem estar até exagerados. É o que podemos perceber ao analisar o gráfico 15, que mostra cerca de 64,29% das pessoas se declarando influenciadas pela mídia, sendo que 14,29% acham que sua opinião é muito influenciada por esse meio. Ora se o nível de influencia desse meio é grande, as informações sobre o assunto deveriam ser mais esclarecedoras, não com caráter propagandistas. Se somente 35,71% se declaram não influenciados, é fácil concluir que a mídia é um canal de informação de grande relevância para formação de opiniões e conhecimentos.

Sendo assim, o resultado observado no gráfico 12 já era esperado, pois se as pessoas declaram-se não conhecedoras do assunto, não poderiam decidir sobre o consumo ou não dos produtos transgênicos em suas casas. Por outro lado, o gráfico 9 mostra que 57,14% dos respondentes admite já perceber a atuação dessa tecnologia no presente. O conhecimento da população sobre o que são os transgênicos é limitado e sofre a influência da mídia, já que a maior parte ligou os transgênicos diretamente aos alimentos, plantações e sementes. Isso também é confirmado se analisar o gráfico 16, onde é dito que o principal meio do qual recebem informações sobre o assunto é a mídia escrita e televisiva. Concluindo esse pensamento observa-se nos gráficos 10 e 11 um certo paradoxo, pois a maioria das pessoas expressou saber o que é um OGM, mas a maioria respondeu também que OGM e transgênico são sinônimos. Sabendo que essa afirmação é errada, pois nem todo OGM é transgênico, vemos que a mídia, apontada como principal meio de informação, não esclarece muito bem a questão dos transgênicos.

Resumindo a análise destas cinco últimas questões citadas acima, a falta de informação adequada à população é um grande problema, uma vez que é mostrado que essa nova tecnologia é “revolucionária”, e que poderá causar grandes mudanças em diversas áreas, como na medicina. A sociedade fica receosa em face dessas mudanças, mostrando uma certa desconfiança em relação ao otimismo difundido e à exacerbação dos possíveis benefícios. Além disso, os produtos providos de gênero transgênico não informam sobre sua serventia, defendendo seu uso sob alegação de que esses produtos só trazem benefícios. Então para que omitir a aplicação do processo de transgenia?

Em relação aos gráficos 5, 6 e 7. Embora a construção do raciocínio tenha sido em cima da falta de informação, 50% das pessoas responderam que sabem se consomem transgênicos. Isso pode ser explicado por um consenso geral que tamanha foi a invasão de

alguns produtos, principalmente a soja, que em pelo menos algum de seus derivados como o leite de soja, tem grande probabilidade de ter sido feita pelo seu transgênico. Já a questão sobre a existência de outro produto transgênico, que não seja alimento teve 78,57% de respostas “NÃO”, provavelmente porque poucas pessoas sabem que os transgênicos podem ser aplicados em várias outras áreas diferentes da de alimentação. Outra contradição foi a maioria ter dito que consumiria um transgênico, que pode ser explicado pelo fato desses produtos estarem inseridos no mercado sem o conhecimento dos consumidores, logo já há o consumo, e a possível “desistência” sobre a resistência aos transgênicos que estão, cada vez mais, sendo tratados como “naturais”.

O reconhecimento da importância dessa tecnologia é demonstrado na leitura do gráfico 3, mostrando que os transgênicos são “vistos” realmente como um avanço e que precisam continuar sendo pesquisados, até mesmo para que se continue aperfeiçoando a técnica a fim de que torne-a mais eficiente e segura. Assim, é possível deduzir o motivo pelo qual o gráfico 4 teve tal resultado: se as pessoas ainda não confiam na técnica de transgenia, é porque acham que é cedo para dizer que se pode confiar nos transgênicos. Isso é o que podemos perceber no gráfico 14, confirmando a necessidade, visto a opinião das pessoas, de continuar testando/pesquisando os transgênicos.

Além da necessidade de pesquisa, o questionário mostrou que há insatisfação com a legislação atual, pois 71,43% acharam que a Lei de Biossegurança é insuficiente, não atende as necessidades da sociedade, sem esquecer que 25% não soube opinar, ou seja, não tinham conhecimento da lei (logo se percebe que para essas pessoas não atendeu devido a sua pouca divulgação) ou por não terem opinião formada acerca do tema (transgênicos) em geral.

Outra observação de relevância em relação à legislação, é que 96,43% das pessoas questionadas acham que seus direitos são lesados quando não há rotulação esclarecendo se o produto é transgênico, como por exemplo, a Garoto que tem todos seus bombons e chocolates feitos de transgênicos (segundo Guia do Consumidor – Lista de Produtos com ou sem Transgênicos – Greenpeace) e não rotula seus produtos. Embora haja a Lei de Biossegurança, art. 40, que regulamenta a rotulação desses produtos, muitas empresas não fazem a rotulação devida, mesmo porque, segundo a enquête do site do Greenpeace, acessado em 04 de dezembro de 2005, 69,59% das pessoas disseram que não consumiriam um produto que estivesse rotulado como transgênico. Hoje somente o estado do Paraná tem leis estaduais mais rigorosas sobre a rotulagem

A amostra é constituída de respondentes com razoável nível de informação, pois foi realizado com pessoas escolarizadas e em uma instituição de ensino de referência. Mesmo assim percebe-se que ainda há falta de informação sobre a realidade dos transgênicos, sendo necessária uma política de divulgação sobre o que é realmente verdade acerca do assunto, respeitar a legislação vigente rotulando todos os produtos transgênicos, e assim proporcionando a toda sociedade uma real capacidade de crítica.

Capítulo 5

Considerações.

Esse capítulo é dedicado a considerações pessoais acerca do tema abordado, compreendendo desde a origem dos transgênicos a sua polêmica atual.

O primeiro assunto relevante é o surgimento de tal tecnologia. Foi durante um encontro, no Havaí, onde alguns cientistas começaram a “ter idéias” sobre a possível transferência de genes de espécies diferentes. A partir daí o estudo começou a ser aprofundado e resultou na “descoberta” da tecnologia do ADN recombinante, amplamente conhecida como Engenharia Genética.

Sendo assim, mais uma vez uma grande descoberta começou de assuntos ‘ditos banais’, assim com as experiências de Mendel com suas ervilhas, que foram estudadas pelo seu prazer em cultivá-las. Essa nova descoberta prometia muitos benefícios à humanidade, coisas grandiosas que encheram de esperança todo o planeta. Mas como a ambição da humanidade é mais forte que “seus ideais”, mais uma vez a questão econômica prevaleceu à necessidade de cura ou à busca por uma maior qualidade de vida. Todo esses avanços parecem agora ser consequência de investimentos ambiciosos.

Assim, foi iniciada a briga pelas patentes de organismos transgênicos, por sementes modificadas e por tudo que foi provido por essa nova tecnologia e que prometia altos lucros. Essa questão chegou para os brasileiros por volta do segundo semestre de 1998, quando houve a primeira tentativa de plantio de soja transgênica no Brasil. A partir desse momento o país viveu um período de “disputa” pela liberação da comercialização dos OGM’s, o que só terminou com a aprovação da Lei nº 11.105 em março de 2005, lei essa que causou muita discussão pelo fato de desconfiarem da influencia da empresa Monsanto.

De fato, a ausência dessa empresa no cenário não mudaria muito os acontecimentos relacionados à lei, uma vez que o país já precisava regularizar questões como a das células-tronco embrionárias.

Portanto, deveria haver uma lei regularizando a plantação, o uso e as pesquisas desses organismos. O Brasil precisa avançar nessas tecnologias e começar a ter mais reconhecimento pela sua produção científica, como foi o caso do mapeamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença do amarelinho em cítricos. Hoje no Brasil, existem vários laboratórios de pesquisas que têm trabalhos na área da genética, como é o caso da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Fundação Oswaldo Cruz.

Para continuar no rumo de novas descobertas e no contínuo uso desses novos artefatos biotecnológicos para o tratamento de novas doenças (na melhoria genética de plantas, na produção de medicamentos através de animais transgênicos ou em longo prazo, inserção de ADN em seres humanos para curar doenças genéticas) deve-se passar obrigatoriamente pelo consenso da população que fatalmente receberá essa tecnologia. Talvez com uma maior explicação acerca do assunto, grande parte dos impedimentos seriam diminuídos. A população aceitando usá-los, as empresas investiriam mais, havendo maior segurança, qualidade e até maior consumo desses produtos.

Analisando os resultados dos questionários distribuídos fica mais clara essa afirmação, uma vez que a conclusão foi de que as pessoas não tinham conhecimentos suficientes sobre o assunto, não podiam assim opinar com coerência. O que deve ser levado em conta também é que as próprias empresas que usam os transgênicos colaboram para que haja essa desconfiança, pois ao tentarem esconder que os utilizam em seus produtos, causam grande desconforto com seus consumidores e os fazem temerosos. Até porque,

julga-se que não há problemas no consumo de produtos geneticamente modificados. Então porque esconder essa característica?

Outro aspecto de relevância é a análise de tiras publicadas em jornais de grande circulação. Como visto no primeiro capítulo elas expressam uma opinião distorcida da realidade sobre os transgênicos, muitas vezes tratam-no como aberração ou formas de “Frankenstein”. Assim podemos ver nas tiras abaixo (Figura 1 e 2)



Figura 1 - Laerte - <http://www2.uol.com.br/laerte/tiras/> acessado em 02 de novembro de 2005.



Figura2-Greenpeace
<http://www.greenpeace.com.br/biblioteca/screen.php?PHPSESSID=c4a2b2646dab9814dae3c44215f6862d> acessado em 06 de dezembro de 2005

O que é de bastante relevância também é o fato de já existir regularização da rotulagem dos produtos transgênicos e muitas empresas desrespeitarem essa decisão. Hoje o Greenpeace e o Idec estão em parceria fazendo várias denúncias das empresas que estão

utilizando transgênicos nos seus produtos, é o caso mais recente dos produtores do óleo de cozinha Soya e Liza, os mais vendidos no mercado nacional (segundo informações do Greenpeace).

Não se deve tratar o assunto com tamanha indiferença, pois se sabe que essa nova tecnologia é muito importante para toda humanidade, visto suas projeções e promessas. Atualmente, da forma que essas tecnologias estão sendo mostradas, está parecendo que "monstros mutantes" surgirão num futuro próximo e que a qualidade de vida humana só tende a cair com o emprego da mesma.

Porém, é claro que não se deve aceitar toda e qualquer novidade sem antes ter toda certeza de sua segurança, não seria racional aceitar tudo que viesse de novas experimentações. O que deve ser feito é a exigência de testes eficazes e de resultados publicados, ou seja, que todos ou pelo menos a maioria possa ter esclarecimento sobre os resultados.

Há alguns estudos que comprovam um “lado maléfico” dos produtos transgênicos, segundo um texto do livro "Biossegurança uma abordagem multidisciplinar", existem indícios que OGM's provocariam reações alérgicas pelo fato de expressar proteínas de outros seres. De fato isso seria um risco, mas analisando bem o que é informado, percebe-se que a solução para tal problema seria a rotulagem específica dos produtos, informando qual proteína diferente é expressa no organismo que deu origem àquele produto. Por exemplo, o consumidor alérgico à camarão poderá verificar se um fictício produto transgênico contém alguma proteína expressa em camarão (se o alimento tem ou não ADN de camarão), podendo assim escolher se pode consumi-lo ou não. Ora, se a pessoa é alérgica à determinada proteína que contém o camarão, ela deve evitá-lo, assim como evitaria um

produto de origem transgênica que recebeu o gene codificante daquela proteína do camarão.

Os transgênicos são realmente promissores para a humanidade, por isso não seria de forma alguma cabível a tentativa de interromper seus estudos. Não é pelo motivo de haver algumas implicações negativas nessa nova tecnologia que se deve parar de acreditar nela. É necessário incentivar seus estudos e aplicações para que se tornem cada vez mais seguras e com melhores resultados. Aliás, assim foi com Alexander Fleming, que persistiu em seus estudos e conseguiu descobrir um novo e importantíssimo antibiótico. Se não fosse sua persistência, talvez hoje, estaríamos sentindo a necessidade de uma droga como esta, para o combate a bactérias.

Conclusão

Transgênicos: da origem à Polêmica

Concluindo o trabalho percebe-se que realmente as pessoas não detêm o conhecimento necessário para opinar pela preferência ou não dos transgênicos, uma vez não os conhecendo não são capazes de decidir. O necessário seria fazer uma maior fiscalização dos produtos, a fim de punir as empresas que não estejam rotulando-os adequadamente e, por parte da sociedade do mundo inteiro, promover um maior esclarecimento acerca desses assuntos tão importantes para o futuro de todo o mundo.

A real polêmica que circunda os transgênicos está exatamente no fato de não haver informações suficientes à população e o “medo” da falta de confiança que a comunidade científica, como um todo, tem dos transgênicos. Muitas vezes apontam possíveis problemas que poderão ser gerados em longo prazo, principalmente tratando-se de meio ambiente. Soma-se a isto, o fato de que muitas empresas estejam lucrando com essa tecnologia e que podem estar incentivando o consumo mais expressivo, sem maiores pesquisas, entre a população, assim gerando maior desconfiança.

Novamente, é portanto necessário maior investimento, principalmente por parte do Governo, no incentivo a pesquisas nesta área para que se possam produzir organismos geneticamente modificados que atendam aos reais interesses da população, livres das amarras capitalistas. Igualmente necessário é o incentivo à publicação de materiais informativos para serem veiculados nas escolas, clubes e locais de eventos sociais, livres da pressão da mídia propagandista.

Referências bibliográficas

CARVALHO, Marinilda. Nem todos festejam a nova lei de biossegurança. **Radis: comunicação em saúde**, Rio de Janeiro, n.32, p.12-13, abr.2005.

COSTA, Maria de Fátima Barrozo da; COSTA, Marco Antonio F. da (Org). **Biossegurança de OGM: saúde humana e ambiental**. Rio de Janeiro: Papel&Virtual, 2003. 163 p.

EMERICK, Maria Celeste; VALLE, Silvio; COSTA, Marco Antonio F. da (Coord.). **Gestão Biotecnológica: alguns tópicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 1999. 136 p.

FONTES, Eliana G.; SANTOS, Isabel K. de Miranda; GAMA, Maria I. C. A Biossegurança de plantas cultivadas transgênicas. In: TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvio (Org). **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 1996. cap.18, p.313-327.

GÖRGEN, Sergio Antônio (Org.) **Riscos dos transgênicos**. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 2000. 92 p. (Coleção biodiversidade & transgênicos).

GRUPO DE CIÊNCIA INDEPENDENTE. Não há futuro para os cultivos transgênicos. In: _____. **Em defesa de um mundo sustentável: sem transgênicos**. São Paulo: Expressão Popular, 2004. parte 1, p.30-46.

_____. Os perigos do transgene. In: _____. **Em defesa de um mundo sustentável: sem transgênicos**. São Paulo: Expressão Popular, 2004. parte 2, cap.5, p.63-65.

_____. Testes de segurança dos alimentos transgênicos. In: _____. **Em defesa de um mundo sustentável: sem transgênicos**. São Paulo: Expressão Popular, 2004. parte 2, cap.4, p.57-61.

_____. Os cultivos terminator propagam a esterilidade masculina. In: _____. **Em defesa de um mundo sustentável: sem transgênicos**. São Paulo: Expressão Popular, 2004. parte 2, cap.6, p.67-69.

LEITE, Marcelo. **Os alimentos transgênicos**. São Paulo: Publifolha, 2000. 96p. (Folha Explica).

NELSON, David L; COX, Michael M. Tecnologia do DNA recombinante. In: _____. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3 ed. rev. atual. São Paulo: Sarvier, 2002. cap.29, p.880-907.

VALLE, Silvio; TELLES, José Luiz (Org.). **Bioética & Biorrisco: abordagem transdisciplinar**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 417 p.

WEID, Jean Marc Von der. A OMS “abençoa” os transgênicos? **Radis**: comunicação em saúde, Rio de Janeiro, n.36, p.19, ago.2005.