

# **Os Organismos Geneticamente Modificados e a Dinâmica Institucional, Organizacional e Tecnológica no Brasil**

Autoria: Cleber Carvalho de Castro, Orlando Martinelli Júnior

## **Resumo**

O desenvolvimento da tecnologia de manipulação do DNA e a produção de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) têm gerado importante polêmica, especialmente no caso de suas aplicações na agricultura brasileira. Neste sentido, o presente estudo objetiva caracterizar e analisar o contexto atual das dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica nas quais os OGMs se inserem. Para tanto, foram utilizados dados de fontes secundárias, principalmente relacionados com a ação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança e de Organizações Não-Governamentais. Observa-se que o país ainda está longe de um consenso sobre a questão, o que no plano institucional gera incerteza sobre os rumos da tecnologia, afetando as decisões de investimentos dos agentes econômicos. Percebe-se que há uma complexa rede de impactos mútuos entre as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica relacionados aos OGMs no Brasil.

## **1. Introdução**

O estágio atual de desenvolvimento científico, alcançado pelos mais diversos países ao redor do mundo, influencia e é influenciado pelos arranjos econômico-sociais, expressos através dos ambientes tecnológico, organizacional e institucional.

Nos últimos anos, observa-se que o desenvolvimento da tecnologia de manipulação do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e a criação dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) têm gerado muita polêmica entre cientistas, políticos, organizações não-governamentais e consumidores em geral. Os aspectos mais controversos nas discussões sobre a tecnologia dos OGMs estão relacionados à segurança alimentar, ao meio ambiente e, por vezes, à ética. Com a ampliação do debate em torno destes temas, percebe-se que vão se processando importantes mudanças nas organizações e instituições brasileiras, que podem, inclusive, mudar os rumos da aplicação desta tecnologia.

Neste sentido, o presente estudo objetiva caracterizar e analisar o contexto atual das dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica nas quais os OGMs se inserem.

Este estudo se justifica tendo em vista o caráter inovador e polêmico deste tipo de tecnologia para a vida humana e sua capacidade de ser instrumento de aumento de poder por parte de determinados agentes econômicos. Assim, entendendo-se os impactos mútuos entre os OGMs e sua dinâmica, abre-se um caminho analítico mais contextualizado com os interesses amplos da sociedade.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na próxima seção serão abordados os aspectos fundamentais da base conceitual, na seção 3 descreve-se o método aplicado no estudo, na seção 4 apresenta-se os resultados do estudo e, na última seção, conclui-se evidenciando os aspectos fundamentais das dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica relacionadas aos OGMs.

## **2. Fundamentos Conceituais**

Nesta breve discussão teórica, busca-se abordar determinadas partes do corpo da Teoria da Organização Industrial que privilegiam o papel desempenhado no mercado pela dinâmica institucional, tecnológica e organizacional, que são apresentadas a seguir.

### **2.1 A Dinâmica Institucional**

A dinâmica institucional, expressa como ambiente institucional, é o conjunto fundamental de regras legais, econômicas e políticas que estabelecem a base para a produção, troca e distribuição (Davis e North, 1971). Para Farina (2000), o ambiente institucional é composto pelo sistema legal, tradições e costumes, sistema político, regulamentações, política macroeconômica e políticas setoriais governamentais. Estes aspectos também podem ser chamados de instituições, que são as regras da sociedade ou das organizações que facilitam a coordenação entre as pessoas, ajudando formar as expectativas que cada pessoa pode guardar no tratamento com as demais (Ruttan e Hayami *apud* Bromley, 1989).

Os termos instituição e ambiente institucional aparecem na literatura com diferentes significados. Algumas vezes o termo instituição aparece como fazendo parte do ambiente institucional mais geral, outras vezes como sinônimo de organização ou unidade econômica. Neste estudo, as instituições devem ser entendidas como as regras do jogo, pertencentes à dinâmica ou ambiente institucional.

De acordo com Farina, Azevedo e Saes (1997), o ambiente institucional pode se alterar ao longo do tempo. Se, por exemplo, houver uma mudança na definição dos direitos de propriedade, isto poderá alterar o conjunto de leis que regula o estabelecimento de um contrato. Para os autores, a corrente analítica do ambiente institucional vem trilhando dois caminhos: a investigação dos efeitos de uma mudança no ambiente institucional sobre o resultado econômico e a teorização sobre a criação de instituições.

Bromley (1989) classifica as instituições em dois grupos: convenções e regras. Para o autor, as convenções são particularmente relevantes para situações de coordenação e representa a regularidade no comportamento humano que proporciona ordem e previsibilidade nas relações humanas. As instituições, definidas como regras, são o conjunto de relações ordenadas entre pessoas, na qual são definidos seus direitos, os direitos dos outros, privilégios e responsabilidades. Estas regras de funcionamento podem estar em consonância com as do resto do mundo e/ou com a natureza interna das organizações.

O aspecto fundamental do processo de institucionalização é a emergência de ordenamento, estabilidade, socialização e padrões de interação sem instabilidade, conforme afirma Selznick (1996). Assim, o institucionalismo limita a conduta dos agentes, através da ordem normativa, o que pode levar estes agentes a se tornarem reféns de sua própria história.

Numa comparação entre o novo e o velho institucionalismo, Selznick (1996) afirma que a velha Teoria Institucional está profundamente interessada na vitalidade e coerência das instituições e o novo institucionalismo, tem em sua agenda uma preocupação em explorar o contexto com suas variações e os problemas genuínos da vida institucional.

### **2.2 A Dinâmica Organizacional**

A dinâmica organizacional é composta pelas organizações e suas estratégias. Neste caso, há uma diferença importante em relação ao conceito de ambiente organizacional definido por Farina (2000). Para Farina, os principais componentes do ambiente organizacional são: organizações corporativistas, *bureaus* públicos e privados, sindicatos, instituições de pesquisa e as políticas setoriais privadas. No caso da dinâmica organizacional, busca-se privilegiar, além dos aspectos do ambiente organizacional, as estratégias de cada uma das organizações, sejam elas

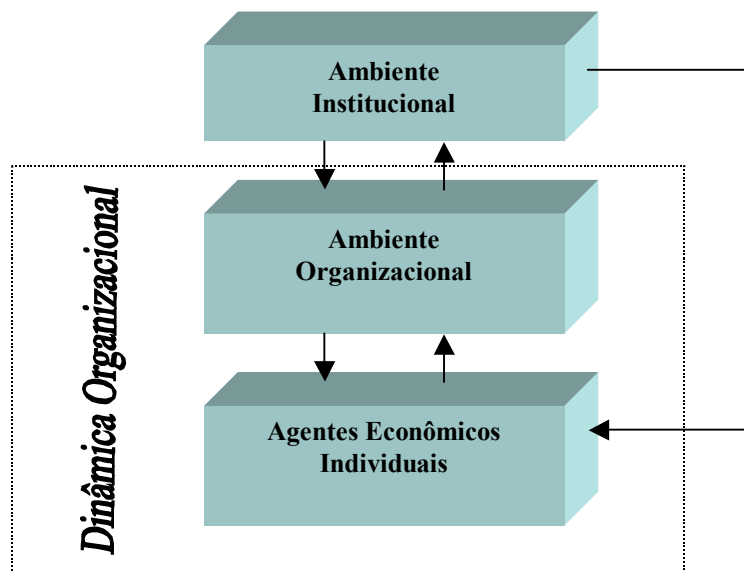
empresas privadas ou públicas, institutos de pesquisa, organizações não-governamentais ou qualquer outro agente individual relevante para o objeto de estudo.

A principal função das organizações é a liderança do monitoramento do processo de institucionalização. Segundo Selznick (1996), as grandes organizações são mais bem entendidas como uma coalização governada por múltiplas racionalidades e autoridade negociada. Desta forma, há a necessidade de se entender as múltiplas e limitadas racionalidades.

Segundo Nicolau (1994), as organizações são criadas mediante a ação deliberada do homem, com a finalidade de execução de tarefas específicas, tendo como pano de fundo a ordem natural e institucional de mercado. Exemplos de organizações são: burocracias estatais, partidos políticos, universidades e grandes empresas. Estas organizações têm limites de atuação e buscam deter o controle através do consentimento, legitimidade da autoridade e da profissionalização.

As organizações são importantes para o fortalecimento de novas formas de coordenação econômica alternativas ao mercado. Para North (1990), as organizações se diferem das instituições por se tratar dos *jogadores*, enquanto as instituições se referem às *regras do jogo*.

Conforme sugere a figura 1, o ambiente organizacional molda e é moldado pelo ambiente institucional e, assim, proporcionando impactos recíprocos nos agentes econômicos individuais.



**Figura 1:** Relações entre os ambientes institucional e organizacional e os agentes econômicos

**Fonte:** Elaborado pelos autores (inspirado em Williamson, 1996)

A figura 1 se difere da original de Williamson (1996) por incluir o ambiente organizacional no lugar da estrutura de governança e assinalar a idéia de dinâmica organizacional através da combinação do ambiente organizacional com a ação dos agentes individuais. Estas adaptações do modelo original de Williamson foram feitas para atender de forma mais apropriada aos objetivos do presente estudo. Contudo a explicação é similar. Segundo Williamson, o ambiente institucional define as regras do jogo. Se as mudanças em direito de propriedade, leis contratuais, normas e costumes, induzem mudanças nos custos comparativos de governança (estabelecidos no ambiente organizacional), então há implicação na reconfiguração da organização econômica (agentes econômicos).

### 2.3 A Dinâmica Tecnológica

A dinâmica tecnológica se associa às possibilidades e/ou opções técnico-econômicas e comerciais que poderão, eventualmente, ser utilizadas de diferentes formas pelos agentes econômicos individuais. Neste sentido, o conceito se aproxima da idéia de ambiente tecnológico que, segundo Farina, Azevedo e Saes (1997), é composto pelo paradigma tecnológico vigente e pela fase da trajetória tecnológica.

Embora existam regras às quais os pesquisadores aderem em um determinado tempo, estas regras não podem, por si mesmas, especificar toda a extensão da prática que esses especialistas têm em comum. Surge daí então a importância do conceito de paradigma compartilhado que, segundo Kuhn (1970), é alternativo à idéia de regras, pressupostos e pontos de vista compartilhados. Para o autor, as regras derivam de paradigmas e os paradigmas podem dirigir a pesquisa mesmo na ausência de regras.

Para Ribault, Martinet e Lebidois (1995), somente a inovação é capaz de ligar a tecnologia à competitividade. O processo que ocorre dentro da empresa consiste em dominar as tecnologias para apoiar a capacidade de inovar e na sequência realizar a inovação para construir a competitividade, através da sua aplicação às necessidades de mercado.

Conforme Freeman (1982), uma empresa pode assumir diferentes posturas estratégicas com relação à tecnologia, quais sejam: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista. Uma empresa pode adotar mais de uma postura, de acordo com o segmento de mercado em que atua, ou até mesmo com as diferentes linhas de produtos que possui. A tecnologia, para ser considerada um recurso estratégico, deve ser difícil de ser substituída, deve agregar valor percebido pelos compradores e ter difícil mobilidade.

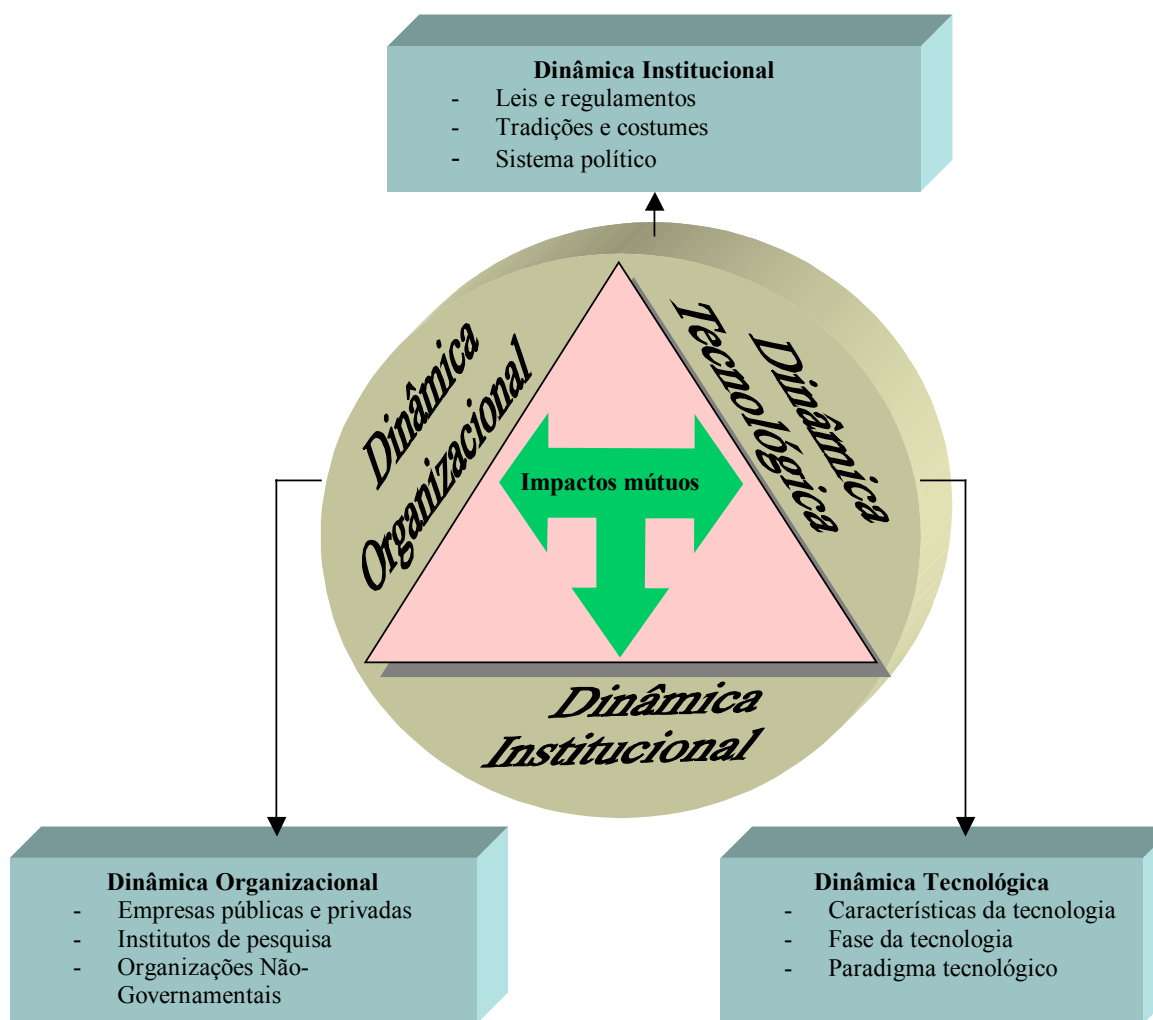
Schumpeter (1961) considerou as inovações como um desvio do comportamento rotineiro e, portanto, perturbadora de um suposto equilíbrio. Assim, o desenvolvimento entre um ponto de equilíbrio e outro estaria baseado na inovação tecnológica e seria a origem do lucro, quebrando a concorrência perfeita. Os mecanismos gerados por esta estrutura dinâmica da inovação suportam e direcionam a formação de trajetórias tecnológicas, conforme afirma Dosi (1988).

Para Porter (1989), um forte impulso à inovação deriva da ruptura (parcial ou total) de paradigmas tecnológicos vigentes, motivados por mudanças ambientais bruscas, como o estabelecimento de um novo padrão de concorrência ou de consumo, o que implica a formação de novas trajetórias com características e dimensões completamente novas.

Estes aspectos são bastante aderentes aos princípios básicos dos teóricos evolucionários, que tratam do processo de busca, seleção e adoção de inovações em produtos e processos que são submetidos à seleção inerente do mercado. Segundo Heertje (1977), as inovações tecnológicas surgem como forma de gerar assimetria de mercado e o progresso técnico passa a ser observado como uma variável endógena ao desenvolvimento econômico.

Assim, ao enfocar a questão da seleção de formas organizacionais mais eficientes, a teoria evolucionária fornece subsídios ao entendimento do processo de coordenação das atividades de um determinado segmento, principalmente quando há maior incerteza no ambiente e a tecnologia passa a ser fator primordial na geração de assimetrias no mercado.

De forma esquemática, pode-se resumir a interação entre as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica, relacionadas aos OGMs, através da figura 2.



**Figura 2:** Os impactos mútuos entre as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica

**Fonte:** Elaborado pelos autores

De acordo com a figura 2, as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica se influenciam mutuamente, gerando impactos complexos em cada uma delas. A articulação e aplicação destes conceitos para o caso dos OGMs no Brasil podem ser observados na seção 4. A seguir apresenta-se o método e os procedimentos utilizados no desenvolvimento deste estudo.

### 3 Método e Procedimentos

O presente estudo foi desenvolvido em três etapas fundamentais: leitura exploratória, definição prévia da estrutura de análise e análise aprofundada da literatura e de dados secundários, conforme descrito abaixo:

- a) Leitura exploratória: avaliação da literatura existente sobre organização industrial, principalmente aspectos relacionados à Nova Economia Institucional, e sobre os OGMs;
- b) Definição da estrutura de análise: seleção dos fatores mais importantes para a análise aprofundada;
- c) Análise aprofundada da literatura e de dados secundários: nesta fase buscou-se compreender as relações existentes entre as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica, nas quais os OGMs se inserem. Além de artigos científicos e livros sobre estes assuntos, privilegiou-se a análise da ação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e de Organizações Não-Governamentais (ONGs). Esta análise contribuiu para uma melhor definição da estrutura de análise;

A seguir passa-se à análise da dinâmica institucional, organizacional e tecnológica relacionada aos OGMs, destacando-se os impactos mútuos existentes.

## 4 Resultados

### 4.1 Os OGMs e a Dinâmica Institucional

Nesta seção buscar-se-á analisar os impactos mútuos existentes entre o ambiente institucional e os OGMs. Os principais componentes analisados são: sistema legal, regulamentações, religião, ética, sistema político e tradições e costumes. Os impactos mútuos são percebidos na medida em que a aplicação da tecnologia dos OGMs influencia a dinâmica organizacional e institucional e estas influenciam os rumos da tecnologia.

Em 1993, a OECD formulou o conceito de equivalência substancial como um guia para a avaliação dos alimentos geneticamente modificados. Posteriormente foram feitas diversas atualizações e modificações nestes parâmetros.

Kuiper *et al.* (2001) apresentam uma vasta lista de estudos de toxicidade de proteínas expressas em OGMs comercializados dentre outros estudos. Os principais produtos analisados foram: canola, milho e soja. Os autores concluíram que a avaliação da segurança dos OGMs poderia ser feita caso a caso, comparando as propriedades do novo alimento com o convencional. Para os autores, a aplicação do conceito de equivalência substancial necessita de elaborações futuras e harmonização internacional no que diz respeito à seleção de parâmetros críticos, requisitos para julgamentos de campo, análises estatística de dados e interpretação dos dados no contexto das variações naturais.

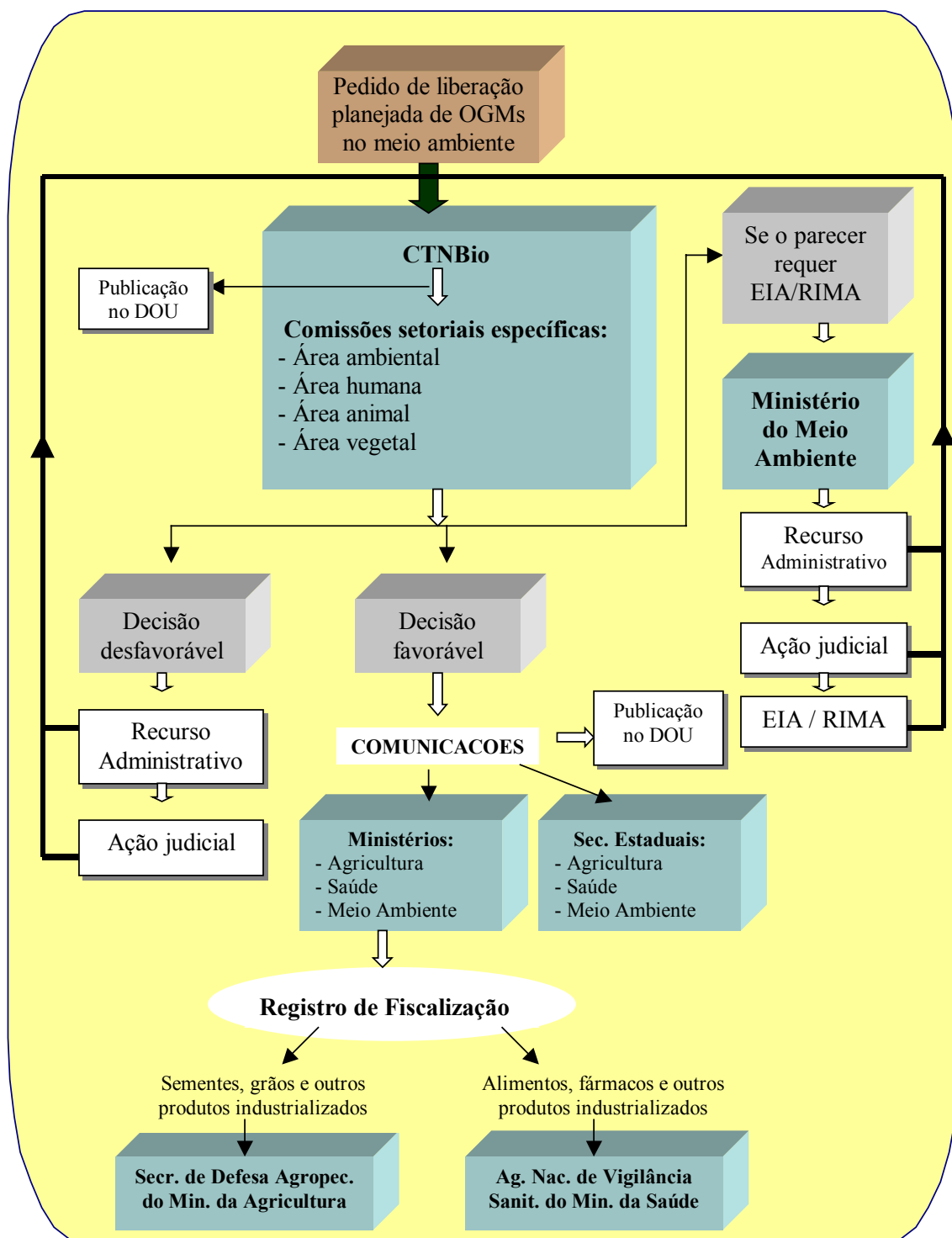
Há ainda a necessidade de melhoria dos métodos de avaliação, usando modelos *in vivo* e *in vitro* e poderia focar na caracterização simultânea dos riscos toxicológicos inerentes e os benefícios nutricionais, o que requereria uma abordagem multidisciplinar, incorporando a biologia molecular, toxicologia, nutrição e genética (Kuiper *et al.*, 2001). No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biosegurança (CTNBio), vem tratando de questões relacionadas ao controle de atividades e produtos originados pela tecnologia do DNA recombinante.

Conforme destaca Salles Filho e Mello (1994, p. 664), “à medida que são definidas as regras para pesquisa, realização de testes de campo e liberação de produtos oriundos da biotecnologia, vai sendo, concomitantemente, delimitado o espaço de atuação de pesquisadores e investidores”.

De acordo com a instrução normativa nº 3, existe uma série de questões que devem ser respondidas para que a CTNBio possa dar seu parecer. As respostas precisam estar pautadas em dados e referências bibliográficas apropriadas, assim como em experiências anteriores conduzidas no Brasil e exterior. As informações requeridas vão desde o tipo de organismo a ser

liberado, origem do DNA inserido, e mapa genético da construção, até questões relacionadas ao habitat e ecologia do organismo e a identificação dos efeitos dos produtos de expressão do gene inserido sobre a saúde humana, animal e meio ambiente (MCT, 1999).

De forma esquemática, os passos para a solicitação de liberação de plantio de OGMs no Brasil podem se observados na figura 3.



**Figura 3:** Caminho percorrido por uma solicitação de plantio de OGM  
**Fonte:** Adaptado de MCT (1999)

Conforme a figura 3, caso a decisão da CTNBio seja desfavorável ou mesmo se exigir um parecer adicional de impactos ambientais (EIA/RIMA), há a possibilidade da parte interessada



recorrer judicialmente da decisão. De qualquer forma, há sempre a necessidade do pedido passar pelas comissões setoriais específicas da CTNBio.

Embora no Brasil o cultivo de plantas transgênicas em nível comercial esteja proibido por parecer judicial, há fortes indícios de que haja o cultivo em diversas partes do país, com sementes importadas ilegalmente, principalmente da Argentina. Apesar desta liminar, o governo brasileiro editou uma medida provisória (MP 113) em março de 2003 autorizando, em caráter extraordinário, a comercialização da safra 2002/2003 da soja geneticamente modificada plantada ilegalmente. Conforme CTNBio (2002), em 2001 já havia um total de 159 liberações para plantio, em caráter experimental, de OGMs no Brasil, ocupando uma área total de 162 ha.

Além dos aspectos legais, a discussão sobre os OGMs envolvem, no campo institucional, a religião e a ética. Segundo Xavier Filho *et al.* (2002), o livro dos Gêneses leva a crer que Deus disse que o homem deve dominar toda a terra, porém o autor questiona se podemos realmente impor nossas vontades ou se foi apenas um poder de guarda pela capacidade de raciocínio que o homem tem. Segundo os autores, no Cristianismo a crença em Deus é mais forte que as concepções científicas. Já os israelitas vêem as descobertas no campo da genética como um meio de fortalecer a crença num Deus único. Para os luteranos a pequena diferença de genes entre as espécies é um sinal para a humildade e fim do racismo. No induísmo o mais importante é a alma e as descobertas no campo da bioquímica humana pouco interfere nela, mas o caso dos clones é visto como seres de alma impura e contra a criação divina.

A ética em geral e a bioética em particular tem se tornado um parâmetro importante para balizar as discussões sobre os OGMs. Segundo Garrafa (1999), em vez de se pautar em proibições, vetos, limitações, normatizações e mandamentos, a bioética atua afirmativa e positivamente, tendo como essência a liberdade com compromisso e responsabilidade. Para o autor, a única saída para o grande conflito que se gerou é a tolerância, já que as pessoas possuem princípios morais diferentes e, portanto, há a impossibilidade de um consenso universal.

É importante considerar que o sistema político também vai se moldando de acordo com as demandas da sociedade. Os partidos políticos e os políticos se situam no meio desta polêmica e, assim, estão longe de chegar a um consenso sobre a necessidade e viabilidade dos OGMs. Uma importante discussão no âmbito político foi o que aconteceu em Brasília em 1999, quando ocorreu um debate sobre biodiversidade e transgênicos. Segundo Silva e Genoíno (1999), o evento visou contribuir com o processo de informação e formação de massa crítica sobre questões relacionadas com a produção e comercialização de OGMs e sobre o acesso aos recursos de biodiversidade dos ecossistemas brasileiros.

Com a divulgação da discussão sobre os OGMs, através dos meios de comunicação em massa, o grande público vai aos poucos tomando ciência da polêmica instaurada e construindo um conhecimento pessoal sobre o assunto. Isto não significa, contudo, que as posições tomadas sejam racionais ou não. O que é possível afirmar é que a posição das pessoas vai sendo formada a partir de suas crenças, valores, expectativas e nível de exposição às informações.

As crenças e valores da população são importantes fatores na determinação dos rumos da tecnologia. Quanto maior a resistência da população em aceitar a tecnologia dos OGMs, mais a comunidade científica e as empresas deverão se esforçar e tomar o cuidado de provar que as consequências do uso da tecnologia não são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Por outro lado, as organizações contrárias aos OGMs deverão expressar suas posições. Estes aspectos fazem parte da dinâmica organizacional, que será analisada a seguir.

## 4.2 Os OGMs e a Dinâmica Organizacional

A dinâmica organizacional relevante relacionada aos OGMs no Brasil pode ser considerada como composta pelas seguintes organizações (com suas diferentes estratégias): Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), universidades, empresas de biotecnologia, Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC), Greenpeace e a rede de Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA).

Em nível internacional, os principais organismos que vem criando parâmetros para a garantia da segurança dos OGMs têm sido, conforme Kuiper *et al.* (2001), a OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*), ILSI (*International Life Sciences Institute*) e a Comissão *Codex Alimentarius*, que é um programa conjunto da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS). Devido aos objetivos deste estudo, foram analisados as organizações de atuação direta no Brasil, o que não significa que não existam relações entre o ambiente internacional e o nacional.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), foi criada com a lei de biossegurança (lei 8974 de janeiro de 1995) para controlar as atividades e produtos originados pela tecnologia do DNA recombinante.

Atualmente a CTNBio é composta por 36 membros (titulares e suplentes), sendo 8 especialistas, de notório saber científico e técnico, divididos entre as áreas humana, animal, vegetal e ambiental; um representante de cada um dos seguintes ministérios – ciência e tecnologia, saúde, meio ambiente, educação, relações exteriores; 2 representantes do ministério da agricultura; um representante do órgão de defesa do consumidor; um representante de associações representativas do setor empresarial de biotecnologia e mais um representante de órgão de saúde do trabalhador.

Segundo MCT (1999, p. 16), “entre as competências da CTNBio está a emissão de parecer técnico sobre qualquer liberação de Organismo Geneticamente Modificado - OGM no ambiente e acompanhar o desenvolvimento e o progresso técnico e científico na biossegurança e áreas afins, objetivando a segurança dos consumidores e da população em geral, com permanente cuidado a proteção do meio ambiente”.

No âmbito das universidades brasileiras existe um vasto corpo técnico, representado por professores pesquisadores com alta titulação capazes de realizarem pesquisas relacionadas aos OGMs. As universidades com maior estrutura física e técnica para a realização de pesquisas são representadas principalmente pelas universidades federais e estaduais. Além das universidades, há também uma grande competência para pesquisas deste nível na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e em diversos institutos estaduais de pesquisa que, da mesma forma, reúnem um importante corpo técnico.

Outro tipo importante de organização ligada à produção de OGMs são as empresas privadas de biotecnologia. As primeiras variedades transgênicas produzidas em escala comercial foram por iniciativa de empresas de biotecnologia. Dentre as empresas de maior destaque nesta área pode-se identificar a empresa Calgene que já em 1994 conseguiu aprovação nos EUA para a comercialização do tomate de maturação lenta denominado de “Flavr-Savr”. A Monsanto também se destaca pelas pesquisas nesta área e principalmente pela grande repercussão gerada pela soja *Round-Up Ready*. Apenas para desenvolver este produto a Monsanto investiu aproximadamente US\$500 milhões. Percebe-se nos últimos anos um intenso processo de fusões e aquisições, com fortes impactos n

Conforme Leite (2000), pode-se perceber uma grande concentração da propriedade intelectual dos OGMs. Nos EUA, por exemplo, dos 56 produtos transgênicos aprovados para plantio comercial, 33 eram de apenas quatro companhias: Monsanto, Aventis, Novartis e DuPont.

Como no Brasil todas estas empresas estão atuando, é de se esperar que produtos desenvolvidos por elas cheguem ao país assim que houver a liberação legal.

Com posição atual contrária à liberação para plantio em escala comercial de produtos transgênicos pode-se destacar o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), o Greenpeace e a rede de Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA).

O IDEC é uma associação de consumidores independente e sem fins lucrativos fundado em 1987. Basicamente o IDEC informa e orienta seus associados sobre seus direitos como consumidores, testa comparativamente produtos e serviços disponíveis no mercado e promove campanhas pela melhoria das relações de consumo no país (IDEC, 2002b).

O Greenpeace é uma entidade sem fins lucrativos fundada em 1971 no Canadá e que logo se espalhou por diversos países ao redor do mundo. Já em 1979 surgiu o Greenpeace Internacional (GPI), sediado em Amsterdã, como uma instância internacional de decisão e supervisão. O GPI é financiado por escritórios nacionais que, por sua vez, são financiados por doações individuais de seus sócios e colaboradores (Greenpeace, 2002). No Brasil, a sede do Greenpeace fica em São Paulo, de onde coordena atividades em diversas partes do país, sendo que os OGMs tem sido um de seus principais alvos de campanha.

A rede AS-PTA “é uma Organização Não Governamental, sem fins lucrativos, dedicada à promoção do desenvolvimento rural sustentado, da agricultura familiar e da agroecologia” (Jornal Por um Brasil Livre de Transgênicos, 2001, p.12). Esta rede atua a partir de projetos locais de desenvolvimento rural em várias regiões do país.

Os motivos do posicionamento contrário aos OGMs podem ser observados através dos principais argumentos sobre os riscos do uso dos transgênicos, divulgados pela Campanha Brasil Livre de Transgênicos que reúne o IDEC, o Greenpeace e a rede AS-PTA, dentre outros organismos (IDEC, 2002a e Syntonia, 2002):

- a) Riscos para a saúde dos consumidores: transgênicos podem aumentar alergias e resistência aos antibióticos. As alergias podem surgir em parcelas significativas da população com a ingestão de substâncias modificadas existente nos alimentos. Alimentos contendo genes que conferem resistência a antibióticos podem provocar transferência desta característica para o organismo humano, podendo levar ao aumento da resistência a antibióticos nos seres humanos que comem esses alimentos.
- b) Riscos para o meio ambiente: com a inserção de genes de resistência a agrotóxicos em certos produtos transgênicos, as pragas e as ervas-daninhas poderão criar resistência e exigir maiores quantidades de veneno nas plantações, o que poderá aumentar os resíduos tóxicos nos alimentos e poluição da água e do solo. Os transgênicos também podem provocar perda da diversidade genética na agricultura, numa tendência de substituir as variedades melhoradas por processos convencionais. Pode haver também a transferência espontânea de genes para plantas silvestres da mesma família. Outro risco é de os transgênicos poderem matar insetos benéficos para a agricultura.
- c) Riscos para a humanidade: Como as sementes transgênicas são patenteadas, corre-se o risco de o agricultor ter que pagar o preço que lhes for imposto pelas empresas de biotecnologia, já que são poucas que dominam o mercado. Corre-se o risco também das empresas desenvolverem a tecnologia *terminator*, que tornam os grãos de uma colheita transgênica estéreis, obrigando o produtor a ter que comprar a semente a cada plantio.

Outros argumentos também são expostos pela Campanha Brasil Livre de Transgênicos, como a não existência de regulamentos técnicos suficientes para a segurança e uso de

transgênicos no Brasil e a existência de outras alternativas mais eficientes e que não implicam nos riscos dos transgênicos.

Assim, o conjunto de organizações que pesquisam (como universidades, institutos, Embrapa e empresas de biotecnologia), regulam (como a CTNBio) ou que fazem campanha contra os transgênicos (como IDEC, Greenpeace e AS-PTA) vão interagindo e influenciando o futuro da tecnologia no país, assim como os contornos da tecnologia vão afetando a atuação destas organizações.

### 4.3 Os OGMs e a Dinâmica Tecnológica

Conforme destacado anteriormente, a dinâmica tecnológica pode ser analisada a partir das características do paradigma tecnológico e da fase da trajetória tecnológica. Assim, nesta seção buscar-se-á compreender a dinâmica tecnológica a partir de uma análise histórica do paradigma da tecnologia dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs).

Os OGMs, mais conhecidos como transgênicos, “são variedades desenvolvidas pela introdução de genes de outras espécies por meio das técnicas de engenharia genética” (Borém e Del Giúdice, 2000, p. 25). Para o *Institute of Food Technologists* (1999), o termo “Geneticamente Modificado” é comumente usado para descrever a aplicação da tecnologia do ácido desoxirribonucleico recombinante (rDNA) para a alteração genética de microorganismos, plantas e animais. Assim, variedades transgênicas de milho, por exemplo, podem ser obtidas por meio da introdução de genes de fungos, bactérias ou mesmo de outras espécies, como o feijão, para melhorar seu valor nutricional ou torna-la mais resistente a pragas (Borém e Del Giúdice, 2000).

A base para o surgimento das modernas técnicas de engenharia genética foi iniciada com os experimentos com ervilha realizados por Gregor Mendel em 1860. Mendel na ocasião descobriu que as características da ervilha estavam sob o controle de dois fatores (mais tarde chamados de genes) provenientes do macho e da fêmea. Este trabalho serviu para elucidar diversas questões relacionadas à genética, hereditariedade e biotecnologia.

Conforme destaca MCT (1999), na década de 1940, quando James Watson descobriu o DNA, iniciou-se o processo de entendimento do código genético. Mas foi a partir da década de 1950 que Watson e Crik começaram a entender como a informação é duplicada e passada de geração a geração.

Para Portugal (2000), a engenharia genética começou na década de 1970 nos Estados Unidos, quando existiam apenas poucos grupos de pesquisas que dominavam esta tecnologia e apenas nove empresas de biotecnologia no país.

No início da década de 1980, os cientistas tornaram-se capazes de transferir partes da informação genética de um organismo para outro, surgindo a moderna biotecnologia ou tecnologia de DNA recombinante ou engenharia genética ou ainda transgênicos. Um outro marco aconteceu em 1982, quando se iniciou a produção de insulina humana para tratamento de diabetes (MCT, 1999).

Em meados da década de 1980, foram obtidas e liberadas no campo as primeiras plantas geneticamente modificadas. Segundo Portugal (2000), até abril de 2000 já haviam sido autorizados mais de 25 mil testes de campo em todo o mundo, sendo a metade nos EUA, Canadá e uma boa parte na Europa. No Brasil, ocorreram liberações de teste a partir de 1996, já que a legislação de biossegurança só foi aprovada em 1995.

Contudo, a efetiva comercialização de OGMs no mundo começou nos anos 1990, com o tomate de maturação lenta, produzido pela empresa Calgene, e com a soja *Round-Up Ready*, resistente ao glifosato, produzido pela Monsanto. De acordo com Portugal (2000), algumas variedades transgênicas de soja, milho e canola têm grande participação na produção dos EUA,

Canadá e Argentina. A soja *Roundup Ready*, por exemplo, é responsável por mais de 75% da produção da Argentina e 54% da produção dos EUA.

No Brasil, o primeiro parecer favorável ao cultivo, em escala comercial, da soja *Roundup Ready* ocorreu em setembro de 1998. Mas, logo em seguida, houve um grande número de recursos e liminares suspendendo o plantio em escala comercial.

É importante destacar que há uma diversidade de técnicas de manipulação genética com fins de melhoramento e que a tecnologia da transgenia é apenas uma delas. Conforme destaca Paterniani (2002), as técnicas de manipulação genética podem ou não empregar a reprodução sexual e podem ser resumidas das seguinte forma:

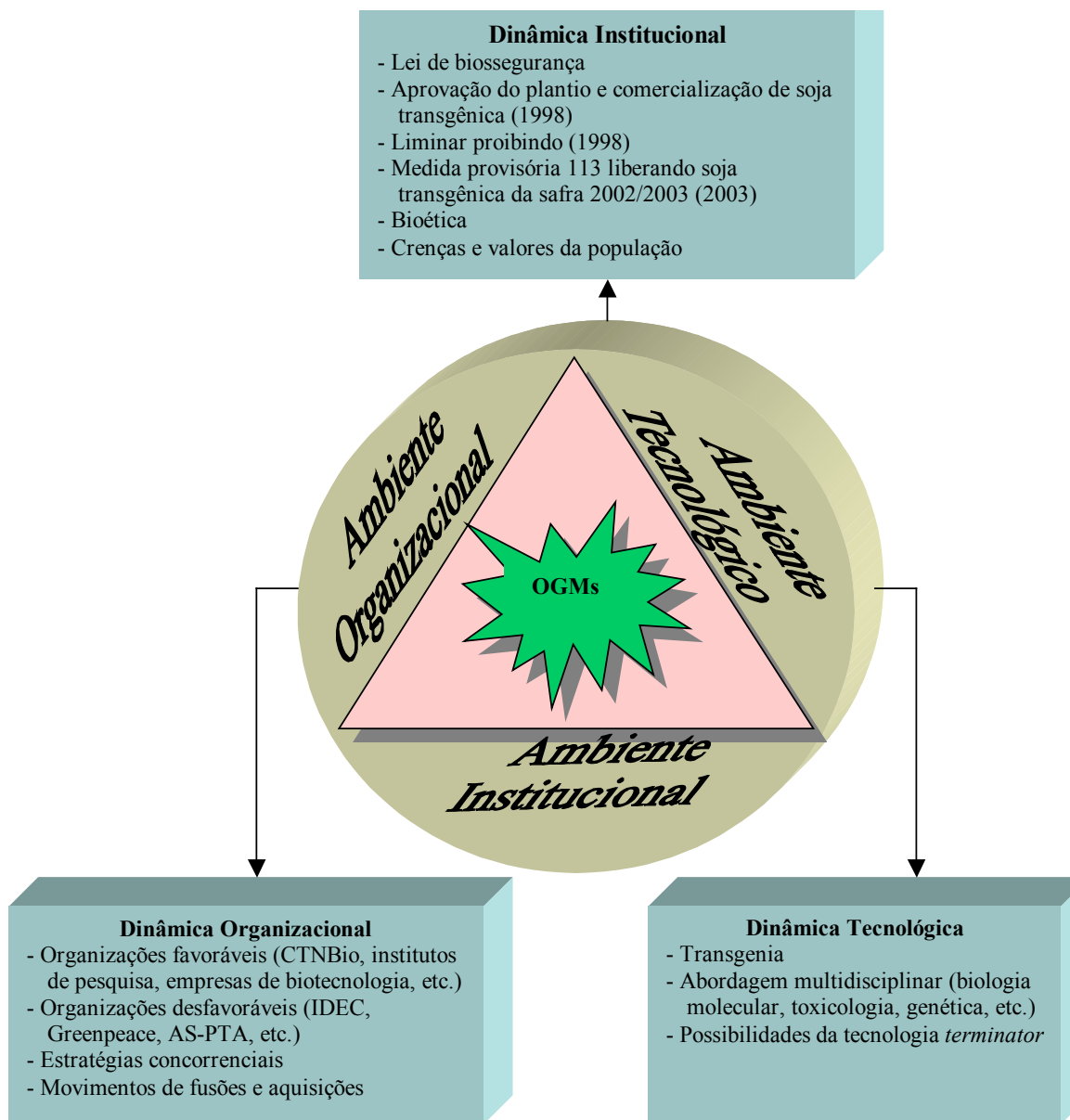
- a) Técnicas com reprodução sexual:
  - Seleção – intra e interpopulacional
  - Hibridação – intra e interespecífica
  - Heterose – vigor de híbrido
- b) Técnicas sem reprodução sexual:
  - Ploidia – alterações no número de cromossomos
  - Metagênese – indução artificial de mutações
  - Variação somoclinal – reprodução de indivíduos a partir de células somáticas
  - Hibridação somática – fusão de protoplastos
  - Cíbridos – citoplasma e organelas da espécie A e núcleo da espécie B
  - Transgenia – transferência de genes exógenos
  - Transplastomia – transferência de plastídeos exógenos

As técnicas mencionadas não esgotam o rol de possibilidades de reprodução, que poderiam incluir ainda as várias formas de seleção recorrente e seleção recorrente recíproca, além das combinações dos diferentes tipos de progênies (Paterniani, 2002).

Embora a tecnologia da transgenia esteja sendo aprovada por vários pesquisadores, em especial os geneticistas, há ainda uma forte oposição ao consumo de produtos transgênicos no Brasil e em diversos outros países, principalmente europeus. De qualquer forma, com a polêmica instaurada no Brasil, é importante a análise mais ampliada e contextualizada, o que se buscou com uma avaliação das dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica.

A figura 4 apresenta uma análise global resumida das dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica para o caso dos OGMs no Brasil. É importante destacar que, da mesma forma que a dinâmica institucional impacta as dinâmicas organizacional e tecnológica, ela também sofre impactos dessas dinâmicas. E à medida que a tecnologia dos OGMs vai evoluindo, novos contornos são delineados e novos impactos mútuos entre essas dinâmicas são estabelecidos.

Embora não haja consenso a respeito dos rumos das aplicações da tecnologia dos OGMs na agricultura, é importante que se entenda estas diferentes dinâmicas envolvidas para que se possa abrir espaço para um debate mais qualificado sobre o tema no Brasil.



**Figura 4:** Os OGMs e os ambientes tecnológico, organizacional e institucional

**Fonte:** Elaborado pelos autores

## 5 Conclusão

Os impactos mútuos gerados pela interação entre as dinâmicas institucional, organizacional e tecnológica têm tido um papel fundamental no delineamento do futuro da tecnologia dos OGMs tanto no Brasil quanto no mundo.

Apesar das diversas possibilidades existentes de melhoramento genético, a transgenia vem tomando lugar de destaque e se tornando uma das mais controversas tecnologias da atualidade, o que pode ser observado pelas diferentes posturas dos países e pela intensa campanha contrária que diversos organismos vem travando.

Neste contexto, pode-se observar que o Brasil ainda não chegou a um consenso razoável. Enquanto a CTNBio aprovou o plantio de OGMs em escala comercial, a justiça vem mantendo a liminar suspendendo a liberação. No âmbito institucional, esta dualidade traz grandes e profundas consequências, já que as empresas de biotecnologia, as universidades e os mais diversos institutos de pesquisa têm que conviver com a incerteza sobre o futuro da tecnologia no país.

Como decorrência desta incerteza, os investimentos na produção de tecnologia mais eficaz tende a ser adiada, uma vez que não há um horizonte de tempo definido para a sua aplicação ou mesmo para a rentabilização destes investimentos. Assim, as empresas com atuação global tendem a ser beneficiadas, já que vem acumulando experiência internacional em países com regulamentação favorável definida e contando com o fato de as empresas e outros órgãos de pesquisa nacionais deixarem de acumular experiência no trato com a tecnologia dos OGMs.

Os impactos mútuos vão se tornando mais claros à medida que a polêmica vai tomando maiores proporções e o embate de idéias toma posição privilegiada, levando as organizações a buscar maior poder de influência no âmbito institucional, principalmente no que tange à legalização e regulamentação. Da mesma forma que o surgimento e trajetória da tecnologia dos OGMs vai impactando os ambientes tecnológico, organizacional e institucional brasileiro, estes vão se interagindo e definindo novos rumos para a tecnologia.

## Referências Bibliográficas

- BORÉM, A.; DEL GIÚDICE, M. P. Transgênicos: benefícios e riscos. In: *Alimentos Transgênicos* – Simpósio realizado na Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2000.
- BROMLEY, D. *Economic interests and institutions: the conceptual foundations of public policy*. New York, Great Britain: Basil Blackwell, 1989.
- CTNBio. *Relatório anual – 2001*. Brasília: CT Brasil / CTNBio, 2002.
- DAVIS, L. E.; NORTH, D. *Institutional change and American economic growth*. Cambridge University Press, 1971.
- DOSI, G. The nature of innovative process. In: DOSI, G. *Et al. Technical change and economic theory*. New York: N. Y. Printer, 1988.
- FARINA, M. M. E. Q. Organização industrial no agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). *Economia e gestão dos negócios agroalimentares*. São Paulo: Pioneira, 2000.
- FARINA, M. M. E. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. *Competitividade: mercado, estado e organizações*. São Paulo: Singular, 1997.
- FREEMAN, C. *The economics of industrial innovation*. London: Frances Printer Publ. 1982.
- GARRAFA, V. Ciência, poder e ética. In: Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênicos. *Anais ...* Brasília: Senado Federal, 1999.
- GREENPEACE. *Quem somos*. [www.greenpeace.org.br](http://www.greenpeace.org.br) (acesso dia 09/10/2002)
- HEERTJE, A. *Economic and technical change*. London: Weidenfeld & Nicholson, 1977.
- IDEC - INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. *Alimentos transgênicos* - não engula essa. (Folheto de campanha). São Paulo: IDEC, 2002a.
- IDEC – INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Quem somos e o que fazemos. In: *Consumidor S.A.* São Paulo, n.65, jun./jul. 2002b.
- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. *Genetically Modified Organisms (GMOs)*. Chicago: IFT, December, 1999.
- JORNAL POR UM BRASIL LIVRE DE TRANSGÊNICOS. *Expediente*. São Paulo: AS-PTA, agosto de 2001.

- KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago, 1970.
- KUIPER, H. A. *et al.* Assessment of the food safety issues related to genetically modified foods. In: *The plant Journal*. 27 (6), pp 503-528, 2001.
- LEITE, M. *Os alimentos transgênicos*. São Paulo: Publifolha, 2000.
- MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. *Transgênicos*. Brasília: CTNBio/MCT, 1999.
- NICOLAU, J. A. *A organização das cadeias agroindustriais do arroz irrigado e frango de corte: uma abordagem de custos de transação*. São Paulo: FEA/USP, 1994. (Tese de doutorado em economia)
- NORTH, D. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press, 1990.
- PATERNIANI, E. Uma percepção crítica sobre técnicas de manipulação genética. In: *Revista brasileira de milho e sorgo*. v. 1, n.1, p. 77-84, 2002.
- PORTER, M. E. *Vantagem Competitiva – Criando e Sustentando um Desempenho Superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- PORTUGAL, A. D. O desenvolvimento da biotecnologia agropecuária no Brasil. In: *Alimentos Transgênicos – Simpósio realizado na Universidade Federal de Viçosa*. Viçosa: UFV, 2000.
- RIBAULT, J.; MARTINET, B.; LEBIDOIS, D. *A gestão das tecnologias*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995.
- SALLES FILHO, S. L. M.; MELLO, A. L. A. Conformação do ambiente institucional em biotecnologia. In: SBRAGLIA, R.; MARCOVITCH, J.; VASCONCELOS, E. (Coord.). *Gestão da inovação tecnológica – XVIII Simpósio de gestão da Inovação tecnológica*. São Paulo: USP, 1994.
- SCHUMPETER, J. A. *Capitalismo, socialismo e democracia*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.
- SELZINICK, P. Institutionalism “old and new”. *Administrative Science Quarterly*, 41, 1996. pp 270-277.
- SILVA, M.; GENOÍNO, J. Apresentação. In: Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênicos. *Anais ...* Brasília: Senado Federal, 1999.
- SYNTONIA. *Por um Brasil livre de transgênicos* (Apostila das ONGS). <http://www.syntonia.com/textos/textosnatural/textosagricultura/apostilatransgenicos/...> (acesso dia 16/08/2002)
- WILLIAMSON, O. *The mechanisms of governance*. New York: Oxford University Press, 1996.
- XAVIER FILHO, L. *et al.* *Transgênicos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 2002.