UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

BIOTECNOLOGIA E COMÉRCIO EXTERNO: UMA ANÁLISE DA INSERÇÃO BRASILEIRA

Izaias de Carvalho Borges

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Mestre em Ciências Econômicas, sob a orientação do Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira.

*Este exemplar corresponde ao original da dissertação defendida por **Izaias de Carvalho Borges** em **17/12/2003** e orientada pelo **Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira.***

CPG, 17 / 12 / 2003

Campinas, 2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO DO INSTITUTO DE ECONOMIA

B644b

Borges, Izaias de Carvalho.
Biotecnologia e comercio externo : uma analise da inserção brasileira / Izaias de Carvalho Borges. – Campinas, SP : [s.n.]. 2003.

Orientador: Jose Maria Ferreira Jardim da Silveira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia.

1. Biotecnologia. 2. Biotecnologia – Comercialização. 3. Biotecnologia agricola. 4. Biotecnologia farmaceutica. I. Silveira, Jose Maria Ferreira Jardim da. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Titulo.

Dedico a meus pais,

Antonio e Stela

Gostaria de agradecer ao Professor José Maria Jardim da Silveira, pela atenção, comentários, sugestões e pela oportunidade de aprender, que além de orientador foi também amigo durante a elaboração dessa dissertação.

A banca examinadora – professoras Maria Beatriz Bonacelli e Sônia Paulino – pelas correções, comentários e sugestões.

A meus amigos da pesquisa Diretório da Pesquisa Privada (DPP)/FINEP, Ester Dal Poz e Marcelo Melo pela amizade, ajuda e sugestões.

Aos amigos do Mestrado: Alberto, André, Ana Carmem, Carol, Cláudio, Fernanda, Joice, João Emilio, Ricardo e Tiago, pela amizade e pela agradável companhia durante três semestres de disciplinas.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Índice de Figuras

Índice de Quadros

Índice de Tabelas

Resumo

Nos últimos 20 anos a biotecnologia moderna, enquanto paradigma tecnológico, vem tornando-se fundamental para dois setores: agricultura e saúde humana. O Brasil - país rico em biodiversidade, grande *player* no mercado mundial de produtos agrícolas e grande mercado para produtos farmacêuticos - tem se destacado no cenário internacional pelas pesquisas no campo da engenharia genética e da genômica. Além do destaque nas "tecnologias de fronteira", o Brasil também se destacou no decorrer do século XX no campo das "biotecnologias tradicionais", como a produção de imunobiológicos (vacinas e soros) e as pesquisas em biotecnologia vegetal (cultura de tecidos, fixação biológica de nitrogênio e controle biológico de pragas).

Este trabalho busca avaliar a inserção do Brasil no comércio internacional de produtos biotecnológicos depois de vinte anos da emergência das novas tecnologias e da difusão destas pelas indústrias farmacêuticas e agroquímicas. Para isso, foram utilizados dados de exportações e de importações de produtos farmacêuticos e agrícolas oriundos de processos biotecnológicos no período de 1990 a 2002. Os resultados apontam que nestes dez anos o Brasil desempenhou um papel medíocre no comércio internacional destes produtos. No setor farmacêutico o país continua sendo um grande importador de matérias-primas (fármacos e reagentes) e aumentou significativamente a importação de produtos finais (medicamentos). Alguns grupos de produtos biotecnológicos, como os antibióticos e os hormônios, foram os que apresentaram maior aumento de importações de medicamentos prontos, evidenciando claramente a tendência da indústria farmacêutica após 1995 de substituir a produção interna pelas importações. No setor agrícola, apesar do país ser um grande exportador de grãos e de outros produtos, até 2002 o Brasil não estava inserido no mercado mundial de sementes e de alimentos geneticamente modificados. Esta ausência se explica basicamente pelas barreiras institucionais criadas em torno das questões relacionadas com a biossegurança, que bloqueiam as pesquisas, a produção e o comércio de produtos geneticamente modificados.

Introdução

A biotecnologia moderna constitui um conjunto de tecnologias que emergiu nos anos 70 a partir de descobertas em vários campos do conhecimento, tais como a microbiologia, a bioquímica, a imunologia e a genética microbiana. Estas novas tecnologias causaram uma revolução nas ciências da vida: pela primeira vez permitiam analisar e manipular o código genético de uma célula.

Tão impressionante quanto a descoberta das novas técnicas foi a rapidez com que elas foram sendo apropriadas por diversos setores industriais, sobretudo aqueles ligados as ciências da vida, como a indústria farmacêutica e de insumos agrícolas. Portanto, uma diferença marcante da biotecnologia moderna em relação à outros paradigmas tecnológicos foi a rapidez com que as descobertas realizadas nas universidades e nos institutos de pesquisas se transformaram em inovações industriais. No início dos anos 80, menos de dez anos depois da descoberta da técnica do DNA recombinante, havia no mercado um produto da biotecnologia moderna: a insulina humana recombinante, utilizado no tratamento de diabetes.

Do final da década de 70 até o momento, a difusão da biotecnologia moderna não parou de aumentar. Atualmente existem dezenas de produtos para a saúde humana produzidos através da engenharia genética. Na agricultura, existem diversos cultivos geneticamente modificados sendo produzidos e comercializados em diversos países. Além da produção e comercialização, as atividades de pesquisas e desenvolvimento também cresceu exponencialmente. Nos Estados Unidos, existem cerca de 300 produtos biotecnológicos – medicamentos e vacinas – sendo testados, com envolvimento de grandes laboratórios multinacionais, empresas de biotecnologia e instituições públicas de pesquisa. No campo da agricultura, cerca de 50 países estão realizando pesquisas com cultivos geneticamente modificados.

Dentre estes países, o Brasil ocupa uma posição de destaque. Primeiro pelo seu peso no agronegócio mundial. Segundo, pelo empenho com que as pesquisas com biotecnologia moderna estão sendo desenvolvidas no país, sobretudo pelas instituições

públicas de pesquisa. Destacam as pesquisas genômicas, organizadas em redes, que englobam universidades, instituições de pesquisa e empresas privadas. Estas redes são financiadas pelas duas principais instituições de financiamento da pesquisa científica no Brasil: o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Estas pesquisas colocaram o Brasil na seleta rede genômica mundial, liderada por Estados Unidos e Europa.

Mas o Brasil não se destaca apenas pela excelência acadêmica, já que possui uma boa infraestrutura industrial. Segundo estudo realizado pela Fundação Biominas, para o Ministério da Ciência e Tecnologia, em 2001 existia cerca de 300 empresas privadas, distribuídas em 10 segmentos de mercado, trabalhando com biotecnologia. Além das empresas privadas, há também as empresas públicas, como Instituto Butantã, Fundação Osvaldo Cruz e Embrapa, que são centro de excelência de pesquisa básica, inovações tecnológicas e de produção e comercialização de diversos bens e serviços de grandes utilidades públicas.

Dado que a biotecnologia moderna tem como característica a rápida difusão no setor produtivo e que já existem diversos produtos biotecnológicos sendo comercializados no mercado mundial, este trabalho buscou analisar a inserção comercial do Brasil no mercado destes produtos, já que o Brasil é um grande investidor em pesquisa e também um grande *player* no mercado mundial de produtos agropecuários. Para isto foram selecionados duas categorias de produtos: produtos farmacêuticos e produtos agrícolas. A escolha por estes dois grupos foi pelas seguintes razões:

i. A indústria farmacêutica, a agricultura e a indústria de insumos agrícolas são os setores mais impactados pela biotecnologia moderna. Nestes setores existem as maiores oportunidades de inovação, tanto de produtos quanto de processos. Conseqüentemente, nestes setores estão concentrados dos bioprodutos comercializados atualmente no mundo.

ii. Ambos setores são fundamentais para países como o Brasil: 1) a agricultura com grande participação no PIB, nas exportações e na geração de empregos e renda; e 2) forte dependência externa de produtos farmacêuticos e de insumos agrícolas.

O objetivo específico do trabalho foi o de analisar o desempenho comercial do Brasil nestes dois segmentos nos anos 90, uma década de grandes transformações estruturais no comércio externo e de grandes reformas econômicas, industriais, comerciais e tecnológicas no âmbito interno. Há evidências de que estas reformas afetaram de forma distinta os setores industriais. Para alguns setores intensivos em tecnologia as reformas da economia brasileira trouxeram benefícios, como é o caso da indústria de aeronaves, que ganhou competitividade no mercado externo (Carneiro, 2003). Já para outros setores, como é o caso da indústria da química fina, as reformas implicaram em perda de competitidade externa (Furtado, 2002).

O trabalho tem duas hipóteses básicas. Primeiro, a de que a biotecnologia moderna abre janelas de oportunidades de inovação que podem impactar a competitividade de empresas e de países no comércio mundial, principalmente os países subdesenvolvidos. Ao criar produtos diferenciados ou processos que reduzem os custos de produção e aumentam a produtividade, ela poderá afetar a posição atual daqueles países que já tem uma grande inserção no mercado e potencial interno para o seu desenvolvimento, com é o caso do Brasil. Segundo, o aproveitamento das oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias varia de país para país, dependendo basicamente de três conjuntos de fatores: infra-estrutura (científica, tecnológica e industriais), políticas econômicas (industriais, comerciais, sociais e tecnológicas) e do ambiente institucional.

O trabalho está dividido em cinco capítulos. No Capítulo 1 serão analisadas as especificidades da biotecnologia moderna e os seus impactos sobre a organização das atividades inovativas e produtivas. Será analisada também a situação dos países subdesenvolvidos frente à emergência deste novo paradigma e a sua evolução recente no Brasil nos anos 90.

Nos Capítulos 2 e 3 serão analisados, respectivamente, os impactos da biotecnologia moderna na saúde humana e na agricultura. No capítulo 2 serão analisados seus impactos na indústria farmacêutica. No capítulo 3 serão analisados os seus impactos na agricultura, na indústria de sementes e no comércio externo, enfatizando os conflitos entre os dois principais atores no debate internacional: Estados Unidos e Europa.

Nos Capítulo 4 e 5, será analisada, respectivamente, a inserção brasileira no comércio de produtos farmacêuticos e de produtos agrícolas de origem biotecnológica. No

Capítulo 4 foi analisada a evolução recente da indústria farmacêutica no Brasil e os impactos das mudanças globais dessa indústria e das reformas internas sobre o fluxo de comércio de produtos farmacêuticos, destacando os de origem biotecnológica. No Capítulo 5, serão analisados os possíveis impactos da adoção (ou não adoção) dos produtos transgênicos sobre a competitividade da agricultura brasileira, já que o Brasil atualmente é considerado um grande *player* no comércio agrícola mundial e até o momento ainda não adotou os cultivos transgênicos.

1. Biotecnologia: Seu Desenvolvimento e Suas Especificidades

O termo biotecnologia "refere-se a um conjunto amplo de tecnologias habilitadoras e potencializadoras, envolvendo a utilização, a alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou suas partes funcionais, células e moléculas para a geração de produtos e serviços" (Assad, 2001).

Nesse conjunto amplo estão incluídas tecnologias de distintos níveis de complexidade científica e tecnológica. Grosso modo, pode-se separá-las em dois grupos: a biotecnologia tradicional ou clássica e a biotecnologia moderna (Carvalho, 1996; Silveira, 2001).

A biotecnologia tradicional constitui um conjunto heterogêneo de tecnologias que utilizam seres vivos encontrados na natureza e melhorados pelo homem para exercer determinada função produtiva através de técnicas já a muito tempo e amplamente difundidas, como o isolamento, a seleção e os cruzamentos genéticos naturais entre espécies sexualmente compatíveis e os processos de fermentação aplicado em diversas indústrias (Carvalho, 1996; Silveira, 2001).

Na agricultura, técnicas como a cultura de tecidos (ou *in vitro*), a fixação biológica de nitrogênio, o controle biológico de pragas e a produção industrial de sementes através das técnicas convencionais de melhoramento genético são as principais aplicações da biotecnologia tradicional (Patrício, 1993; Silveira, 2001).

Na indústria, os bioprocessos[1] - processos fermentativo e enzimático – são as principais aplicações comerciais no âmbito da biotecnologia tradicional, sendo utilizados atualmente em diversos segmentos industriais, com destaque para a indústria química e a indústria alimentícia. Na indústria farmacêutica os bioprocessos são utilizados para a obtenção de diversos produtos de grande importância social e econômica, tais como os antibióticos, vitaminas e aminoácidos. No caso específico dessa indústria, técnicas como a

[1] Bioprocessos são definidos como sistemas onde os microorganismos ou seus componentes (enzimas, cloroplastos, etc), são utilizados para realizar transformações físicas ou químicas desejadas (Patrício, 1993). Para maior detalhes sobre bioprocessos, ver Borzani, et al, 2001.

extração biológica (utilizadas na produção de hormônios e soros) e a manipulação de microorganismos (bactérias e vírus) para a produção de vacinas também são consideradas como biotecnologia tradicional (Gadelha, 1990).

O grande marco na evolução da biotecnologia industrial foram as descobertas de Louis Pasteur no final do século XIX. Apesar do processo fermentativo ser amplamente utilizado desde os primórdios da civilização, os mecanismos causadores da fermentação eram desconhecidos. A descoberta da existência de microrganismos ocorreu no século dezessete e a descoberta da ligação destes com o processo fermentativo ocorreu no final do século dezenove com os trabalhos de Louis Pasteur. Só então se descobriu que a fermentação não era um processo puramente químico, como se tinha acreditado até então. Pasteur descobriu ainda que cada tipo de fermentação era realizado por um microrganismo específico.

A partir destas descobertas, foram possíveis novas aplicações para o processo fermentativo na indústria química, como a fabricação de glicerol e de acetona. Atualmente, os processos fermentativos e enzimáticos são utilizados em diversos segmentos industriais, como mostra o Quadro 1. As técnicas que então eram utilizadas apenas na produção de alimentos e bebidas, a partir do início do século XX passaram a ser amplamente utilizadas na industria química, principalmente na produção de produtos químicos orgânicos. A partir de 1940, o processo fermentativo passou a ter destaque na indústria farmacêutica com o início do que ficou conhecido como a "era dos antibióticos". Atualmente, os antibióticos constituem o grupo de maior importância econômica e social dentre dos produtos obtidos pela fermentação.

Quadro 1. Aplicações industriais de bioprocessos – Processo fermentativo e enzimático

Processo Fermentativo	
Industria de Alimentos e Bebidas	•Bebidas Alcoólicas: cervejas, vinhos, cidras, aguardentes •Vinagres •Leites fermentados, manteigas e queijos •Pães •Cacau •Azeitonas
Industrias Químicas	•Etanol •Ácidos orgânicos: cítrico, lático, fumárico, giberético •Solventes: butanol, acetona, isopropanol •Polissacarídeos: dextrânios •Aminoácidos: lisina, ácido glutâmico •Esteróides modificados •Metais diversos: cobre, zinco, prata, ouro, urânio.
Industria Farmacêutica	•Antibióticos: penicilinas, estreptomicina, tetraciclinas, griseofulvin •Vitaminas: riboflavina, ácido ascórbico, cobalaminas, ergosterol
Meio Ambiente	•Processos de tratamento biológico de resíduos: águas residuárias e lixos
Produção de Microrganismos	•Processos fermentativos que tem como finalidade produzir industrialmente microrganismos que são utilizados para: Agentes de outros processos fermentativos Na alimentação humana e de animais Como fixadores de nitrogenio do ar na agricultura No controle biológico de pragas Na produção de vacinas
Processo Enzimático	
Industria de Alimentos e Bebidas	Cervejarias (amilases, amiloglicosidade, papainas) Panificação (amilases, pepsinas, lipases) Produção de vinhos e sucos (pectinases) Industria do leite (lactase, catalase, lipases) Industria de carnes (papainas) Fabricação de queijos (reninas) Industria da pescado (proteases
Industria Quimica	Produção de edulcorantes (alfaamilases, invertase, glicose-isomerase) Produção de detergentes (proteases) Industria farmacêutica (celulase, bromelina, penicilina-acilase, pancreatina Curtume (pancreatina)

Fonte: Borzani, 2001 (et Al.).

1.1. A Emergência da Biotecnologia Moderna

Nelson & Sampat (2001), propõe uma divisão das atividades produtivas e inovativas em dois conjuntos de conhecimento: a tecnologia física e a tecnologia social. A tecnologia física está relacionada com os aspectos puramente técnicos de uma atividade produtiva, como uma receita que ensina como executar determinada tarefa sem ligações específicas em relação com a divisão do trabalho. Já a tecnologia social está relacionada com os aspectos sociais da produção, ela se refere a divisão do trabalho e com o modo de coordenação entre os diversos agentes que participam do processo inovativo e produtivo.

Neste item vamos utilizar a classificação destes autores para fazer uma breve descrição da biotecnologia moderna, tanto dos fundamentos científicos ou da tecnologia física, quanto das novas formas organizacionais e institucionais ou da tecnologia social.

A Tecnologia Física: os Fundamentos Científicos

A divisão entre biotecnologia tradicional e moderna tornou-se necessária a partir da emergência dos novos paradigmas científicos e tecnológicos no início dos anos 70. Estes novos paradigmas representaram rupturas não apenas científica e tecnológica, mas também econômica, organizacional, social e jurídica. A partir de então, estas tecnologias revolucionárias passaram a serem definidas como biotecnologia moderna, com o objetivo de distingui-las daquelas utilizadas até então.

Os fundamentos científicos da biotecnologia moderna foram os avanços e descobertas no campo da microbiologia e da genética. O desenvolvimento da genética iniciou-se com os trabalhos de Mendel em 1865 e teve um grande salto com as descobertas de James Watson e Francis Cresce em 1953 (Modelo tridimensional da dupla hélice do DNA). Foram estas descobertas no campo da genética que criaram as condições para a grande revolução biotecnológica da década de 70 . Para James Watson a Engenharia Genética seria simplesmente uma conseqüência lógica da descoberta da dupla hélice (Revista Fapesp, 2001).

A engenharia genética nasceu em 1973, com a descoberta da técnica do DNA recombinante, que consiste, em sua essência, "num método para cortar e unir quimicamente o DNA, o material molecular de que se compõem os genes dos organismos vivos. Habilita

os biólogos transferirem genes de uma espécie para uma outra, e, ao fazê-lo, criarem novas formas de vida"(Wade, 1979, p.9).

O objetivo da Engenharia Genética é construir artificialmente um gene (transgene) e transferi-lo para outros organismos. A introdução de segmentos de DNA de um organismo A em um organismo B é chamado de transformação gênica e o indivíduo B passa a ser chamado de transgênico ou organismo geneticamente modificado[3].

O objetivo desta introdução de DNA é desenvolver organismos com novos atributos. Tradicionalmente, os novos organismos eram obtidos através do melhoramento genético convencional . Este método consistia na busca de espécies com novos atributos através do cruzamento de duas espécies sexualmente compatíveis. Por exemplo, vamos supor duas espécies, A e B, portadoras dos atributos X e Y, respectivamente. Se as duas espécies forem sexualmente compatíveis e se for vantajoso uma espécie que contenha os dois atributos, pode-se obter uma espécie C, contendo os atributos X e Y a partir do cruzamento de A e B. Mas a possibilidade de criar C está restringida pela compatibilidade sexual das espécies A e B. Assim, no melhoramento genético da forma tradicional, a criação da espécie C ficará impossível caso A e B forem espécies incompatíveis sexualmente.

Assim, o grande salto científico e tecnológico da biotecnologia moderna é que com a engenharia genética a possibilidade de criar a espécie C não depende mais da compatibilidade genética[4] (Pareja, 2000).

Além da engenharia genética, a biotecnologia moderna conta ainda com outra técnica, conhecida como fusão celular. Esta técnica "consiste na fusão *IN VITRO* de duas células provenientes de espécies ou organismos diferentes, de forma a se obterem células híbridas com as características da célula mãe. (...) o produto da multiplicação destas células híbridas é conhecido como clone (conjunto de células com a mesma mensagem genética), sendo produzido por esta técnica denominada monoclonal"(Patrício, 1993, p.103).

[3] Em 1973, Hebert Boyer e Stanley Cohenn conseguiram realizar a primeira transformação gênica com sucesso, ao construirem um gene com uma parte do DNA bacteriano e outra parte do DNA de um sapo (Borém, 2002).

[4] Um exemplo de aplicação desta nova técnica é a produção de Hormônio de crescimento bovino (Somatropina bovina ou BST) por uma bactéria transgênica. A bactéria ganha um novo atributo – produção do BST – quando lhe introduz um gene bovino que codifica para a produção do BST (Borém, 2002).

A principal aplicação da Fusão Celular é a produção de anticorpos monoclonais, que são moléculas imunes de altíssima especificidade e de grande importância na produção de kits diagnósticos para a Saúde Humana e Animal (Carvalho, 1996).

A biotecnologia moderna revolucionou as ciências da vida e as atividades industriais a elas relacionadas também com as com os estudos do genoma e proteoma. Grande parte das aplicações da Biotecnologia Moderna na saúde e na agricultura está relacionada com os estudos, que visam o sequenciamento do genoma de seres humanos, animais e plantas.

Estes estudos do genoma ficaram genericamente conhecidos como Projetos Genoma, sendo o mais famoso, o mais ambicioso e o mais caro[5] o Projeto Genoma Humano (PGH), que envolveu laboratórios de 18 países, e foi finalizado em julho de 2000. Além do PGH, diversos outros projetos de grandes implicações sociais e econômicas estão sendo realizados, tais como os PG de diversos patógenos e o PG do câncer.

Em muitos casos, os PG já estão na sua segunda fase, conhecida como o estudo do genoma funcional ou simplesmente proteoma[6]. A primeira fase, conhecida como estudo do genoma funcional, por si só, segundo os especialistas, não é suficiente para entender processos biológicos complexos, como as doenças. Apesar da importância de se conhecer as informações contidas no genoma, elas não revelam muita coisa sobre como as proteínas de um organismo operam para realizar suas funções. A necessidade de compreender com mais profundidade as proteínas deu origem a novos projetos, quase como uma seqüência lógica dos primeiros estudos (Souza, Fontes & Ricart, 1998).

A Tecnologia Social: As Inovações Organizacionais e Institucionais

Do ponto de vista econômico e social, a biotecnologia moderna, ao lado de outras tecnologias como a microeletrônica e as telecomunicações, faz parte de um novo padrão de

[5] Pareja defini o Projeto Genoma Humano como "el primer gran esfuerzo coordinado internacionalmente en la historia de la Biologia" (Pareja, 1997). Para a sua consecução, foram contratados 18 laboratórios espalhados pelo mundo, "liderados por instituições dos Estados Unidos e do Reino Unido, e consumiu estimados US$ 3 bilhões, sem contar a injeção final de recursos necessária para apressar o fim dessa primeira etapa e fazer frente a grupos privados que ameaçavam terminar antes a façanha do século" (Costa,2001).

[6] Segundo Di Ciero, "o proteoma indica as proteinas expressas em um genoma ou tecido. Enquanto o genoma representa a soma de todos os genes de um indivíduo, o proteoma não é uma caracteristica fixa de um organismo. Portanto, há muito mais proteínas no proteoma do que genes no genoma, especialmente para eucaritos. Isto porque há várias maneiras do gene expresso, o RNA total, sofrer redução *(splicing)* para construir o RNA" (Di Ciero, 2002).

acumulação de capital que começou a ser gestado nos anos 70. Todas estas tecnologias se caracterizam pela forte inter-relação entre ciência básica e tecnologia, pela multidisciplinaridade e complexidade, pela ampla dispersão e aplicações em diversos setores e pelo elevado grau de incerteza e risco envolvido com as atividades inovativas, produtivas e comerciais (Chesnais, 1995).

No novo padrão de acumulação ocorreram grandes transformações nas relações entre ciência, tecnologia e indústria. A intersecção entre as três esferas tornou-se mais complexa com a emergência de novos paradigmas tecnológicos . No caso da biotecnologia moderna, a intersecção implicou na emergência de novos aparatos institucionais e novas formas de relacionamento entre empresas e entre estas e as instituições públicas e privadas de pesquisas. No campo da saúde humana e da agricultura, as "ciências da vida" estão em ligação quase direta com as atividades tecnológicas e industriais, o que aumenta o grau de estreitamento da relação entre ciência básica e tecnologia.

Além desse estreitamento, a biotecnologia moderna implica um grau de interdisciplinaridade muito grande. As empresas que desenvolvem atividades de pesquisa e desenvolvimento interagem com diversos campos do conhecimento, tais como a a Bioquímica, a Biofísica, a Genética, a Microbiologia, a Botânica, a Virologia, a Imunologia, a Farmacologia e diversas engenharias (química, computacional e etc.) (Carvalho, 1996).

A Biotecnologia moderna exige ainda uma gestão tecnológica especializada na definição de estratégias mercadológicas e administrativas corretas. O desenvolvimento de uma Biotecnologia competitiva e socialmente justa exige a interação com disciplinas como o Direito, a Ecologia, a Economia e a Administração de Empresas, entre outras. Estas disciplinas são essenciais para elucidação de problemas importantes como a gestão tecnológica, propriedade intelectual, normalização técnica, controle e certificação de qualidade e licenciamento e regulação dos impactos ambientais decorrentes do uso de processos e produtos biotecnológicos.

O caráter multidisciplinar implica no envolvimento de diversos agentes. Assim, uma outra característica da biotecnologia moderna é o elevado grau de complexidade das atividades de P&D, de produção e de comercialização. Nas palavras de Orseningo, "Large

and small companies, universities, public agencies established a variety of complex relationships, encompassing cooperation and competition, contractual and hierarchial forms of interaction" (Orseningo, 1989, p.3).

A grande dispersão setorial é outra característica marcante da biotecnologia moderna. O Quadro 2 apresenta de forma bem resumida os diversos setores que potencialmente podem servir de vetores de difusão da biotecnologia moderna. A partir da Engenharia Genética a biotecnologia passou a oferecer um potencial enorme para a produção de novos produtos e serviços e renovar outros já existentes. Além das aplicações na saúde e na agricultura, as novas tecnologias são utilizadas também na industria alimentícia, na produção de enzimas industriais, na biorremediação, na formulação de cosméticos e etc..

Quadro 2. Aplicações da Biotecnologia Moderna

Área	Aplicações
Agricultura e Pecuária	Drogas para uso Veterinário Desenvolvimento de Biopesticidas e Biofertilizantes via Engenharia Genética Organismos geneticamente modificados: Plantas e Animais
Florestas e Silvicultura	Desenvolvimento de Biopesticidas via engenharia genética Usos de microorganismos geneticamente modificados no processo da madeira e na fabricação de papel
Industria	Industria Química: utilização de microorganismos na produção de produtos químicos orgânicos. Industria Petroquímica: utilização de microorganismos para produção de plásticos biológicos. Industria Têxtil: Utilização de enzimas bacterianas na lavagem e manutenção de tecidos. Industria de alimentos: utilização da engenharia genética para produção de nutracêuticos, complementos dietéticos e alimentos enriquecidos.
Meio ambiente	Biorremediação: desenvolvimento de microorganismos geneticamente modificados com a capacidade de capturar substâncias poluentes.
Medicina e Saúde	Produção de medicamentos, substâncias para diagnósticos e vacinas Terapia Gênica Farmacogenômica Reprodução

Fonte: Canadian Institute for Environmental Law and Policy, 2002.

O novo padrão de acumulação se caracterizou também por revoluções organizacionais e institucionais, muitas das quais adaptadas às novas trajetórias tecnológicas. No caso da biotecnologia moderna, é possível distinguir, com base no seu desenvolvimento nos últimos 20 anos nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, o

surgimento de novos agentes (novas empresas), novos arranjos organizacionais entre estas empresas e as empresas já estabelecidas e entre a comunidade científica (universidades e outras instituições de pesquisas) e finalmente, o surgimento de um novo arcabouço institucional com a finalidade de incentivar e sedimentar o novo paradigma tecnológico (condições de financiamento, leis de propriedade intelectual e as leis de biossegurança) (Silveira , 2001; Silveira et al, 2003).

Em termos de novos agentes, a partir da segunda metade dos anos 70, começaram a surgir nos Estados Unidos empresas dedicadas exclusivamente a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos a partir da engenharia genética. Estas empresas, conhecidas como "novas empresas de biotecnologia" (NEBs), são empresas intensivas em ciência básica e normalmente trabalham em parcerias com universidades, institutos de pesquisas e com as grandes empresas já estabelecidas (EEs), normalmente as do setor farmacêutico. A primeira do mundo, a Genetech, foi criada em 1975 nos Estados Unidos, como resultado de uma parceria entre um pesquisador universitário e um investidor de risco. Assim, uma característica marcante na criação de uma NEB é a presença destes dois ingredientes: excelência acadêmica e capital de risco.

O fato de a biotecnologia ser fortemente baseada em pesquisa básica, exige das NEBs uma forte capacitação científica, como pré-requisito para a acumulação da capacitação tecnológica. Nos Estados Unidos, o gasto de P&D destas empresas em 2001 foram de aproximadamente US$ 11,5 bilhões (Tabela 1). As cinco maiores empresas, em média, gastam U$ 89.400,00 por empregado em P&D. Estas empresas investem muito em ciência básica, como biologia, genética e química fina.

Tabela 1. A industria da Biotecnologia no Mundo – 2001

	Global	EUA	Europa	Canadá	Ásia/Pacífico
Número de Companhias	4284	1457	1879	416	532
Rendimento (mil US$)	34874	25319	7533	1021	1001
Gastos com P&D (mil US$)	16427	11532	4244	474	175
Renda Líquida (mil US$)	-5933	-4799	-608	-507	-19
Empregos	188703	141000	34180	7005	6518

Fonte: Ernst& Young, 2002.

O elevado investimento em ciência básica explica duas características das NEBs. A primeira é a proximidade com universidades e com outros centros de pesquisas, porque as parcerias reduzem os riscos e os custos, principalmente o de mão-de-obra e do que equipamentos. A segunda característica é a quase sempre associação com investidores de capital de risco ou com outras empresas maiores. Como mostra a quarta linha da Tabela 1, a renda líquida média das empresas de biotecnologia é negativa, porque como são empresas que se dedicam a pesquisas e desenvolvimento, na maioria das vezes elas não conseguem cobrir seus custos apenas com os recursos internos. Daí a importância do financiamento externo, seja através de investimentos de capital de risco ou de parcerias com grandes multinacionais.

A multidisciplinaridade, a complexidade e a grande dispersão exigem a capacitação em vários ramos do conhecimento. O domínio da capacitação multidisciplinar é algo que exige a inter-relação entre diferentes agentes e instituições. Além dos fatores puramente tecnológicos , há fatores econômicos/financeiros que estimulam a estratégia de cooperação entre os diversos agentes, como o elevado custo das atividades de P&D e o longo prazo de maturação. Assim, o desenvolvimento da biotecnologia implica no estabelecimento de redes de ligação entre firmas e instituições diferentes que individualmente acumulam apenas fragmentos do conhecimento relevante e ainda se beneficiam com divisão dos custos e dos riscos (Orseningo, 1989).

A necessidade das NEBs de trabalhar em parcerias com grandes empresas cria uma segunda categoria de empresas no campo da biotecnologia moderna, que são as "grandes empresas já estabelecidas" (EEs). As principais empresas desta categoria são os

grandes laboratórios farmacêuticos multinacionais. Grande parte das pesquisas para desenvolver novos produtos é realizada através de parcerias entres EEs e NEBs. O primeiro produto da engenharia genética comercializado no mundo – a insulina recombinante – foi desenvolvido através de uma parceria entre um grande laboratório (Eli Lilly) e uma NEB (Genetech).

Para os grandes laboratórios, a aproximação com as NEBs permite a apropriação da fronteira tecnológica, já que estas são intensivas em ciência básica e atuam sempre na fronteira do conhecimento. As NEBs têm o importante papel de atuarem como pontes de ligação entre a ciência básica e a indústria.

Para as NEBs, a parceria com as grandes empresas tem como principais objetivos ter acesso a fontes externas de financiamentos e garantir para suas inovações acesso aos mercados finais. Embora 9 das 10 maiores empresas de biotecnologia sejam fabricantes de medicamentos, a maioria delas obtém suas rendas licenciando suas tecnologias ás grandes empresas farmacêuticas (ETC Group, 2001). A associação com as grandes empresas torna-se crucial para a sobrevivência das NEBs, uma vez que sozinhas dificilmente conseguiriam colocar seus produtos no mercado final. Pesquisa realizada por Pisano no final da década de 80 foram analisados 200 acordos entre empresas que atuavam no campo da biotecnologia. Destes, 62% foram entre NEBs e EEs, 10% entre as EEs, 5% entre as NEBs e o restante entre universidades e institutos de pesquisa (Pisano, 1988, *cit*. Bonacelli, 1993).

As NEBs, normalmente são pequenas e médias empresas, apresentam baixa capitalização e pequena estrutura física, administrativa e logística para atuarem na produção e comercialização dos produtos que desenvolvem. Enquanto que os grandes laboratórios multinacionais já tem uma rede de comercialização global e já gozam de grande credibilidade perante o consumidor final e perante a classe médica.

Outra estratégia de sobrevivência para grande parte das NEBs é situar-se geograficamente no interior de Pólos ou Parques Tecnológicos[7]. Nos Estados Unidos, o progresso das empresas das empresas situadas em ambientes de um Pólo Tecnológico é de aproximadamente 70%. Para as empresas situadas fora destes Pólos, a taxa de sobrevivência é de apenas 30% (Carvalho, 1996).

[7] Segundo Carvalho (1996), "Entende-se por parque tecnológico uma forte concentração geográfica de instituições de pesquisa científica e tecnológica, cercadas por, ou entremeadas com pequenas e médias empresas de base tecnológica e por departamentos de P&D de grandes empresas engajadas em tecnologia de ponta".

Estes novos arranjos organizacionais estão relacionados com a multidisciplinaridade e com a complexidade da biotecnologia moderna. Estas duas características contribuem para a elevação dos custos com P&D e exigem condições especiais para a produção e comercialização. A natureza de seu principal objeto de manipulação (seres vivos ou partes destes) faz com que a biotecnologia moderna seja um dos campos do conhecimento de maior grau de incerteza em relação ao sucesso comercial das inovações. Estas incertezas significam, do ponto de vista financeiro, riscos elevados quanto ao retorno esperado das inovações.

De forma geral, a incerteza é um elemento presente em todas as decisões econômicas. No caso específico da inovação tecnológica, Freeman (1982) considera três tipos de incertezas: a incerteza técnica, a incerteza de mercado e a incerteza geral da economia.

A incerteza global da economia está presente em as todas atividades econômicas. No caso das atividades inovativas, suas conseqüências irão depender do prazo de maturação do investimento. Já as outras duas – incerteza técnica e de mercado – são específicas para cada tipo de inovação.

No caso da biotecnologia, ambas as incertezas estão presentes de forma intensa. As incertezas técnicas estão presentes nas fases de pesquisa, desenvolvimento, experimentação e de comercialização, mais do que em qualquer outra tecnologia. Na manipulação de seres vivos sempre está presente os riscos de contaminação, de impactos ambientais indesejáveis ou conseqüências negativas para a saúde humana.

As incertezas de mercado estão relacionadas com dois tipos de problemas. Em alguns segmentos de mercado a biotecnologia é utilizada paralelamente com outras tecnologias de produção. Isto implica na possibilidade de existir no mercado exemplares de um mesmo produto que foram produzidos por tecnologias diferentes. Para estes segmentos de mercado "não existe um conjunto de produtos finais que possam ser imediatamente identificados aos processos de produção biotecnológica" (Patrício & Mendonça, 1991). Em outras palavras, a biotecnologia não constitui uma indústria definida a partir de uma demanda autônoma pelos chamados bioprodutos, mas um conjunto de técnicas que podem ser utilizados em vários setores de forma exclusiva, complementar ou paralelamente a outros paradigmas tecnológicos. Assim, o primeiro tipo de incerteza de mercado consiste na

possibilidade do consumidor não reconhecer a suposta superioridade do bioproduto, o que dificultaria para o inovador cobrar um preço mais alto por ele.

O segundo tipo de incerteza de mercado está relacionado com a possibilidade do público, mesmo reconhecendo a diferença do bioproduto em relação aos produtos tradicionais, não reconhece-lo como seguro para a saúde ou para o meio ambiente. O risco para o inovador neste caso também é grande, porque a recusa do público na maioria dos casos envolve uma rede complexa de agentes – consumidores, cientistas, jornalistas, formadores de opinião, ONGs, instituições religiosas e etc. – e pode ser motivada por diversos interesses – econômicos, políticos, culturais, religiosos e etc. Além do mais, antes do produto chegar ao mercado, normalmente ele é submetido a diferentes tipos de testes de eficiência e de segurança, realizados por agências reguladoras. Muitos produtos são reprovados por essas agências depois de anos de investimento em pesquisas.

Assim, a divisão do trabalho entre universidades, instituições de pesquisas, empresas de biotecnologias e grandes empresas do setor farmacêutico e agroquímico tem como principais objetivo reduzir os riscos, tanto tecnológicos quantos os econômicos. Para as grandes empresas farmacêuticas, internalizar um novo paradigma, diferente daquele que elas dominam representa um risco tecnológico. Já para as pequenas empresas de biotecnologia, realizar testes, produzir e comercializar em grande escala representa um risco econômico.

Assim como surgiram novas formas de organizar as atividades inovativas e produtivas, surgiram também novas estruturas de regulamentação adaptadas à natureza específica e complexa da biotecnologia moderna. Duas questões devem ser consideradas no surgimento de uma nova trajetória tecnológica: como minimizar os riscos de prejuízos ambientais, sanitários e sociais das atividades inovativas e produtivas e como garantir ao investidor/inovador um mínimo de segurança quanto à apropriação dos resultados econômicos/financeiros do seu investimento. No caso da biotecnologia moderna, duas categorias de normas foram criadas com o objetivo de resolver os impasses apresentados acima: as normas de biossegurança e as normas de patenteamento no campo das "ciências da vida".

Estas são talvez as duas questões mais polêmicas no campo da biotecnologia moderna. No caso da biossegurança, os debates são mais técnicos e envolvem a

comunidade científica: biólogos, ambientalistas, médicos, nutricionistas, etc. As polêmicas se dão principalmente em torno das metodologias utilizadas para detectar, mensurar e prevenir os possíveis riscos associados à manipulação genética de microorganismos, vegetais e animais e à proliferação destes no meio ambiente. No caso das patentes, a complexidade aumenta, porque o debate envolve, além dos argumento técnicos, argumentos filosóficos, políticos, econômicos e jurídico. E envolve também um conjunto heterogêneo de pessoas e de interesses que extrapola as questões puramente técnicas e científicas.

Assim, a biossegurança é um tema fundamental em qualquer discussão séria sobre biotecnologia. Como toda tecnologia inovadora, a biotecnologia moderna não está isenta de riscos e incertezas, porém "é possível aplicar o conhecimento cientifico, os procedimentos técnicos e jurídicos necessários os mecanismos institucionais objetivos e transparentes que hoje estão em domínio público para assegurar seu uso responsável" (Ramos, 2003).

Segundo a definição do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), biossegurança "é uma designação genérica da segurança das atividades que envolvem organismos vivos (bio quer dizer vida). É uma junção da expressão segurança biológica, voltada para o controle e a minimização de riscos advindos da exposição, manipulação e uso de organismos vivos que podem causar efeitos adversos ao homem, animais e meio ambiente". No caso específico dos organismos geneticamente modificados, a CTNBio[8] define a biossegurança como o "conjunto de procedimentos voltados para prevenção, mitigação, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades associadas aos Organismos Geneticamente Modificados - OGMs e seus derivados, que possam comprometer a saúde do homem, das plantas, dos animais e do meio ambiente. A função primordial dos procedimentos de Biossegurança de OGMs é o de analisar os efeitos

[8] A CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar, criada com a finalidade de prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos conclusivos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados. Incumbe, ainda, à Comissão acompanhar o desenvolvimento e o progresso técnico e cientifico na engenharia genética, na biotecnologia, na bioética, na biossegurança e em áreas afins.

adversos da Engenharia Genética conforme preconizado pela Legislação de Biossegurança".

No caso da propriedade intelectual, é reconhecida a importância da sua garantia para estimular o progresso técnico. Segundo Dosi *et al*, numa economia de mercado, a taxa e direção do progresso técnico em qualquer setor depende de três características: "primeiro, das fontes e a natureza das oportunidades tecnológicas; segundo, da natureza dos requerimentos dos usuários e, de maneira mais geral, dos mercados reais e potenciais; e terceiro, das possibilidades para os inovadores exitosos de apropriar-se de uma proporção suficiente dos benefícios de suas atividades inovadoras para justificar o esforço de pesquisa invertido em tais atividades" (Dosi et al, 1993, p. 106).

No caso da biotecnologia moderna, a apropriação dos benefícios é garantida fundamentalmente pelos direitos de patentes sobre os novos produtos e processos. Dadas as suas especificidades – complexidade, elevados custos de P&D e a facilidade de imitação - a garantia da apropriação do retorno financeiro dos investimentos em P&D através do sistema de patentes é crucial para o seu desenvolvimento (Orseningo, 1989; Liebeskind *et al*, 1995; Solleiro, 2003).

A maioria das empresas que atuam no campo da biotecnologia moderna pertence, segundo a classificação de Bell&Pavitt (1993), as duas categorias que mais dependem do mecanismo de patentes para apropriar-se dos benefícios da inovação: as empresas intensivas em ciências básicas (NEBs) e empresas fornecedoras especializadas (as empresas produtoras de equipamentos, reagentes e *software*).

A polêmica sobre patentes em biotecnologia está relacionada com os questionamentos sobre a aplicação dos mesmos critérios utilizados para as invenções mecânicas e eletrônicas. Tradicionalmente, a concessão de patentes obedece os seguintes critérios: o objeto a ser patenteado precisa representar um **avanço tecnológico** no seu respectivo campo do conhecimento e precisa ter **aplicação industrial**. O pedido de patente deve ser acompanhado de uma descrição clara e objetiva da inovação, para que o público tenha acesso ao conhecimento gerado pela empresa.

A maior parte das leis de patentes foram criadas no século XIX e eram destinadas à proteção de inovações tecnológicas das áreas mecânicas, elétrica e química. Até os anos 60, os produtos e processos envolvendo a manipulação de seres vivos eram vistos como não

patenteáveis. Com a emergência da biotecnologia moderna este sistema de patentes começou ser questionado em função das novas necessidades e a partir daí, pelo menos nos países pioneiros no desenvolvimento da biotecnologia moderna, os processos e produtos biológicos passaram a ser patenteáveis, desde que verificados os pré-requisitos legais da patenteabilidade (Mello, 1998).

As polêmicas e os debates em torno desta questão residem nas especificidades dos processos e dos produtos biológicos, que dificultam a comprovação daqueles pré-requisitos exigidos das inovações de outras áreas. Segundo Mello (1998), alguns fatores podem ser apontados como os geradores das dificuldades de se adaptar o sistema de patentes atual às inovações no campo da biotecnologia:

i. Dificuldade de caracterizar a novidade de inventos: a biotecnologia opera sobre seres vivos existentes na natureza. A questão está em decidir em que medida a modificação genética em um ser encontrado na natureza poderá ser considerado como atividade inovativa humana e, portanto, passível de ser patenteada como novidade.

ii. Dificuldade de encontrar uma aplicação industrial imediata: a biotecnologia é um área fortemente baseada em ciência básica, por isso, diversos produtos e processos novos poderão não apresentar aplicação industrial imediata, mas cuja proteção legal é interessante para o inovador para aplicações futuras. Do ponto de vista social, patentear descobertas muito próximas da ciência básica e sem aplicação industrial imediata pode impedir o prosseguimento de pesquisas por outros pesquisadores e restringir o leque de oportunidades tecnológicas futuras.

iii. Dificuldade da descrição e divulgação do invento biotecnológico: a matéria viva se caracteriza pela variabilidade, pela complexidade e pela possibilidade de mutação genética, o que impede uma descrição definitiva e precisa da matéria a ser patenteada.

iv. Dificuldades dos limites do direito concedido: os organismos vivos, mesmo se obtidos pela engenharia genética, podem sofrer mutações nas futuras gerações. O problema é se as futuras gerações do organismo patenteado devem ou não ser de uso exclusivo do inovador.

1.2. Biotecnologia Moderna e as Economias Subdesenvolvidas

No contexto do novo padrão de acumulação, não se concebe o desenvolvimento econômico sem investimentos em ciência e tecnologia, principalmente naqueles ramos críticos, tais como a microeletrônica, as telecomunicações e as biotecnologias, que formam a base tecnológicas de diversos outros setores. Assim, segundo Perez, o desenvolvimento econômico deve ser visto "como um processo de acumulação das capacidades tecnológicas e sociais em função do aproveitamento de janelas de oportunidades sucessivas e distintas" (Perez, 2001).

A emergência de uma nova trajetória tecnológica nas economias centrais, representa para as economias periféricas o risco de aumentar a brecha tecnológica que as separam do centro e com isso aumentar a dependência tecnológica (DOSI & PAVITT; SOETE, 1993). Mas por outro lado, representa uma oportunidade para realizar saltos no desenvolvimento: "las oportunidades de desarrollo surgen y se modifican à medida que se despliegan las sucesivas revoluciones tecnológicas en los paises avanzados" (Perez, 2001).

As possibilidades de um país periférico aproveitar cada oportunidade irá depender de quatro fatores: dos avanços obtidos nas fases anteriores; da identificação da natureza da fase seguinte; da compreensão do paradigma técnico-econômico que acompanha a revolução em questão; e a habilidade para adotar estratégias de soma positiva reconhecendo as estratégias da empresas mais poderosas (Perez, 2001).

Para explicar o conceito de "janelas de oportunidades", Perez utiliza o conceito de "ciclo de vida dos produtos", muito próximo daquele desenvolvido por Vernon (1966), onde os vínculos entre a localização geográfica das atividades inovadoras e a produção tendem a diminuir ao longo do ciclo de vida do produto (Vernon, 1966).

Vernon (1966) parte da suposição de que todas as empresas das economias centrais têm acesso aos mesmos princípios científicos, que estão disponíveis em publicações especializadas com livre acesso. A aplicação destes conhecimentos na geração de novos produtos irá depender basicamente de dois fatores: existência de mercado e a disponibilidade de empresários que aceitem o risco de testar novos produtos. Os riscos por sua vez dependerão de fatores tecnológicos, institucionais e econômicos. A hipótese de Vernon é que para aqueles produtos que se associam à renda *per capita* elevada e

substituem mão-de-obra por capital, as primeiras fábricas serão instaladas nos Estados Unidos. À medida que o produto vai adquirindo maturidade e os processos de produção vão tornando-se padronizados, a produção tende a se deslocar, primeiro para as outras economias desenvolvidas – Europa e Japão – e finalmente para as economias subdesenvolvidas. O Quadro 3 ilustra a hipótese do deslocamento da tecnologia ao longo do ciclo de vida do produto.

Quadro 3. Deslocamento geográfico da tecnologia ao longo do ciclo do produto

Produto Novo	**Fase 1** Toda a produção está concentrada nos Estados Unidos e neste caso ele exporta para todos os demais países ⇓ **Fase 2** Início da produção na Europa: Estados Unidos começa a exportar para os países subdesenvolvidos ⇓ **Fase 3** Europa exporta para os países subdesenvolvidos e início do deslocamento da produção dos Estados Unidos para os países subdesenvolvidos ⇓ **Fase 4** Europa exporta para os Estados Unidos ⇓
Produto Maduro	**Fase 5** Os países subdesenvolvidos começam a exportar para os Estados Unidos

Fonte: Adaptado a partir de Perez, 2001

Assim, se a hipótese de Vernon for verdadeira, os países periféricos têm como alternativa esperar a maturidade dos produtos para começar a produzi-los.

Todavia, para Perez (2001), dificilmente um país poderá dar um salto no desenvolvimento apenas utilizando tecnologias maduras, porque na fase de maturidade as tecnologias apresentam baixo potencial de aumentar a produtividade, e conseqüentemente, baixo potencial de crescimento e baixa capacidade para gerar lucros. Além do mais, nesta fase o custo de investimento tende a ser elevado. Portanto, do ponto de vista dos benefícios econômicos e sociais, a maturidade não é o melhor momento para internalizar a tecnologia:

"em geral, a fase de maturidade como ponto de partida é custosa, e não é muito rentável e nem muito promissora" (Perez, 2001). A autora reconhece, entretanto, que esta é a melhor fase para se "criar uma plataforma básica de industrialização, gerar capacidade de aprendizagem e estabelecer a infra-estrutura básica e outros fatores externos necessários para respaldar um esforço de desenvolvimento".

Mas internalizar tecnologias maduras não basta para alcançar o desenvolvimento sustentável. Para alcançar o desenvolvimento é necessário um processo dinâmico, alimentado por inovações locais e mercados crescentes, para o qual é necessário entrar o quanto antes nas novas trajetórias tecnológicas (Perez, 2001).

Assim, a melhor fase de entrada para os países periféricos é a primeira, onde, segundo Perez (2001), pode se obter os maiores benefícios aos menores custos. A primeira fase é onde a tecnologia apresenta as melhores oportunidades de desenvolvimento de novos produtos, maior potencial para aumentar a produtividade, e os custos de investimentos ainda são relativamente baixos. Nessa fase, grande parte do conhecimento necessário para o desenvolvimento de novos produtos é de domínio público, disponível nas instituições de ensino e pesquisa.

Algumas especificidades da biotecnologia moderna, além das questões apresentadas por Perez (2001), tendem a reforçar o argumento de que a primeira fase do desenvolvimento tecnológico é a melhor para a internalização:

i. A atuação global dos setores industriais que utilizam a biotecnologia moderna para desenvolver novos produtos, principalmente a industria farmacêutica, parece não corroborar a hipótese de Vernon, de que na fase de maturidade os países periféricos tendem a tornar-se exportadores líquidos para as economias centrais. Os produtos desta indústria apresentam certas especificidades que mesmo na fase da maturidade as empresas transnacionais não se vem motivadas a transferir a produção para as economias periféricas.

ii. A competitividade de indústrias como a farmacêutica está baseada na diferenciação de produtos, que por sua vez está assentada na capacidade inovativa das empresas. Estas dificilmente serão competitivas produzindo apenas os produtos "maduros". Dadas as especificidades da demanda por medicamentos, os produtos novos tendem a dominar o mercado independente da diferença de

preço em relação aos produtos maduros. Portanto, mesmo que toda a produção dos medicamentos tecnologicamente maduros fosse deslocada para os países periféricos, a participação destes no mercado global seria pequena e dificilmente seriam exportadores para as economias centrais.

iii. As economias periféricas possuem necessidades específicas as suas condições socioeconômicas, físicas e etc., que dificilmente serão supridas pelas grandes empresas multinacionais.

iv. Dado a complexidade da biotecnologia, mesmo importando-a no seu estágio de maturidade, os países periféricos terão que investir muitos recursos para construir uma infra-estrutura científica básica, porque mesmo as atividades menos complexas exigem: recursos humanos com capacitação em nível técnico e superior, infra-estrutura física e jurídica e capacitação científica e tecnológica nas questões envolvendo **biossegurança**.

v. Os países da periferia são os maiores detentores de biodiversidade do mundo, como o Brasil, México, China e vários países da África. A falta de conhecimento científico e de capacitação tecnológica por parte destes países poderá impedi-los de exercer o direito reconhecido pelo Convênio de Diversidade Biológica (CDB) do governos locais explorarem a riqueza biológica dos seus países.

1.3. A Biotecnologia Moderna no Brasil

Dois conjuntos de fatores devem ser considerados na definição de estratégias de desenvolvimento da biotecnologia no Brasil. Primeiro, ela deve ser vista como algo necessário, indispensável para resolver problemas econômicos e sociais. Segundo, é necessário enxergá-la como algo possível, dadas as condições do Brasil em relação a outros países em desenvolvimento. O Brasil, mais do que qualquer outro país periférico, apresenta as condições necessárias para aproveitamento das "janelas de oportunidades" apresentadas pela emergência da biotecnologia moderna.

A seguir serão apresentados com mais detalhes a infra-estrutura científica, tecnológica e industrial da biotecnologia no Brasil e os esforços recentes do país em tentar se aproximar da fronteira tecnológica.

Evolução Recente da Pesquisa Acadêmica

Em 2000, a pesquisa em biotecnologia no Brasil apresentava os seguintes números: 6.616 pesquisadores, distribuídos em 1.718 grupos e 3.814 linhas de pesquisas. As ciências agrárias e médicas contavam, respectivamente, com 1.075 e 503 linhas de pesquisa. (Salles Filho ., 2002).

Nos últimos anos a comunidade científica brasileira desenvolveu uma respeitável capacidade de manipulação das novas ferramentas da biotecnologia, tais como a tecnologia do DNA recombinante e as pesquisas genômicas e proteômicas. O Projeto Genoma Brasileiro ganhou notoriedade por tornar-se o primeiro do mundo a sequenciar um fitopatógeno: a bactéria *Xyllela fastidiosa*, causadora da doença do amarelinho em cítricos. O avanço da pesquisa em biotecnologia no Brasil a partir dos anos 90 pode ser visto pela Tabela 2, onde o número de grupos de pesquisa criados anualmente praticamente dobrou em relação aos anos 80.

Tabela 2. Evolução do número de grupos de pesquisa em biotecnologia no Brasil

ANO	Número de grupos criados
Até 1980	181
1981 - 1985	149
1986 - 1990	229
1991 - 1995	441
1996	89
1997	141
1998	87
1999	90
2000	310

Fonte: Salles-Filho et al, 2002.

Para o progresso recente da biotecnologia no Brasil foi crucial a iniciativa do Setor Público, que tem se destacado como o principal agente na sua promoção. Além dos investimentos na formação de recursos humanos, através das universidades públicas e das pesquisas que são produzidas em instituições como Embrapa e Fiocruz, o Estado tem-se destacado nos últimos anos por políticas de fomento através de criação de programas e fundos de financiamento e na criação de leis específicas, tais como as relacionadas com a biossegurança e com os direitos de propriedade intelectual (Assad, 2001). A seguir mostraremos as duas principais iniciativas governamentais na promoção da biotecnologia moderna no Brasil na década de 90.

a) Governo Federal: Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos e o Projeto Genoma Brasileiro

O Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos foi criado pelo Governo Federal em 2000, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em parceria com o CNPq e FINEP e com participação da Embrapa e Fiocruz. A ênfase do Programa tem sido ações destinadas a conservar recursos genéticos e ao desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos com aplicações na produção industrial, na agropecuária e na saúde humana.

Em 2001 foi instituído, por meio da Lei nº 10.332 de 19 de dezembro, o Fundo Setorial de Biotecnologia – CT-Biotecnologia, com o objetivo de incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro, por meio de financiamento de atividades de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico de interesse na área de biotecnologia e recursos genéticos. O Fundo tem com fonte de recursos a parcela de 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE).

Foi instituindo ainda o Comitê Gestor do Fundo, com representantes dos ministérios da Ciência e Tecnologia, Saúde, Agricultura e Pecuária, da FINEP, do CNPq e por membros do segmento acadêmico e do setor industrial.

O Fundo tem com principal objetivo aumentar as competências no Brasil nas áreas de pesquisa em biotecnologia, especialmente nas pesquisas genômicas, através de parcerias entre instituições de ensino, pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico e setor empresarial.

O Projeto Genoma Brasileiro(PGB) foi lançado em dezembro de 2000, pelo MCT e o CNPq. O PGB conta com a participação de 25 laboratórios de biologia molecular, distribuídos por vários estados (Quadro 4).

Quadro 4. Redes Genômicas criadas pelo Projeto Genoma Brasileiro

Redes	Projeto	Coordenação
Rede Centro Oeste	Genoma Funcional e Diferencial de *Paracoccidioides brasiliensis*	Maria Sueli Soares Felipe – UnB/IB
Rede Genoma de Minas Gerais	Criação da Rede Genoma do Estado de Minas Gerais	Naftale Katz – FAPEMIG
Rede Genoma do Nordeste	Seqüenciamento de *Leishmania chagasi*	Paulo Paes de Andrade - UFPE
Programa de Implantação do Instituto de Biologia Molecular do Paraná	Genômica funcional do processo de diferenciação celular do *Trypanosoma cruzi:* seleção e caracterização de novos genes e análise de novos alvos quimioterápicos	Samuel Goldenberg - IBMP
Programa Genoma do Estado do Paraná - GenoPar	Genoma estrutural e funcional da bactéria fixadora de nitrogênio endofítica *Herbaspirillum seropedicae*".	Fábio de Oliveira Pedrosa – UFPR
Programa de Implantação da Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro	Seqüenciamento do genoma de *Gluconacetobacter diazottrophicus*	Paulo Cavalcanti Gomes Ferreira
Ampliação da Rede de Genômica no Estado da Bahia	Genoma do fungo Crinipellis perniciosa causador da doença "vassoura de bruxa" nos cacauais	Gonçalo Amarante Guimarães Pereira - UNICAMP
Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas	Análise genômica de *Paullinia culpana*: o guaranazeiro	Spartaco Astolfi Filho - UFAM
Programa de Investigação de Genomas Sul	Rede Sul de Análise de Genomas e Biologia Estrutural	Arnaldo Zaha – CBIOT – UFRGS

Fonte: MCT, 2003.

b) Governo do Estado de São Paulo: Projeto Genoma Fapesp

A pesquisa genômica teve início no Brasil em maio de 1997, com a iniciativa da FAPESP em organizar a Rede ONSA (do inglês, Organização para o Sequenciamento e Análise de Nucleotídeos), instituto virtual de genômica formado inicialmente por 30 laboratórios de diversas instituições de pesquisa do Estado de São Paulo.

A FAPESP tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento do projeto Genoma, financiando a maior parte dos projetos desenvolvidos. A seguir apresentamos os Projetos Genoma financiados pela Fapesp (Quadro 5).

Quadro 5. Projetos Genoma financiados pela Fapesp.

Projeto	Descrição
Xylella fastidiosa	Com esta iniciativa, o Brasil tornou-se o primeiro país a sequenciar o genoma de um fitopatógeno, a bactéria Xylella fastidiosa, causadora da praga do amarelinho em cítricos. O projeto foi realizado em parceria com o Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus) e foi concluído em novembro de 1999.
Genoma Cana	O Genoma Cana, iniciado em 1988, identificou 50 mil genes da cana-de-açúcar para descobrir genes envolvidos com o desenvolvimento, a produção e o teor de açúcar da planta, assim como sua resistência a doenças e a condições adversas de clima e solo.
Genoma Humano do Câncer	Em menos de um ano foi possível identificar um milhão de seqüências de genes de tumores mais freqüentes no Brasil. Como conseqüência, foi criado o projeto Genoma Clínico do Câncer, que visa desenvolver novas formas de diagnóstico e tratamento do câncer a partir do estudo de genes expressos.
Genoma *Xanthomonas*	Este projeto foi concluído em 2002 e mapeou variantes da bactéria que causam o cancro cítrico e atacam outros vegetais.
Projeto FORESTS	Anunciado em 2001, este projeto visa o sequenciamento de parte do genoma do Eucalipto, com o objetivo de melhorar a matéria-prima utilizada na produção de papel e celulose.
Schistosoma mansoni	Em julho de 2002 foi concluída a identificação de 200 novos genes associados aos estágios de vida deste parasita causador da esquistossomose, que abriu novas perspectivas de combate à doença
Leifsonia xyli	Concluído em junho de 2002. Esta bactéria ataca a cana-de-açucar e reduz em até 27% a biomassa aproveitável para a produção de açúcar e álcool.
Genoma Funcional do Boi	Projeto iniciado em maio de 2002, em parceria com Central Bela Vista Genética Bovina.

Fonte: Fapesp,2003.

As Instituições-Chave

Uma das grandes vantagens do Brasil em relação a outros países em desenvolvimento é a existência de diversas instituições de pesquisas na área agrícola e da saúde humana capacitadas para servirem de vetores do desenvolvimento da biotecnologia no país.

Segundo Silveira (2001), no Brasil estas instituições desempenham o papel de instituições-chave, ou seja, aquelas instituições com potencial de "assumir uma liderança organizacional e tecnológica no processo de interação com outros agentes inovadores (em biotecnologia, principalmente, mas não só) em um ambiente local específico. Seria pois fundamental para atrair novas empresas, desenvolver sinergias, escolas de treinamento de recursos humanos, desenvolver *marketing* específico para certo grupo de produtos e atrair

investimentos. Finalmente, deveria criar competência para o relacionamento com outras áreas. As áreas de *Boston* e a *Bay Area* (São Francisco) nos EUA são exemplos bem sucedidos da formação de *clusters* em biotecnologia" (Silveira, 2001).

No caso do Brasil, as instituições-chave são na maioria institutos e fundações públicas de pesquisas. Dedicam a pesquisa científica básica, no desenvolvimento de novas aplicações industriais e muitas chegam a comercializarem seus produtos. Algumas se destacam pelo pioneirismo da introdução das pesquisas no campo da biologia e da genética no Brasil e na América Latina. O Quadro 6 apresenta de forma resumida as principais instituições-chave na área da saúde humana e da agricultura.

Quadro 6. Organizações chave de pesquisa e fomento da biotecnologia no Brasil

Instituições	Origem do capital	Atribuições
Instituto Butantã	Público Estadual	Produz soros, vacinas, surfactantes, anatoxinas e hemoderivados para utilização do setor público de saúde humana no Brasil. Além disso, realiza pesquisa básica e de cunho tecnológico.
Fundação Osvaldo Cruz	Público Federal	A Fundação Oswaldo Cruz, por meio de suas unidades de produção e de pesquisa, Bio-Manginhos e Far-Manguinhos, tem desempenhado um papel de liderança nas atividades ligadas à saúde pública no Brasil. Assim como nos outros laboratórios de vacinas, as suas atividades de produção são basicamente orientadas para o mercado institucional através do Ministério as Saúde. Produz 60% da produção nacional de vacinas.
Instituto de Tecnologia do Paraná – Tecpar	Público estadual	A Tecpar é uma das três instituições públicas que produzem vacinas animais e humanas no Brasil, embora a sua especialização básica esteja voltada para a área animal. Os principais clientes são o Ministério da Saúde (vacinas) e Ministério da Agricultura (antígenos). A sua linha de produtos inclui vacinas e substâncias diagnósticas *in vitro* e *in vivo* bem como produtos biológicos.
Instituto Ludwig	Privado	O Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer – ILPC – é uma instituição internacional de pesquisa que possui laboratórios nos EUA, Europa e Japão. Em São Paulo está instalado junto ao Hospital do Câncer - AC Camargo, da Fundação Antonio Prudente. Representa importante agente de fomento à parceria científica com a comunidade médico-acadêmica da USP e Unifesp e da própria Fundação.
Embrapa	Público Federal	Criada há 25 anos, a Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura desenvolve técnicas agropecuárias, realiza pesquisa técnico-científica, promove os agronegócios nos níveis local, regional e nacional
IAC	Público Estadual	O centro dos projetos de C&T do instituto é o melhoramento genético de mais de uma dezena de culturas, nos grandes grupamentos de hortaliças, café, algodão e graníferas.

Fonte: Silveira et al. (2002).

Atualmente, a importância das organizações públicas vem do fato de estarem amparadas em fundos públicos, não sofrendo as restrições impostas às empresas nascentes, de pequeno porte. Por outro lado, seu avanço depende, em um contexto de crise fiscal e

modernização da economia, do estabelecimento de formas contratuais virtuosas, em que o resultado do desenvolvimento tecnológico seja efetivamente transferido e permita à outra parte atuar como reclamante do fluxo de rendimentos não especificados em contrato, ser reclamante residual e ainda adicionar valor pelo desenvolvimento tecnológico "in house". Esse desafio é fundamental para que o processo seletivo das novas empresas não seja determinado por restrições creditícias, por limitações impostas pelo sistema de distribuição e marketing e pelas ausências de economias externas que favoreçam o crescimento com base em ganhos sub-aditivos. No Quadro 7 estão apresentadas as principais instituições chave no desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, sendo quatro na área da saúde e duas na agropecuária. Entre estas organizações, a maioria é pública (Silveira, et al, 2003).

Algumas organizações, como a Fundação Osvaldo Cruz, além das parcerias com empresas no Brasil, mantém ainda convênios com instituições de pesquisas de várias partes do mundo. No ano 2000 mantinha 56 convênios internacionais, sendo 16 no Continente Americano, 7 na Ásia, 23 na Europa, 1 na Oceania e 7 com instituições internacionais como a OMS, UNESCO e UNAIDS, entre outras. Três convênios são mantidos com a China e outros 3 com Israel. Estes convênios viabilizam relações de caráter técnico e financeiro com o ambiente externo à Instituição. Segundo Salles Filho et al. (2000), desde 1996 os convênios passam a ser mais importantes do que a venda de serviços, como instrumento de captação de recursos. A maior parte das transações passa através de convênios realizados no Brasil e decorrem de encomendas ao Ministério as Saúde pelo Programa Nacional de Imunização (cerca de 36% dos convênios).

Quadro 7. Parcerias – Organizações chave, universidades e empresas

Parcerias	Objetivos
Bio – Manguinhos e Glaxo SmithKline	Vacina conjugada contra *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib), a partir de um processo de absorção tecnológica previsto para ser concluído em 2003, marcando a primeira articulação tecnológica entre um produtor nacional e uma líder do setor farmacêutico
Instituto Butantã e Aventis	Vacina contra a gripe, cujo desenvolvimento está em fase inicial.
Instituto Butantã, USP e Sadia	Produção de Biofármacos de impacto social: eritropoietina, surfactante.
Instituto Butantã – CAT, Biosintética, Biolab-União Química e Vallée	Produção de fármacos
Instituto Butantã – CAT e *Centre de Enérgie Atomique*, da França	Pesquisa de estrutura molecular de proteínas.
Instituto Butantã – CAT e Universidade do Japão	Programa de desenvolvimento de anti-hipertensivo
Butantã e Tecpar	Produção de vacina: contra raiva para uso humano, vacina tríplice
TEcpar e Bio Manguinhos	Transferência de tecnologia para produção de vacinas contra influenza
Far Manguinhos/Fiocruz e Cristália	Produção de fármacos: Ritonavir (microemulsão em cáps. mole), Saquinavir (microemulsão em cáps. mole), Ritonavir + Saquinavir (associação, microemulsão) e Novos Inibidores de Protease
Far Manguinhos/Fiocruz e Roche	Produção de fármacos: Benzonidazol
Far Manguinhos/Fiocruz e Médicos sem fronteiras	Produção de Antiretrovirais/Medicamentos para doenças negligenciadas.
Far Manguinhos/Fiocruz e Glaxo Smithkline	Produção de fármacos: Abacavir, Amprenavir, Fosamprenavir
Far Manguinhos/Fiocruz e OMS	Produção de fármacos: Megazol
Biobrás, UFRJ, Instituto Biológico – SP, Instituto Pasteur - SP, UFSC e Vallée	Produção de Vacina contra brucelose
Embrapa e Vallée	Controle de *Clostridium*, produção de Somatrofina suína em pré-teste
Universidade de Viçosa, Embrapa e Vallée	Desenvolvimento de um Antiparasitário contra mosca-do-chifre
IAC e Copersucar	Desenvolvimento de novas variedades na agroindústria sucro-alcooleira.

Fonte: Silveira et al. (2001)..

1.4. Considerações Finais

Neste capítulo foi descrito em termos gerais a evolução recente da biotecnologia no mundo e no Brasil. O objetivo foi descrever as novas tecnologias, seus potenciais de geração de novos produtos, seus impactos sobre as atividades inovativas e organizacionais e as novas formas de regulamentação, sobretudo em relação a biossegurança e as leis de direito de propriedade intelectual. Mostrou também a evolução recente das pesquisas no Brasil, evidenciando seus potenciais e suas limitações. O objetivo aqui foi criar um pano de fundo para o desenvolvimento dos demais capítulos. A partir do final dos anos 80, a

competitividade comercial de empresas e países na agricultura e na industria farmacêutica passou a depender cada vez mais da biotecnologia moderna.

Nos capítulos seguintes será feita uma análise mais detalhada da evolução da biotecnologia na saúde humana e na agricultura. A preocupação central será verificar os impactos econômicos das novas tecnologias sobre a estrutura do comércio mundial em dois setores específicos: indústria farmacêutica e agronegócios. A análise destes dois setores, que aparentemente não possuem nenhuma ligação, é necessária porque são estes os dois onde até o momento mais se tem difundido a biotecnologia moderna.

2. Biotecnologia e Saúde Humana

Segundo Gadelha (2002), o corte biotecnologia/saúde não constitui uma cadeia produtiva e muito menos uma indústria: "a biotecnologia constitui um conjunto de tecnologias ou um paradigma tecnológico com aplicação importante na área de saúde, mas que não se confunde com mercados ou setores produtivos particulares" (Gadelha, 2002).

Significa então que a biotecnologia na área da saúde humana é utilizada, na maioria das vezes, de forma complementar ou paralela a outras tecnologias. Na indústria farmacêutica isto é muito claro, onde várias substâncias podem ser produzidas tanto através de processos biotecnológicos como através de síntese química. Os antibióticos, as vitaminas e os aminoácidos são bons exemplos de substâncias que podem ser produzidas através através dois paradigmas tecnológicos . Assim, os vários paradigmas convivem numa mesma industria e sem uma tendência de exclusão de um deles (Gadelha, 1990).

Neste Capítulo discutiremos, no item 2.1, as aplicações da biotecnologia na saúde humana (enfoque tecnológico) e os potenciais da biotecnologia moderna para o desenvolvimento de novos produtos e serviços. No item 2.2, discutiremos as características da indústria farmacêutica mundial, porque esta é a principal responsável pela difusão das novas tecnologias no campo da saúde humana. No item 2.3, discutiremos os riscos da excessiva privatização e da concentração da pesquisa e da produção das novas tecnologias e finalmente, no item 2.4, a estrutura do comércio mundial de produtos biotecnológicos no campo da saúde humana.

2.1. As Aplicações da Biotecnologia na Saúde Humana

A seguir faremos uma breve descrição dos principais produtos biotecnológicos utilizados para cuidados da saúde humana, dividindo-os em dois grupos: os obtidos pelos processos tradicionais (fermentação e extração biológicos) e os produzidos pelas modernas tecnologias (engenharia genética e genômica). Este item tem como objetivo a descrição do processo produtivo e de seus impactos sobre a saúde humana.

As Aplicações Tradicionais

O uso sistemático da biotecnologia na saúde humana começou após as descobertas de Louis Pasteur no campo da microbiologia no final do século XIX. Dentre as contribuições de Pasteur no campo da biotecnologia e da saúde humana se destacam: as pesquisas sobre fermentação e pasteurização, a descoberta da origem microbiana das doenças, a comprovação de que carbúnculo era causado por um microorganismo e a descoberta do estafilococo.

Todas estas descobertas de Pasteur abriram o caminho para grandes inovações nas ciências médicas. Na primeira metade do século XX, a utilização da biotecnologia tradicional e da síntese química na produção de medicamentos trouxe conseqüências importantes tanto para a saúde pública como para a estrutura da indústria farmacêutica. Algumas descobertas deste período, como o conceito de valor nutricional das vitaminas, a importância da insulina no tratamento de diabetes e a descoberta da penicilina por Fleming em 1928, foram responsáveis pelo que ficou conhecido como a "revolução terapêutica". Nos Estados Unidos, em função da revolução terapêutica, a vida média da população aumentou dez anos entre os anos 30 e 50 (Gerez, 1993).

Atualmente, as aplicações da Biotecnologia Tradicional na Saúde Humana se concentram na produção de Biofármacos, Imunobiológicos, Reagentes Biológicos para Diagnósticos e Hemoderivados. O Quadro 8 apresenta os principais produtos de cada grupo e a tecnologia utilizada na produção. Destes, os antibióticos e os imunobiológicos são os grupos de maior relevância tanto para a saúde pública como também para a indústria farmacêutica. O usos de antibióticos teve grandes impactos na redução da mortalidade por diversas doenças, tais como tuberculose e pneumonia (ver Tabela 3).

Quadro 8. Aplicações da Biotecnologia Tradicional na Saúde Humana

Grupo de Produtos	Biotecnologias	Produtos Representativos
Biofármacos	Fermentação Biossíntese de princípios ativos Catálise de reações químicas intermediárias	Antibióticos, Vitaminas B e B_{12}, Aminoácidos Vitaminas C, Corticosteróides
	Extração Bioquímica	Hormônios, enzimas e outras proteínas
	Semi-Síntese	Antibióticos, Aminoácidos, Insulina, etc.
Imunobiológicos	Fermentação	Vacinas Bacterianas (Meningite, Tuberculose, Tifo, DTP, etc)
	Cultura de Tecidos	VAcinas Virais (Poliomelite, Febre Amarela, Hepatite B, etc.)
	Cultura e extração de anticorpos em animais	Soros antiofídicos, antitetânicos, etc.
Reagentes Biológicos para Diagnósticos	Técnicas para leitura de reações imunobiológicos entre antígenos e anti-corpos em amostras de tecidos humanos	Kits para diagnósticos de Sífilis, Hepatite B, Doença de Chagas, AIDS, entre outras doenças.
Hemoderivados	Extração por fracionamento físico-químico de componentes do Plasma	Albumina, Fatores de Coagulação e Imunoglobulinas

Fonte: Gadelha, 1990.

Tabela 3. Taxa de mortalidade na Inglaterra para algumas doenças

(Mortalidade por 100.000 habitantes)

Causas da Morte	1920	1930	1940	1950	1960
Tuberculose	113,1	71,1	45,9	22,5	5,9
Disenteria	4	2,8	1,9	0,6	0,2
Difteria	15,3	4,9	1,1	0,3	0
Coqueluche	12,5	4,8	2,2	0,7	0,1
Infecções Meningocócicas	1,6	3,6	0,5	0,3	0,2
Sarampo	8,8	3,2	0,5	0,3	0,2
Gripe e pneumonia	207,3	102,5	70,3	31,3	36,6
Gastrites, Duodenites, Enterites	53,7	26	10,3	5,1	4,4
Partos e complicações/gravidez	19	12,7	6,7	2	0,8
Doenças da 1° infância	69,2	49,6	39,2	40,5	37

Fonte: Gerez, 1993.

Aplicações da Biotecnologia Moderna

A biotecnologia moderna tem um grande impacto na saúde humana porque inclui tecnologias que 1) permitem uma maior compreensão dos organismos vivos, tanto dos seres humanos quanto dos diversos microorganismos; e 2) permitem a produção de produtos terapêuticos mais eficientes e mais seguros.

Como na biotecnologia tradicional, as tecnologias modernas causam impactos tanto na saúde pública quanto na estrutura da indústria farmacêutica. A seguir discutiremos com mais detalhes as novas tecnologias e suas aplicações na saúde humana. Os impactos na estrutura da indústria farmacêutica serão discutidos no item 2.2.

As Pesquisas Genômicas

O Projeto Genoma Humano criou as condições para o surgimento de uma nova ciência: a Farmacogenômica. Esta ciência estuda a "relação entre a constituição genética do indivíduo e a sua resposta a medicamentos (...) O estudo da base genética da resposta diferenciada dos pacientes às terapias está permitindo o desenvolvimento de medicamentos mais eficientes e com menor efeito colateral"(Borém & Santos, 2003).

A Farmacogenômica cria condições científicas e técnicas para o surgimento de um novo paradigma de tratamento médico, como mostrado no Quadro 10, onde os tratamentos poderão ser personalizados.

Quadro 10. Tratamento médico do futuro.

Sistema Atual "único"		Tratamento médico do futuro
Sintomas Diagnóstico Tratamento genérico Controle dos efeitos colaterais das drogas	↓	Marcadores Preditivos Medicina Preditiva Medicina Preventiva Intervenção Precoce Tratamento Personalizado Medicação Otimizada

Fonte: Borém & Santos, 2003.

Terapia Gênica

Entende-se por Terapia Gênica a possibilidade de transferência de material genético para células de um indivíduo, resultando em benefícios terapêuticos. Segundo Dani (2002) "em sua forma simples, a terapia gênica consiste na inserção de genes funcionais em células com genes defeituosos, para substituir ou complementar esses genes causadores de doenças".

Mas diversas pesquisas atuais indicam que a terapia gênica não se limita apenas às possibilidades de substituir ou corrigir genes defeituosos. Para Dani (2002), "um espectro terapêutico muito mais amplo se apresenta na medida em que novos sistemas são desenvolvidos para permitir a liberação de proteínas terapêuticas, tais como hormônios, citocinas, anticorpos, antígenos ou novas proteínas recombinantes. A terapia gênica é a esperança de tratamento para um grande número de doenças até hoje consideradas incuráveis por métodos convencionais,das hereditárias e degenerativas, às diversas formas de câncer e doenças infecciosas".

Atualmente, mais de 10.000 fenótipos variantes, de origem genética, são conhecidos, sendo que a maioria está relacionada com doenças incuráveis. Com os avanços de novas tecnologias na área da biologia molecular, a aplicação clínica da terapia gênica tende a tornar-se uma possibilidade real. Durante a década de 90, mais de 300 ensaios clínicos de terapia gênica, num total de mais de 3.000 pacientes, foram realizados para o tratamento do cancro e doenças genéticas tais como: deficiência da deaminas e da adenosina, fibros e quística, hemofilia, doença de Gaucher e outras. Recentemente, estes ensaios têm se estendido ao tratamento da AIDS, de diversos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e neurológicas (ORNL, 2003).

Combate as Doenças Infecto-contagiosas

Além das doenças genéticas, a biotecnologia moderna poderá trazer grandes contribuições no combate às doenças infecto-contagiosas. Tradicionalmente, estas doenças são combatidas com 1) desenvolvimento de vacinas; 2)desenvolvimento de fármacos (antibióticos e antimicrobianos) e 3) combate aos transmissores (normalmente insetos). Estas estratégias, doravante a importância no combate a diversas doenças, em alguns casos são totalmente ineficientes. A Engenharia Genética, entretanto, vem abrindo novas possibilidades de combate a estas doenças.

Um caminho interessante consiste nos estudos do genoma e e do proteoma de diversos parasitas. Já existem vários projetos para sequenciar o genoma de parasitas causadores de doenças no homem, em animais e em plantas. Um exemplo é o Projeto Genoma da Malária, que tem por objetivo o sequenciamento do genoma dos protozoários causadores desta doença. Este projeto era financiado, até 2000, por cerca de US$ 20 milhões, recebidos de um consórcio formado pela Wellcome Trust, Burroughs-Wellcome Fund, Departamento de Defesa e Instituto Nacional de Alergia e Doenças Infecciosas dos Estados Unidos (Dias Neto, 2000).

Além do PG da malária, a partir de 1994 a Organização Mundial da Saúde (OMS), através do seu Programa Especial de Pesquisa e Treinamento em Doenças Tropicais (TDR), começou a financiar Projetos Genoma de 5 grupos de doenças, daquelas consideradas negligenciadas pelos grupos privados de pesquisas. Foram escolhidas para fazerem parte do

estudo: esquistossomoses (*Schistosoma* spp), filarioses (*Brugia malayi, Wuchereria bancrofti e Onchocerca volvulus*), leishmanioses (*Leishmania* spp), doença de Chagas (*Trypanosoma cruzi*) e tripanosomíase africana (*Trypanosoma brucei*), que junto com a malária e a toxoplasmose constituem as parasitoses mais graves e de maior prevalência no mundo (Dias Neto, 2000).

No Brasil, a primeira iniciativa de um Projeto Genoma foi o sequenciamento dos genes expressos pelo *Schistosoma mansoni,* parasita causador da esquistossomose (Dias Neto, 1997).

Em relação aos projetos proteomas, várias pesquisas com parasitas estão sendo realizadas, como o *Mycobacterium tuberculosis* (agente causal da tuberculose), *Plasmodium falciparum* (agente causal da malária), *Helycobacter pylori* (agente causal da úlcera e gastrite) (Di Ciero, 2002).

Os Produtos da Engenharia Genética

Entre os novos produtos da biotecnologia moderna, se destacam os biofármacos e as vacinas recombinantes. Vários destes produtos já eram produzidos através de tecnologias no âmbito da biotecnologia tradicional, mas estas tecnologias, principalmente a extração biológica, apresentam várias limitações e riscos. O processo de produção normalmente é muito custoso, intensivo em energia, com muitos resíduos perigosos e com fontes limitadas. Além da ineficiência produtiva, o processo de extração biológica apresentava também o risco de contaminação a partir de partículas infecciosas que podem causar doenças como AIDs, Hepatite B e outras.

A produção de biofármacos a partir de extração biológica se depara com uma limitação técnica. Muitas das vezes, para produzir uma pequena quantidade de determinado composto, é necessário extrair e processar milhares de substâncias naturais ou centenas de órgãos para tratar um paciente. A engenharia genética criou a possibilidade de produzir diversos compostos úteis à saúde humana em quantidade suficiente para permitir pesquisas em laboratórios, para estudos clínicos e novas opções de tratamento.

Em 1978, cientistas nos Estados Unidos isolaram o segmento do DNA humano responsável pela produção de insulina e o inseriram numa bactéria, a *E. coli bacterium*. O uso da insulina humana recombinante, foi aprovado nos Estados Unidos e outros países em

1982. Em 1980, também nos Estados Unidos, foi produzido interferon através da técnica de DNA recombinante (Inter-Departmental Group on Modern Biotechnology). Em 1976 foi produzida a primeira proteína terapêutica, a somatostatina, um neurotransmissor constituído 14 aminoácidos (Pareja, 2000).

A utilização de microorganismos modificados geneticamente, para produzir proteínas em grande quantidade, apresenta várias vantagens, como a eficácia e a segurança para os usuários e também vantagem econômica em relação aos processos clássicos de produção. No caso da insulina, por exemplo, a produção pelos métodos tradicionais requer grandes quantidades de matéria-prima (no caso da insulina, pâncreas suíno e bovino), que nem sempre estão disponíveis e muitas das vezes são de elevado custo. Assim, a utilização da técnica do DNA recombinante, se comparada com a técnica de extração, facilita e reduz o custo de produção (Lima, 2002). Para o consumidor, a insulina recombinante apresenta vantagens na eficácia e na segurança, já que a insulina de origem animal apresenta diversos efeitos colaterais e ainda não tem a mesma eficácia da insulina humana.

A engenharia genética causou também grande impacto na produção de vacinas. A forma tradicional de produzi-las é utilizando microorganismos mortos ou enfraquecidos. Para isso, é necessário cultivar os microorganismos causadores da doença para produzir a vacina. Esse método apresenta diversas limitações (Pareja, 2002; Silva, 1997):

1) Nem todos os microrganismos podem ser cultivados;

2) No caso de vacinas anti-viróticas, a produção normalmente é muito cara;

3) São necessárias medidas de segurança rigorosa nos laboratórios que manipulam o agente patogênico;

4) O enfraquecimento do agente requer medidas muito precisas, é possível que em alguns casos o agente enfraquecido recupere o seu potencial patogênico;

5) Este método tradicional apresenta restrições em relação ao desenvolvimento de vacinas para doenças como a Aids, por exemplo.

Com a tecnologia do DNA recombinante foi possível desenvolver um novo enfoque para o desenho e produção de vacinas[10] que rompe as barreiras descritas acima. A nova tecnologia permite produzir vacinas a partir de subunidades (DNA) do agente patogênico.

[10] Em 1986, foi obtida a primeira vacina humana geneticamente engenheirada (Recombivax HB de Chiron) e aprovada para prevenção de hepatite B (ABRABI).

A vacina contra a hepatite B foi um dos primeiros produtos em saúde introduzidos no mercado obtidos por engenharia genética – as empresas farmacêuticas identificaram no setor uma "porta de entrada" nas novas biotecnologias. A hepatite B é uma infecção viral muito séria, que mata 2 milhões de pessoas por ano e mais de 300 milhões de pessoas no mundo estão cronicamente infectadas. A primeira vacina contra Hepatite B era fabricada com antígenos (HbsAg) extraídos do sangue de portadores crônicos. Este procedimento é complexo e exige cuidados especiais para evitar contaminações.

2.2. Biotecnologia Moderna e a Indústria Farmacêutica

Após os anos 70, com a emergência de novas tecnologias – engenharia genética e farmacogenômica - a relevância da biotecnologia para a indústria farmacêutica aumentou significativamente, dado o esgotamento tecnológico dos paradigmas anteriores – da química fina e da biotecnologia tradicional. Assim, os grandes laboratórios multinacionais descobriram na biotecnologia moderna uma ferramenta poderosa para aumentar a competitividade e ganhar mercados. A biotecnologia moderna, ao lado da bioinformática, criou um amplo leque de oportunidades para lançamento de novos produtos em uma industria onde a diferenciação de produtos é peça chave para o aumento na participação do mercado mundial.

Portanto, para entender a dinâmica inovativa, produtiva e comercial da biotecnologia moderna aplicada na saúde humana é necessário conhecer com mais detalhes as especificidades da industria farmacêutica, já que esta representa a principal plataforma de transformação das descobertas científicas no campo das "ciências da vida" em bens inovadores. A importância de se estudar a indústria farmacêutica aqui é que ela constitui o principal vetor de inovação e difusão em biotecnologia moderna no campo da saúde humana.

Mas antes de entrarmos na discussão da indústria farmacêutica é necessário fazermos um breve comentário sobre o ambiente institucional que está inserido esta indústria. Todo a dinâmica tecnológica e comercial na área da saúde está inserida em um ambiente setorial e institucional mais amplo: o complexo industrial da saúde. Segundo Gadelha (2002), o conceito complexo da saúde "delimita as indústrias que atuam na área da saúde, cuja dinâmica competitiva condiciona a evolução dos paradigmas e trajetórias

tecnológicas estratégicas para as inovações em saúde, como é o caso da biotecnologia, da química fina, da eletrônica (equipamentos) e mesmo dos novos materiais".

Duas características distinguem as indústrias que constituem o complexo da saúde: são intensivas em ciência e tecnologia e atuam em mercados altamente regulamentados.

No campo da saúde há uma estreita relação entre ciência, tecnologia e aplicação industrial/ comercial. O desenvolvimento de um novo produto para cuidados da saúde humana normalmente está relacionado com descobertas aumentam o nível de compreensão do funcionamento do organismo humano ou com pesquisas no campo da química/farmacologia que propiciam a descobertas de propriedades curativas de determinadas substâncias. As descobertas no campo da biologia molecular e da genética que ocorreram após os anos 50, que culminaram com o desenvolvimento da tecnologia do DNA recombinante e com os estudos genômicos são bons exemplos de descobertas científicas e tecnológicas que abriram um amplo leque de oportunidades para aplicações industriais e comerciais no campo da saúde humana.

No campo específico da biotecnologia moderna e saúde humana, a complementaridade[11] entre ciência e tecnologia (C&T) é muito elevada. A intensidade dessa complementaridade varia entre áreas de conhecimento e de setores industriais diferentes. Segundo Pavitt (1989), o espaço de tempo entre descoberta científica e inovação tecnológica na biotecnologia moderna, juntamente com a química, é um dos menores entre todos os demais setores industriais.

A segunda característica do complexo da saúde é a forte presença do Estado. O setor público está presente na produção, distribuição e na intensa regulamentação que caracteriza os diversos mercados de bens e serviços para a saúde. Segundo Zweifel & Breyer (1997), a forte presença do Estado nestes mercados está relacionada com as especificidades dos bens e serviços destinados a cuidados da saúde:

i. Possuem características de bens públicos;

ii. O consumo dos bens relacionados à saúde resulta em efeitos externos;

iii. A produção destes bens é caracterizada por retornos crescentes de escala;

[11] Segundo Pavitt (1989), a complementaridade entre ciência e tecnologia é medida pela possibilidade de que descobertas científicas se materializem, tão rapidamente quanto possível, em inovações tecnológicas.

iv. Os pré-requisitos para um mercado perfeitamente competitivo, isto é, transparência do mercado e soberania do consumidor, não estão presentes nestes mercados.

Assim, a indústria farmacêutica, como principal *lócus* de inovação tecnológica do complexo da saúde, é um setor intensivo em ciência e é também um dos setores mais regulamentados dentre todas as demais atividades econômicas.

O Processo Inovativo na Indústria Farmacêutica

Até os anos 30, a fabricação de medicamentos era na maior parte artesanal, muito dependente da técnica do farmacêutico, que trabalhava individualmente em pequenos laboratórios. No pós-guerra, os avanços tecnológicos no campo da química fina e da biotecnologia tradicional, como a produção industrial de imubiológicos, cultura de tecidos, extração biológica e processos fermentativo e enzimático, causaram uma mudança radical na organização das atividades inovativas, produtivas e comerciais (estratégias de *marketing*) na indústria farmacêutica. Entre 1940 e 1950, ela passou por mudanças que a transformaram numa indústria oligopolizada e com atuação global (Gadelha, 2002).

Após os anos 50, a indústria farmacêutica passou a se caracterizar como um "oligopólio de base científica, assentado na diferenciação de produtos"(Gadelha, 1990, p.55). A especialização dos laboratórios por classe terapêutica faz com que as rotinas de inovação sejam elementos-chave para a criação de barreiras à entrada por segmento, permitindo ganhos de monopólio para os inovadores (Queiroz & Silveira, 1994).

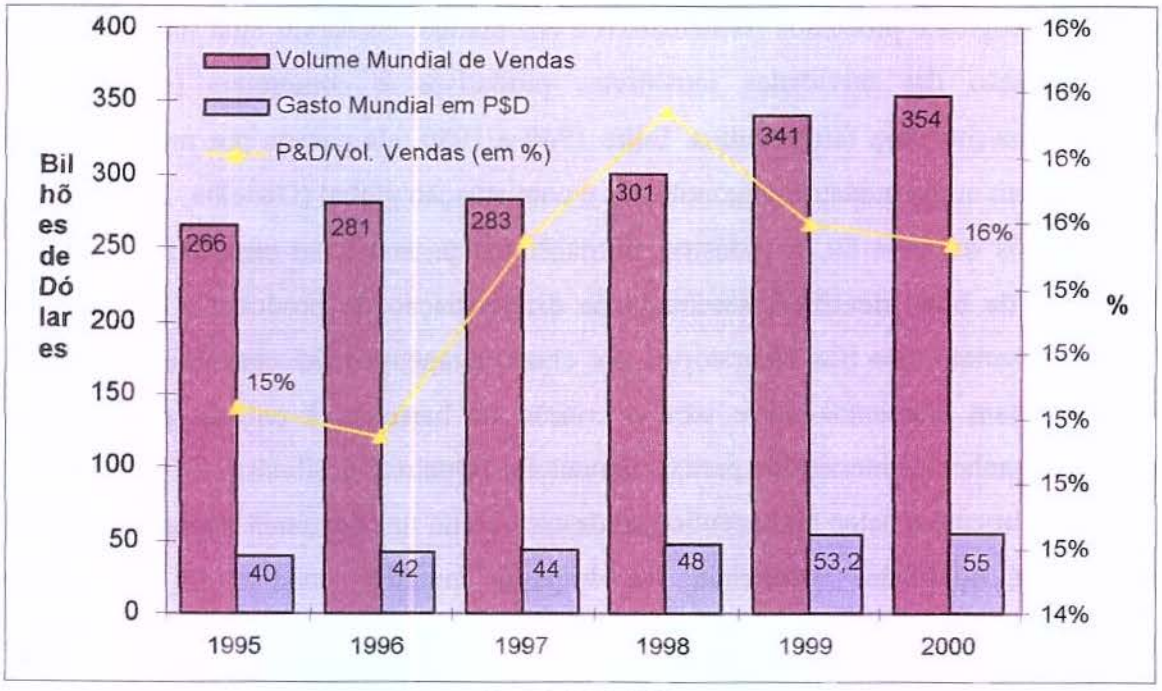
Atualmente o setor farmacêutico se destaca como um dos mais intensivos em P&D de todas as atividades industriais. As despesas mundiais médias em P&D, como porcentagem do volume de vendas, oscilou em torno de 15% entre 1995 e 2000 (ver Figura 1).

No Reino Unido - maior exportador de medicamentos e sede de dois dos cinco maiores laboratórios do mundo - a indústria farmacêutica gastou com P&D o equivalente a 34% do valor total das vendas em 1998. No mesmo ano, o segundo setor com mais investimento em P&D neste país foi o aeroespacial, com 8% do valor total das vendas, um quarto apenas do que gastou a indústria farmacêutica (ABPI, 2003).

Nos Estados Unidos – maior mercado e maior produtor mundial - a despesa em P&D da indústria farmacêutica aumentou de 2 bilhões de dólares em 1980 para 23,4 bilhões de dólares em 2000. Entre 1990 e 2000 o valor gasto em P&D aumentou em 332%, aumento significativo se comparado com as duas outras principais industrias farmacêuticas mundiais: européia e japonesa, que apresentaram um aumento de 116% e 166% respectivamente (Figura 2).

A pesquisa e o desenvolvimento na indústria farmacêutica são os motores do crescimento do setor e uma condição necessária para as grandes empresas de atuação global se manterem no mercado dos medicamentos éticos[12]. Nesse segmento, a diferenciação de produto é crucial para ganhar fatias do mercado.

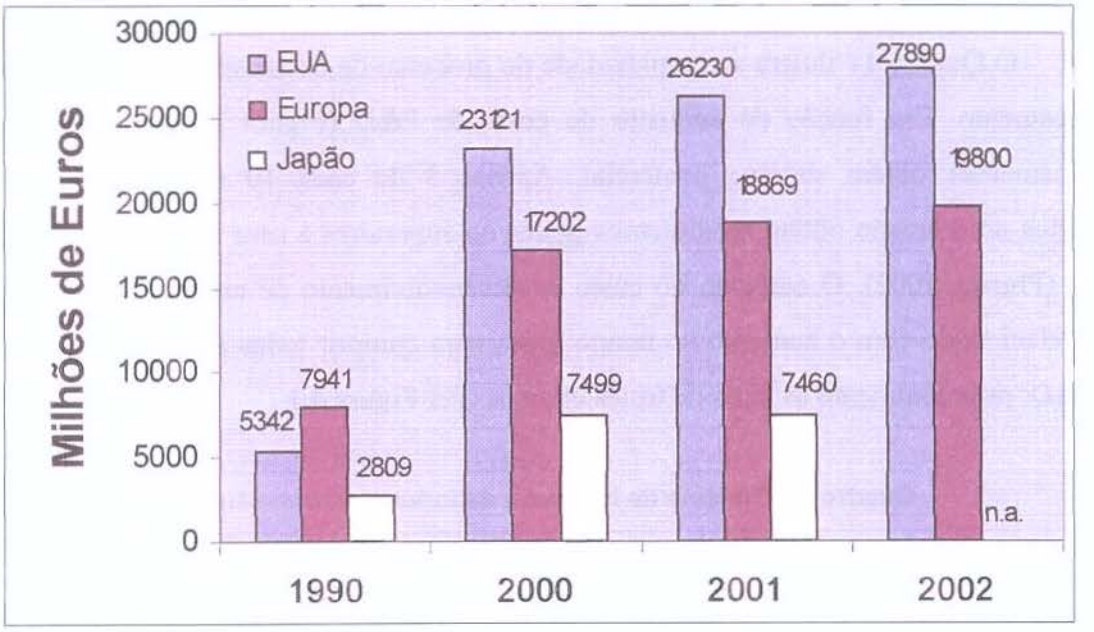
Figura 1. Gastos em P&D em relação ao volume de vendas na industria farmaceutica mundial



Fonte: EPFIA, 2003.

[12] O mercado de medicamentos é dividido em segmentos: os medicamentos éticos e os genéricos. O éticos são os medicamentos desenvolvidos pelos grandes laboratórios, protegidos por patentes e comercializados com um nome comercial (marca). Normalmente quando lançado no mercado, apresentam dominancia tecnológica sobre os demais. Os genéricos são imitaçõs dos medicamentos éticos que são comercializados com o nome da fórmula química após a expiração das patentes. A participação dos genéricos no mercado de medicamentos varia de acordo com o país: ex. Grã Bretanha com 65%; Estados Unidos com 49%; Alemanha, 38% e Japão com 8% (Valentin, 2003).

Figura 2. Investimento em P&D na industria farmacêutica nos três principais centros inovadores do mundo: EUA, Europa e Japão



Fonte:EPFIA, 2003.

O processo inovativo na indústria farmacêutica se diferencia muito de outros setores, porque o caminho entre a descoberta de uma nova substância até a fabricação em grande escala e a comercialização de um novo medicamento é longo, custoso, altamente regulamentado e com alta incidência de fracassos. O custo para desenvolver uma nova droga nos Estados Unidos aumentou de US$ 138 milhões em 1975 para US$ 802 milhões (Phrma, 2002). Esse custo é elevado por três razões:

i. Custos elevados dos insumos, principalmente os equipamentos e a mão-de-obra, que é altamente especializada (biólogos, farmacêuticos, médicos, engenheiros, etc.);

ii. O longo espaço de tempo gasto em todo o processo, desde a descoberta da nova droga até a aprovação por um órgão responsável pela regulamentação do setor[13] (um total de 15 anos em média);

iii. O elevado grau de fracasso envolvido no processo de desenvolvimento de novos medicamentos, onde de cada 5000 compostos químicos pesquisados no início do processo, apenas 5 passam para a fase de experimentações clínicas e

[13] Nos Estados Unidos o órgão responsável pela regulamentação e liberação de novos medicamentos é o FDA. No Brasil esse papel é delegado a Agência de Vigilância Sanitária, órgão vinculado ao Ministério da Saúde.

destes, apenas um é aprovado pelo FDA e comercializado como novo medicamento.

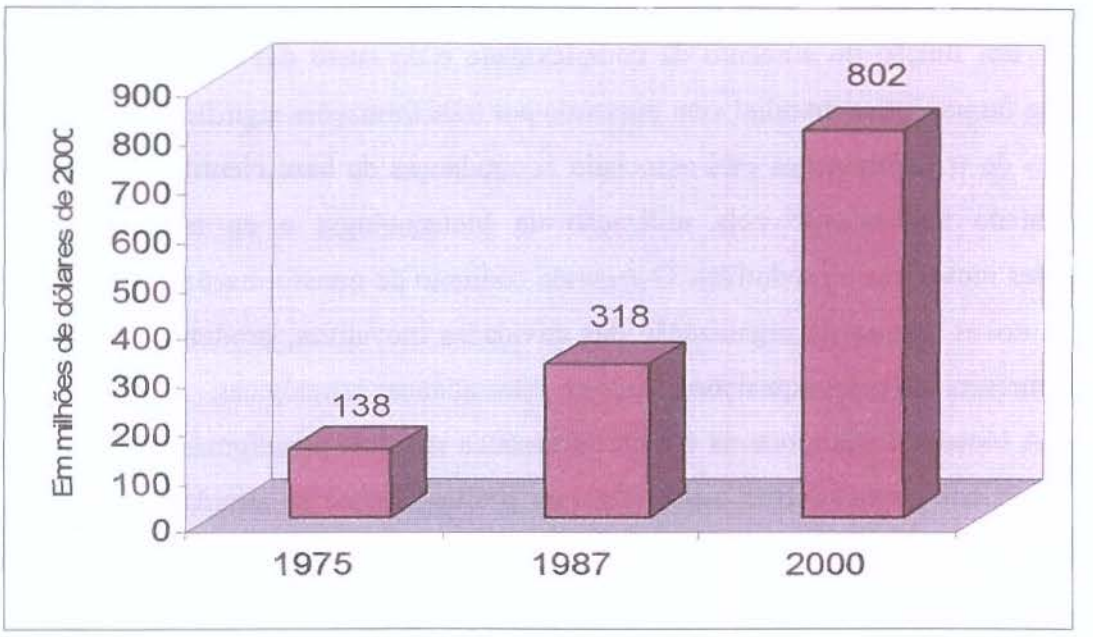
O Quadro 11 ilustra a complexidade do processo de desenvolvimento de um novo medicamento. Em função do aumento do custo de P&D (Figura 3), nem todos novos medicamentos obtêm sucesso comercial. Apenas 3 de cada 10 novos medicamentos lançados no mercado obtêm rendimentos iguais ou superiores a seus respectivos custos de P&D (Phrma, 2002). O aumento do custo de desenvolvimento de um novo medicamento está relacionado com o aumento do tempo gasto para cumprir todas as etapas do processo de P&D, principalmente as fases de testes clínicos (ver Figura 4).

Quadro 11. Sistema de inovação da industria farmacêutica.

	Descobertas e Testes Prè-Clínicos	Experimentações Clínicas			FDA		
		Fase I	Fase II	Fase III			
Tempo (em anos)	6,5	1,5	2	3,5	1,5	15 (Total)	
Teste a População	Laboratórios e estudos em animais	20 a 100 pessoas saudáveis voluntários	100 a 500 pacientes voluntários	1000 a 5000 pacientes voluntários	Processo de revisão e aprovação		Testes adicionais pós-marketing exigidos pelo FDA
Objetivo/ Finalidade	Avaliação da segurança, ação biológica e formulações	Analisar a segurança e determinar a dosagem	Avaliar a eficácia e procurar pelos efeitos colaterais	Confirmar a eficácia, monitorar reações adversas para uso de longo-prazo			
Taxa de Sucesso	5000 compostos químicos avaliados	Apenas 5 do 5000 compostos iniciais são utilizados nos testes em humanos			Apenas 1 dos 5 utilizados nas experimentações clínicas é aprovado pelo FDA		

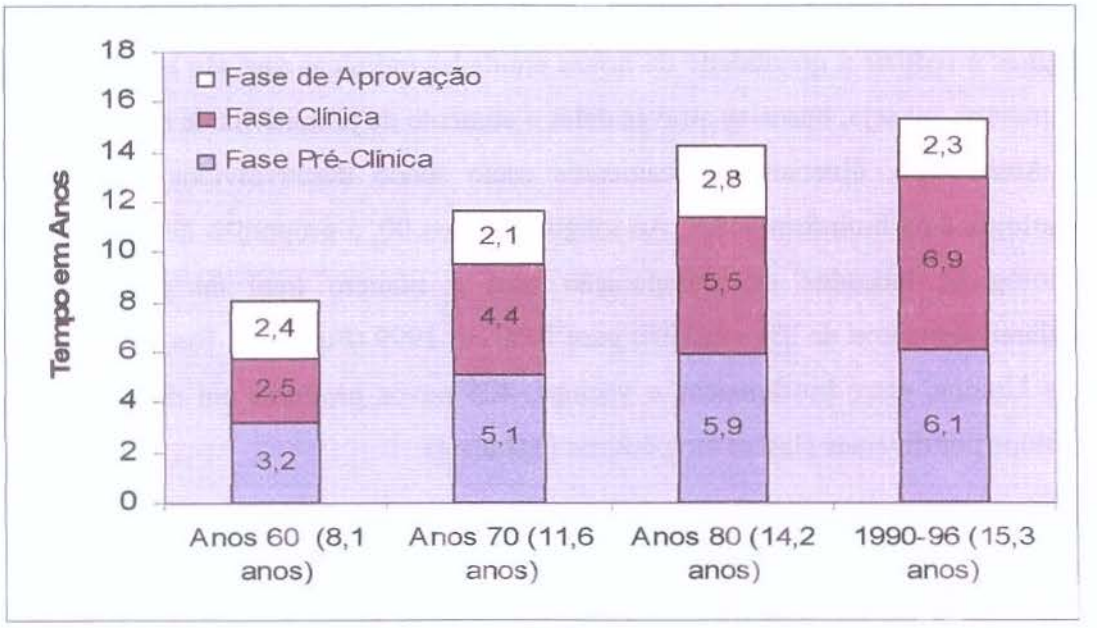
Fonte: Pharma , 2002.

Figura 3. Evolução do custo de desenvolvimento de um novo medicamento nos Estados Unidos



Fonte: PhARMA, 2001.

Figura 4. Tempo médio gasto para o desenvolvimento de uma nova droga



Fonte: EFPIA, 2003.

Tendência Recente: Mudanças Tecnológicas, Organizacionais e Estruturais

Em função do aumento da complexidade e do custo das atividades de P&D, a industria farmacêutica mundial vem passando por transformações significativas. O primeiro conjunto de transformações está associado às mudanças da base científica e tecnológica, representado basicamente pela utilização da biotecnologia e da bioinformática nas atividades inovativas e produtivas. O segundo conjunto de transformações está relacionado com as novas formas de organização das atividades inovativas, produtivas e comerciais, que é representado pelas aquisições, fusões e pelas alianças estratégicas.

A biotecnologia moderna e a bioinformática são dois paradigmas tecnológicos que foram gestados paralelamente e que afetaram profundamente as atividades inovativas da industria farmacêutica, embora estes paradigmas tenham surgido fora desta indústria. Ambos foram incorporados na dinâmica inovativa dos grandes laboratórios multinacionais como ferramentas importantes no processo de descoberta e de desenvolvimento de novas drogas.

Ambos os paradigmas, embora de natureza tecnológica diferente, são utilizados sinergicamente no processo de descoberta de novas drogas. Um dos desafios destes paradigmas é reduzir a quantidade de novas entidades químicas que são reprovadas como medicamentos, ou seja, busca-se através deles o aumento da produtividade do P&D.

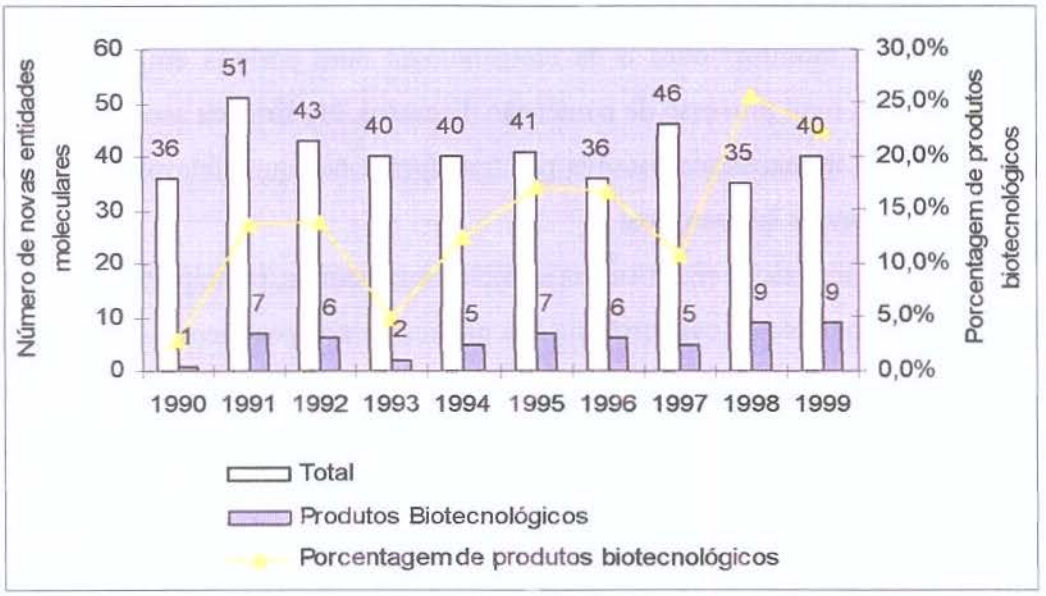
Atualmente, diversos medicamentos estão sendo desenvolvidos com ajuda da biotecnologia e da bioinformártica. Ao longo dos anos 90, a proporção de novos produtos biotecnológicos lançados em comparação com o número total de novas entidades moleculares aumentou de 3% em 1990 para 22% em 1999 (Figura 5). Em 2002, havia nos Estados Unidos, entre biofármacos e vacinas, 425 novos produtos em desenvolvimento, distribuídos por diversas classes terapêuticas (Tabela 4).

Tabela 4. Biofármacos e vacinas em desenvolvimento nos Estados Unidos em 2002 – Por classes terapêuticas

Classe Terapêutica	N	%
Câncer/Sintomas relacionados	178	41,88%
Doenças infecciosas	47	11,06%
Doenças Autoimune	26	6,12%
Distúrbios neurológicos	22	5,18%
AIDS/Infecções relacionadas com HIV	21	4,94%
Doenças respiratórias	19	4,47%
Doenças Digestivas	17	4,00%
Doenças cardíacas	15	3,53%
Doenças da pele	15	3,53%
Diabetes/Sintomas relacionados	10	2,35%
Doenças Genéticas	10	2,35%
Transplantes	6	1,41%
Distúrbios do crescimento	4	0,94%
Doenças do Sangue	3	0,71%
Tratamento oftalmológicos	2	0,47%
Infertilidade	2	0,47%
Outros	28	6,59%
Total	425	

Fonte: PhARMA, 2003.

Figura 5. Número de produtos biotecnológicos lançados no mundo em comparação com o número total de novas entidades moleculares (incluído as biotecnológicas)



Fonte: EFPIA, 2003.

A produção de vacinas é uma das que mais sofreu impactos da biotecnologia moderna. De todos os segmentos, o de vacinas é o que oferece maior potencial de aplicação

das novas tecnologias. Para os usuários, a engenharia genética permite a produção de vacinas mais eficientes, eficazes e seguras. Para a industria farmacêutica, as novas tecnologias tornaram a produção mais seguras e mais lucrativas. Além do mais, para muitas empresas, pesquisar e produzir novas vacinas a partir da biotecnologia moderna tornou-se uma forma de se aproximar e dominar os novos paradigmas.

O interesse recente das grandes multinacionais pela sua produção causou uma mudança a nível mundial na estrutura da indústria de vacinas. Até o final dos anos 70, grande parte da produção de vacinas no mundo era realizada em instituições públicas, universidades ou em instituições sem fins lucrativos. Já em 2000, este quadro tinha mudado completamente: os quatro maiores laboratórios mundiais (Glaxo SmithKline, Merck, Aventis e American Home Products) controlavam 80% do mercado mundial, estimado em US$ 6,8 bilhões (Gadelha, 2002).

Apesar do caráter revolucionário da biotecnologia e da bioinformática no processo de P&D, nenhum dos grandes laboratórios tomou parte no desenvolvimento inicial da biotecnologia moderna nos meados dos anos 70. Existiram duas razões pelas quais os grandes laboratórios não incorporaram de imediato os novos paradigmas: uma razão econômica e outra estrutural.

A razão econômica foi a grande quantidade de capital necessária para o desenvolvimento da bioinformática e da biotecnologia num período em que os grandes laboratórios estavam num processo de contenção de custos. No fim dos anos 70 e início dos anos 80, a indústria farmacêutica passava por transformações que afetavam diretamente a lucratividade dos grandes laboratórios:

i. A fiscalização rigorosa das agências regulatórias, principalmente o FDA;
ii. O aumento da concorrência dos medicamentos genéricos;
iii. O aumento da pressão dos governos e dos seguros privados pela redução dos preços dos medicamentos. Nos Estados Unidos, maior mercado do mundo, a maior parte dos gastos das famílias com medicamentos tem cobertura dos seguros privados e do sistema público de saúde.

A razão estrutural está relacionada com as características tecnológicas da biotecnologia. A verticalização de uma tecnologia fortemente baseada em ciência básica e multidisciplinar exigiria dos grandes laboratórios uma verdadeira revolução organizacional.

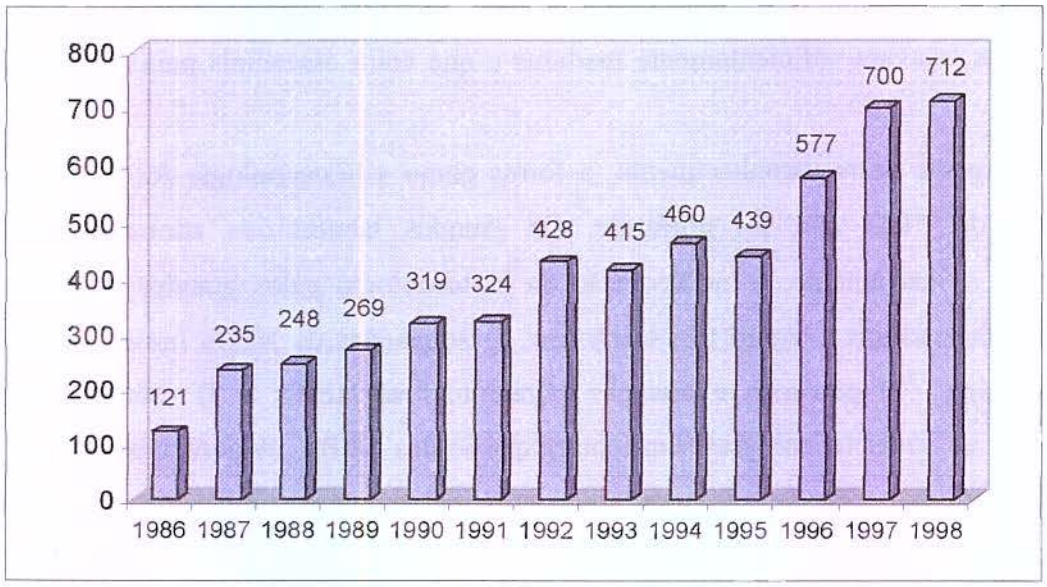
Somente no início dos anos 80 que os grandes laboratórios, que deliberadamente não tinham investido em biotecnologia e bioinformática, reconheceram que as novas tecnologias estavam suficientemente maduras e que eram essenciais para suas estratégias futuras.

Apesar deste reconhecimento, a forma como a biotecnologia foi incorporada no processo de P&D não foi uniforme. Os grandes laboratórios adotaram estratégias diferentes. Basicamente, a incorporação da biotecnologia pelos grandes laboratórios da indústria farmacêutica seguiu três caminhos: 1) aquisições de NEBs (novas empresas de biotecnolgia); 2) parcerias e alianças estratégicas as NEBs; e 3) esforço interno de incorporar as novas tecnologias sem a participação das NEBs. Alguns laboratórios, como Wellcome, Glaxo e Bayer, adotaram como principal estratégia unir esforços de pesquisas diretamente em seus laboratórios nos Estados Unidos. Já Hoeschst, Ciba Geigy e Hoffmann La Roche deram maior ênfase nas alianças com as NEBs.

Até o momento, as estratégias que mais cresceram e que mais geraram bons resultados comerciais foram as parcerias e as alianças estratégicas entre. As alianças estratégicas cresceu significativamente nos últimos anos (ver Figura 6). Em 1994, as empresas farmacêuticas contratavam apenas 4% de suas atividades em P&D de outras empresas. Em 2000, as atividades de P & D desenvolvidas em parcerias com terceiros aumentou para 20%.

As parcerias e alianças entre empresas farmacêuticas e biotecnologias ficam mais evidentes quando se analisa as empresas que atuam especificamente com pesquisas genômicas. Embora o tempo e custo do sequenciamento genético tenham se reduzidos drasticamente nos últimos anos, as empresas genômicas ainda não conseguiram outra alternativa de sobrevivência a não ser através das parcerias com as farmacêuticas (ver Tabela 5) ou converter-se em produtoras de medicamentos, como é o caso da Celera Genomics.

Figura 6. Número de alianças tecnológicas na industria farmaceutica mundial



Fonte: Ramirez, 1999.

Tabela 5. Algumas alianças e parcerias entre as grandes empresas farmacêuticas e empresas genômicas

Ano	Parcerias	Valor (em U$ milhões)
1993	SmithKline & HGS	$ 125
1997	Monsanto & Millennium	$ 343
1998	Bayer & Millennium	$ 465
2000	Novartis & Vertex	$ 815
2001	Bayer & curagen	$ 1.340

Fonte: ETC Goup, 2001.

As transformações na base técnica e produtiva da industria farmacêutica, ao lado de outras variáveis, como as regulamentações, causou também mudanças significativas na configuração do mercado mundial. Ela sofreu nos anos 90 uma onda de fusões e aquisições que resultou no aumento da concentração industrial no setor (ver Quadro 11). A participação no mercado mundial das 10 maiores empresas do mundo passou de 20% em 1980, para 28% em 1990 e atingiu 47% em 2001 (Frenkel, 2002 e Tabela 6).

Quadro 12. Fusões e aquisições na industria farmacêutica mundia nos anos 90

Ano	Negociação	Empresas envolvidas
1993	Aquisição	Merck comprou a distribuidora de medicamentos Medco Containment Services
1994	Aquisição	American Home Products (EUA) comprou a American Cyanamid (EUA) por US$ 10 bilhões
1995	Aquisição	Glaxo (Reino Unido) comprou a Wellcome (Reino Unido) por US$ 14,9 bilhões
1996	Fusão	Pharmacia Aktiebolag (Suíça) e Pharmacia Upjohn (EUA)
1996	Fusão	Sandoz (Suíça) e Ciba (Suíça) formando a Novartis
1997	Aquisição	F. Hoffmann-la Roche (Suíça) comprou Boehringer Ingelheim (Alemanha) por US$ 11 bilhões
1999	Fusão	Astra AB (Suíça) e Zeneca (Reino Unido) formando a AstraZeneca (Reino Unido)
1999	Fusão	Hoechst Marion Roussel (Alemanha) e Rhône-Poulenc (França) formando a Aventis (Alemanha)

Fonte: Gadelha, 2002.

Tabela 6. As 20 maiores empresas farmacêuticas do mundo em 2001, por país de origem, valor das vendas anual e participação no mercado.

Empresas	País	Vendas		Fatia de mercado
		Em £ milhões	Em US$ milhões*	
Pfizer	EUA	18.275	26.476	7,5
GlaxoSmithKline	Reino Unido	17.066	24.725	7,0
Merck & Co	EUA	12.916	18.712	5,3
AstraZeneca	Reino Unido	11.147	16.150	4,6
Johnson & Johnson	EUA	10.828	15.687	4,4
Bristol-Myers Squibb	EUA	10.422	15.099	4,3
Novartis	Suiça	9.767	14.150	4,0
Aventis	França	8.501	12.316	3,5
Pharmacia Corp	EUA	8.265	11.974	3,4
Abbott	EUA	7.507	10.876	3,1
Total das 10+		**114.694**	166.166	**47,0**
American Home Products	EUA	7.450	10.793	3,1
Lilly	EUA	7.105	10.294	2,9
Roche	Suiça	6.757	9.789	2,8
Schering-Plough	EUA	5.733	8.306	2,4
Takeda	Japão	4.395	6.367	1,8
Bayer	Alemanha	4.269	6.185	1,8
Boehringer Ingelheim	Alemanha	3.428	4.966	1,4
Sanofi-Synthélabo	França	2.766	4.007	1,1
Amgen	EUA	2.565	3.716	1,1
Eisai	Japão	2.197	3.183	0,9
Total das 20+		**161.36**	233.775	**66,1**

* Valor calculado pela Taxa de Cambio de 28/12/2001, 1£ = US$ 1,44878. Fonte: ABPI, 2003.

2.3. Os Riscos da Excessiva Privatização e Concentração dos Esforços de P&D

No item 2.1. apresentamos as aplicações da biotecnologia moderna na saúde humana e seus potenciais para resolver diversos problemas de saúde pública. O desenvolvimento de novas técnicas de diagnósticos e de terapias poderão ter importância decisiva, por exemplo, no combate a doenças que atingem milhões de pessoas no mundo todo, como AIDS, Malária, Tuberculose, etc..

No item 2.2. descrevemos as principais características e tendências da indústria farmacêutica moderna porque é nesta que está concentrada grande parte do volume de recursos destinado às novas descobertas no campo da biotecnologia moderna. Grande parte dos esforços em P&D para desenvolver novos produtos na área da saúde humana está concentrada nos grandes laboratórios multinacionais e estes, por sua vez, concentram suas atividades de investigação nas matrizes, normalmente localizadas nas economias centrais. A maioria dos novos produtos que serão desenvolvidos a partir dos novos paradigmas científico-tecnológicos provavelmente chegará ao mercado através de algum grande laboratório multinacional. O elevado grau de "privatização" da pesquisa cientifica/ tecnológica pode fazer com que nem todas as descobertas e possibilidades técnicas apresentadas no item 2.1 venham de fato a contribuir para o aumento do bem-estar da população, principalmente aquelas situadas na periferia do sistema capitalista. Assim, a privatização dos esforços em P&D no campo da saúde e sobretudo na biotecnologia moderna, pode criar uma brecha entre os benefícios potenciais e os benefícios efetivos do desenvolvimento científico e tecnológico. Esta brecha está presente em todas as tecnologias, mas no caso dos produtos e serviços para cuidados da saúde, os efeitos negativos sobre o bem-estar social são maiores por causa das suas características – bens públicos e presença de externalidade positiva.

No caso específico da biotecnologia moderna e da indústria farmacêutica, os prejuízos sociais da privatização podem ter duas fontes: o poder de monopólio concedido ao laboratório inovador através dos sistemas de patentes e a tendências destes laboratórios em concentrarem seus esforços de P&D naquelas classes terapêuticas mais lucrativas e negligenciarem outras, que embora pela ótica comercial sejam pouco atrativas, do ponto de vista social são de grande relevância.

Resumindo, a privatização pode impedir uma parcela da população ao acesso de determinado produto por duas razões: 1) a empresa inovadora cobra um preço elevado pelo novo produto, aproveitando de sua condição de monopolista; 2) a empresas deixa de desenvolver e produzir determinado produto, embora seja tecnicamente viável e socialmente necessário, por não ser atrativo do ponto de vista econômico.

O Preço de Monopólio e a Exclusão do Consumo

A garantia da apropriação dos benefícios da inovação é crucial para a comercialização de qualquer produto intensivo em ciência e tecnologia. O sistema de patente é um dos mecanismos existentes para garantir esta apropriação. Proibindo a imitação, ela garante, por tempo limitado, ao empresário inovador um lucro extra. Além da patente, outras formas de proteção podem ser utilizadas, tais como o segredo, maior avanço tecnológico baseado em P&D e habilidades específicas da empresa e influencia sobre os consumidores e usuários (Dosi & Pavitt e Soete, 1993).

Apesar das diversas formas de proteção, há setores em que o sistema de patentes é mais eficiente como forma de garantir a compensação financeira ao inovador. Segundo Nelson (1992), as patentes são os meios mais eficazes em dois tipos básicos de industrias: industria química, principalmente a industria farmacêutica; e a industria de aparelhos, como instrumentos científicos e ferramentas. Segundo um estudo empírico realizado por Mansfield & Schwartz e Wagner (1981) para a industria norte-americana, 90% das inovações farmacêuticas não teriam ocorrido na ausência de proteção de patentes. Na taxonomia de Bell e Pavitt (1993), as empresas mais dependentes do sistema de patentes são aquelas baseadas em ciência e as fornecedoras especializadas.

Mas do ponto de vista social, o sistema de patentes, apesar dos benefícios, apresenta custos para a sociedade. Os benefícios sociais imediatos da inovação dependerão do seu grau de dispersão na sociedade, isto é, da quantidade de pessoas que serão beneficiados com ela. Mas ao conceder o direito de patente, a sociedade concede ao inovador o poder de controlar e restringir a utilização da inovação (Scherer, 1989).

Numa economia de mercado, a forma mais comum de restringir o uso de uma inovação protegida por patentes é através dos mecanismos de fixação do preço do novo produto. A patente confere ao inovador o poder de estabelecer o preço. Dependendo do

preço estabelecido pela empresa inovadora, durante o período de vigência da patente a inovação estará beneficiando apenas uma parcela da sociedade.

Segundo Scherer (1989), este poder de estabelecer o preço varia de setor para setor. Ele tenderá a ser amenizado nos mercados onde houver disponibilidade de bens substitutos. No caso da indústria farmacêutica, o poder do inovador/monopolista tende a ser muito alto porque a demanda por novos medicamentos tende a ser inelástica. A inelasticidade deste mercado é explicada pela pequena margem de escolha do consumidor, já que no caso dos medicamentos éticos, são os médicos os agentes responsáveis pela inserção do novo produto no mercado. E a decisão desses agentes é baseada nas qualidades tecnológicas do produto e não no seu preço. Zweifel e Breyer (1995) descrevem cinco dimensões qualitativas dos medicamentos: principal efeito benéfico, reação desejada da droga, reação adversa da droga, taxa de absorção no organismo e forma de utilização. O sucesso de mercado do inovador somente estará garantido se o novo medicamento apresentar uma dominância tecnológica em relação aquele já existentes no mercado em todas estas dimensões. No caso de dominância total, o preço não desempenhará um papel relevante na conquista do mercado.

Scherer cita um caso muito ilustrativo do poder de estabelecer preços na industria farmacêutica. Entre 1956 e 1965, a empresa Pfizer e suas licenciadas comercializaram o antibiótico tetraciclina no atacado a um preço de custo de US$ 30,60 por cada frasco com 100 cápsulas. O custo de produção neste mesmo período variou entre US$ 1,60 a US$ 3,80 por frasco. A partir de 1965 outras empresas não licenciadas começara a vender tetraciclina a US$ 2,50 o frasco (Scherer, 1989).

Assim, o sistema de patentes na industria farmacêutica ao mesmo tempo em que é crucial para incentivar as inovações, pode causar elevados custos sociais ao impedir que muitas pessoas tenham acesso imediato às inovações devido ao poder de fixação de preço que dispõem as empresas. Este paradoxo é um dos motivos que explicam a forte presença do Estado nos mercados de bens para saúde, especialmente naqueles segmentos de grande importância para as políticas de saúde pública, como as vacinas, os hemoderivados e os anti-retrovirais.

Apesar de toda a sua potencialidade de descobrir tratamentos preventivos e curativos para diversas doenças, a privatização do P&D pode retardar os seus benefícios

para aquelas pessoas que não puderem pagar pelo preço estabelecido pelo monopolista. Esta exclusão é muito mais dramática nas economias periféricas, onde a desigualdade de renda e o nível de pobreza são muito elevados e a assistência pública de saúde é muito precária.

As Doenças Negligenciadas

Outra possibilidade da intensa privatização do P&D em produtos para a saúde humana causar danos para a sociedade reside na tendência dos grandes laboratórios concentrarem seus esforços de investigação naqueles grupos de produtos mais promissores do ponto de vista do retorno financeiro. No caso anterior, uma parcela da sociedade é prejudicada porque não possui renda o suficiente para comprar um novo produto que foi lançado no mercado. No caso da negligencia, a sociedade como um todo é prejudicada porque a empresa detem o conhecimento cientifico e os meios tecnológicos para desenvolver um novo produto mas não o faz porque ela não visualiza um mercado promissor para tal produto.

Segundo documento elaborado pela organização Médicos sem Fronteiras, as doenças transmissíveis mataram 14 milhões de pessoas em todo o mundo em 1999, a maioria em paises em desenvolvimento. Para esta organização, uma das causas para nível tão alto de mortalidade associado a essas doenças é falta de pesquisas e desenvolvimento de remédios e vacinas para doenças que atingem os mais pobres (MSF, 2001).

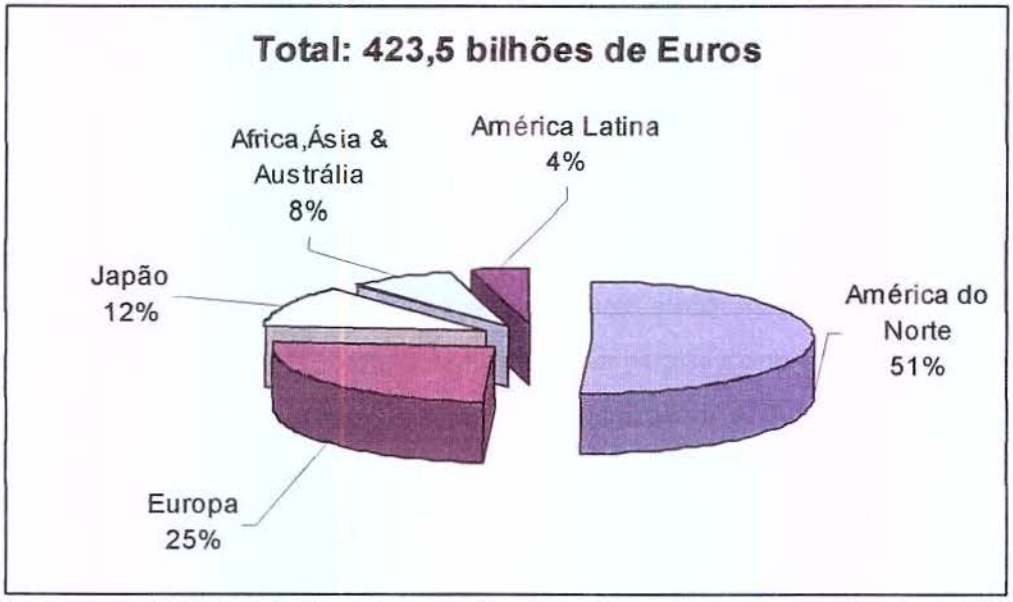
Para Marques (2002), as doenças infecciosas e parasitárias nunca perderam o título de maiores ameaças à saúde pública da humanidade. Entretanto, "apenas 0,2 % do orçamento global anual em P&D farmacêutico vão para doenças como tuberculose, malária e infecções respiratórias agudas que contribuem para 18% da mortalidade global, por todas as doenças" (Marques, 2002).

A tendência é os grandes laboratórios multinacionais concentrarem seus investimentos na investigação e desenvolvimento de drogas direcionadas para as classes terapêuticas com maior probabilidade de lucros. As decisões de escolha classes terapêuticas normalmente são influenciadas pelo perfil de demanda dos grande mercados mundiais: Estados Unidos, Europa e Japão, que representam cerca de 80% do consumo mundial de medicamentos (ver Figura 7 e Tabela 7).

Mas por diversas razões – sócio-econômicas, demográficas, culturais, climáticas e outras – as doenças se distribuem de forma desigual pelos diversos países. Os medicamentos desenvolvidos para atender as necessidades dos consumidores de determinada região nem sempre servem para atenuar o sofrimento da população em outras regiões do planeta.

Os consumidores das economias centrais, apesar de representarem 80% do mercado mundial de medicamentos – em função da elevada renda *per capita* e do elevado volume de recursos públicos investidos em saúde – representam apenas 20% da população mundial e nem sempre são modelos para definirem as necessidades dos consumidores das regiões mais pobres. Os países subdesenvolvidos representam 80% da população total e tem uma participação de apenas 20% no consumo mundial de medicamentos (Marques, 2002).

Figura 7. Distribuição mundial do mercado de medicamentos em 2002 (em %)



Fonte: EPFIA, 2003.

Tabela 7. Distribuição geográfica do volume de vendas das 30 maiores empresas do mundo* em 1998, segundo a nacionalidade (em %)

	Europa	América do Norte	Ásia, África e Oceania	América Latina
Empresas Européias	42	36	12	9
Empresas Norte-Americanas	21	67	7	6
Empresas Japonesas	7	11	82	0

*Volume de vendas calculado para as 30 maiores empresas do mundo: 14 européias, 12 norte-americanas e 4 japonesas.
Fonte: EFPIA, 2003.

O resultado é que existem muitas doenças, típicas das regiões mais pobres do planeta, para as quais não são realizadas pesquisas em busca de novas drogas por parte dos grandes laboratórios multinacionais. Em 20 anos (entre 1976 e 1995) 1223 novas drogas foram lançadas no mercado em todo o mundo. Destas, apenas 13 foram desenvolvidas para combater doenças das regiões tropicais. Destas 13, apenas 4 foram desenvolvidas por grandes laboratórios multinacionais. Em 1998, somente 0,43 % dos 70 bilhões de dólares gastos em pesquisas em saúde humana foi designado para pesquisas de vacinas contra HIV/AIDS. Apenas 0,14 % do mesmo valor foi gasto em pesquisas sobre a malária (PNUD, 2001).

As doenças negligenciadas são aquelas que despertam pouco interesse pelos grandes laboratórios, não porque tenha pouca incidência, mas porque os afetados por elas normalmente são pessoas com pouco ou nenhum poder de aquisitivo. Existem os doentes mas não existe o mercado. Para o MSF, "atualmente, o poder de compra é a principal força na definição das agendas e prioridades de pesquisa, o que significa que as necessidades de saúde das populações pobres não vêm sendo atendidas" (MSF, 2001).

Nos países em desenvolvimento as pessoas com doenças infecciosas e parasíticas representam 25% do todo o contingente de doentes, enquanto nos países desenvolvidos esta participação é de apenas 3%. Segundo o Banco Mundial, "a eliminação das doenças transmissíveis nivelaria quase completamente o hiato de mortalidade entre os 20% mais ricos da população mundial e os 20% mais pobres" (cit. MSF, 2001).

A biotecnologia moderna, como visto no item 2.1, tem grande potencial para desenvolver novos métodos de diagnósticos e de tratamento de diversas doenças infecto-contagiosas através das pesquisas genômicas e da engenharia genética. Mas diversas destas doenças que tecnicamente seriam possíveis descobrir formas eficientes de tratamento, estão

incluídas entre as doenças negligenciadas pelas grandes empresas farmacêuticas, tais como malária, tuberculose, doença do sono, doença de chagas, leishmaniose e alguns tipos de câncer[14]. Diversas falhas de mercado, como as apresentadas no Quadro 13, impedem que medicamentos e vacinas para essas doenças chegue ao mercado.

Quadro 13. Falhas de mercado na pesquisa e desenvolvimento de medicamentos e vacinas

Pesquisa Básica	⇒	Pesquisa Pré-Clínica	⇒	Pesquisa Clínica	⇒	Comercialização
Ciência básica motivada pelo interesse em aumentar o entendimento de uma doença, incluindo a identificação das drogas candidatas desejadas e a geração de compostos chaves.	**Falha 1** A pesquisa básica é publicada, mas a pesquisa pré-clínica não tem início	Pesquisa aplicada para validar as drogas candidatas, incluindo estudos de otimização, síntese, dosagem e estabilidade do composto chave e estudos de segurança e toxicologia.	**Falha 2** As drogas candidatas confirmadas não entram no desenvolvimento clínico por opção estratégica das empresas.	Estudos clínicos das fases I-II-III, biodisponibilidade, produção em escala, revisão pelas autoridades reguladoras.	**Falha 3** As novas drogas ou drogas existentes, não chegam ao pacientes (problemas de registro, falta de produção, preços alto ou falta de adaptação às condições locais).	Supervisão, relatórios sobre eventos adversos, produção e distribuição, marketing etc.

Fonte: Elaborado a partir de MSF, 2001.

Como há uma forte presença do setor público na área da saúde, não apenas regulamentando, mas em muitos casos fomentando a pesquisa científica e tecnológica e até mesmo produzindo bens e serviços, o baixo nível de investimento em pesquisas para buscar a cura de diversas doenças pode ser visto também como um problema de política pública. Segundo o MSF, "uma doença pode se considerada negligenciada quando opções de tratamento são inadequadas ou não existem; quando seu mercado potencial de drogas é insuficiente para provocar uma pronta resposta do setor privado e, por fim, quando o interesse do governo em lutar contra esse tipo de doença é insuficiente. Em suma, no caso de doenças negligenciadas, há uma falha de mercado e uma falha de política pública" (MSF, 2001).

[14] Apesar da negligencia atingir basicamente as populações das regiões periféricas, ela atinge também pequenas parcelas da população nas economias centrais. Existem diversos tipos de doenças que são muito raras e que a industria farmacêutica não vê interesse em desenvolver vacinas ou medicamentos para combate-las uma vez que a pequena incidência não constitui um mercado promissor.

2.4. Considerações Finais

A comercialização de produtos biotecnológicos no campo da saúde humana, a *priori*, não enfrenta problemas de inserção no mercado, como é o caso dos produtos biotecnológicos na agricultura e na indústria de alimentos.

Primeiro, do ponto de vista da receptividade do consumidor, os produtos novos, produzidos a partir da engenharia genética, apresentam dominância tecnológica em todas as dimensões qualitativas de um medicamento: principal efeito benéfico, reação desejada da droga, reação adversa da droga, taxa de absorção no organismo e forma de utilização. Exemplo dessa dominância total é o caso insulina recombinante e a insulina tradicional, produzida através da extração biológica.

Segundo, é muito difícil para os Governos estabelecerem barreiras formais a importações de medicamentos e vacinas. Em muitos casos ocorre o contrário: é comum os Governos incentivarem as importações desses produtos para suprir a carência interna ou forçar os produtores internos a baixarem seus preços ou melhorarem a qualidade dos seus produtos.

Terceiro, a inserção dos biomedicamentos e vacinas é facilitada pela presença dos grandes laboratórios multinacionais em toda parte do mundo.

Mas, mesmo com a ausência de obstáculos institucionais – leis, barreiras técnicas e etc. – os problemas apontados no item 2.3 podem reduzir o ritmo de inovação e de difusão das novas tecnologias. A privatização e a concentração da pesquisa básica e tecnológica, como visto, pode concentrar as pesquisas naquelas classes terapêuticas de maiores interesses comerciais para os grandes laboratórios.

A concentração das pesquisas nos grandes laboratórios multinacional tem impacta não somente sobre o ritmo de inovação e difusão tecnológica, mas também sobre a estrutura do comércio mundial e do desenvolvimento científico e tecnológico sobre os países em desenvolvimento. Estas questões serão discutidas no Capítulo 4, quando formos analisar a inserção do Brasil no comércio mundial de produtos biotecnológicos.

3. Biotecnologia e Agricultura

Embora a maioria das empresas de biotecnologia no mundo se dedica a pesquisas no campo da saúde humana e os principais produtos biotecnológicos vendidos no mercado atualmente são produtos farmacêuticos, é na agricultura que o uso das técnicas da biotecnologia moderna tem sido questionado. Produtos para a saúde humana, como a insulina recombinante, são comercializados desde o início da década de 80 e nunca houve grandes questionamentos quanto ao fato desta substância ser produzida a partir de uma bactéria transgênica.

Na agricultura, portanto, ainda não houve consenso sobre o uso da engenharia genética para a produção de alimentos modificados geneticamente. Além das questões puramente científicas e tecnológicas, a polêmica é provocada também por questões políticas, ideológicas, culturais e econômicas.

Neste capítulo vamos analisar:

i. As aplicações da biotecnologia na agricultura, tanto as tecnologias tradicionais quanto às avançadas;

ii. A difusão da biotecnologia moderna e seus impactos sobre a produção e sobre o comércio de produtos e de insumos agrícolas;

iii. Os principais obstáculos à difusão da biotecnologia moderna na agricultura.

3.1. As Aplicações da Biotecnologia na Agricultura

A biotecnologia na agricultura pode desempenhar quatro funções básicas: aumento da produtividade; redução de produção; implantação de sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis; e criação de novas alternativas metodológicas para a conservação, caracterização, avaliação e utilização de recursos genéticos e naturais. Todas estas quatro funções da biotecnologia podem trazer benefícios não apenas para o produtor agrícola, mas ao longo de toda a cadeia produtiva até chegar ao consumidor final.

Nos últimos anos, o debate sobre a biotecnologia e agricultura tem-se concentrado na engenharia genética e em seus produtos: os cultivos transgênicos, em especialmente a soja transgênica. Mas a biotecnologia agrícola tem uma amplitude bem maior do que nos faz acreditar os meios de comunicação. A seguir serão apresentadas as diversas aplicações da biotecnologia na agricultura, tanto da biotecnologia tradicional, quanto também de outras aplicações da biotecnologia modera, além dos cultivos transgênicos.

Aplicações da Biotecnologia Tradicional

Como na saúde humana, a biotecnologia tradicional continua sendo de grande utilidade na agricultura. As tecnologias tradicionais mais utilizadas atualmente são: a cultura de tecidos, o controle biológico de pragas e a fixação biológica de nitrogênio. A seguir, discutiremos cada uma delas com mais detalhes.

Cultura de Tecidos

A cultura de tecidos (ou cultura *in vitro*) "compreende a cultura de células, tecidos ou órgãos, em condições de assepsia e meios de cultura artificiais (contendo compostos como água, sais minerais, vitaminas, fonte de carbono e reguladores de crescimento)" (Oliveira, 2000).

A cultura de tecidos permite a criação de uma nova planta a partir de uma parte diminuta de uma planta adulta. Esta parte é cultivada em tubo de ensaio e induzida a se regenerar num vegetal completo, com raiz, caule e folhas, idêntico à planta original (clone).

Esta tecnologia tem grande importância econômica porque permite , entre outras aplicações, a propagação em grande escala de plantas de qualidade superior, sem destruir a planta mãe; obter plantas fáceis de transportar para diversas regiões e recuperar plantas em vias de extinção (Oliveira, 2000).

Controle Biológico de Pragas

O controle biológico de pragas é uma aplicação que vem ganhando importância nos últimos anos. Os desastres ambientais, a demanda crescente de alimentos e de produtos de primeira necessidade em função do crescimento populacional, a expansão dos mercados

consumidores nos países desenvolvidos e o aumento de pragas[15] foram os fatores que contribuíram para valorizar o uso de bioinseticidas nas atividades agrícolas. Para reduzir a contaminação por pesticidas químicos, o combate ás pragas utilizando entomopatógenos tornou-se a alternativa mais viável frente a necessidade de desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Os inseticidas baseados em entomopatógenos, que incluem especialmente vírus, bactérias e fungos que eliminam insetos, apresentam baixa ou nenhuma toxidez aos vertebrados e insetos benéficos. Estes entomopatógenos ocorrem naturalmente nas áreas cultivadas. Segundo Capalbo (*et al*, 2002), apesar do uso de biosenticidas representar "atualmente apenas 1% do mercado total de produtos para proteção de plantas, um número significativo de estudos promoveu o aumento da quantidade de produtos disponíveis e ampliou as perspectivas para o mercado, como é o caso de *Bacillus thuringiesis*, o ingrediente mais utilizado comercialmente como biopesticida".

Os biopesticidas disponíveis atualmente no mercado brasileiro são produzidos a partir de bactérias (*B.thuringiensis, Bacillus sphaericus)*, fungos (*Beauveria bassiana, Metharizium anisopliae*) e vírus (*Baculovirus anticarsia*). Com exceção dos vírus, que são produzidos em células animais viáveis, os demais são produzidos em processos fermentativos em meio líquido ou sólido (Capalbo (2002, et ali.). Recentemente, a comercialização de micoinseticidas (inseticidas a base de fungos) vem crescendo em vários países do mundo, inclusive no Brasil, onde o vírus *Metharizium anisopliae* vem sendo utilizado em pastagens no combate a cigarrinhas (Faria & Magalhães, 2002).

As pesquisas na área genômica têm fornecido ferramentas importantes para o controle biológico. O sequenciamento do código genético dos insetos poderá ajudar a desvendar os mecanismos de suas resistências a seus inimigos naturais. Nos últimos anos os avanços da engenharia genética e da imunologia tem resultado em maior compreensão do funcionamento do sistema imunológicos dos insetos, o que tende a facilitar a utilização dos entomopatógenos para combatê-los (Silva, 2002).

[15] Existem aproximadamente, 40.000 espécies de microorganismos (bactérias, fungos e vírus) que causam doenças nas plantas e 30.000 espécies de plantas daninhas (Borém & Santos, 2003)

Fixação Biológica de Nitrogênio

A fixação biológica de nitrogênio é muito utilizada atualmente na agricultura tropical[16] e tem grande importância econômica e ambiental. Uma quantidade adequada de Nitrogênio (N) é fundamental para o crescimento das plantas. O nitrogênio do solo é oriundo da fixação do N_2 atmosférico. Esta fixação pode ocorrer através de três processos distintos (Siqueira & Franco, 1988):

1. Processo Biológico: fixação através da ação de microorganismos.
2. Processo Industrial: síntese de nitrogênio a partir de amônia.
3. Processo Eletroquímico: através de descargas elétricas que reduzem o N_2 do ar durante as chuvas, trazendo-os para o solo.

No final do século XIX foi isolada e identificada a primeira bactéria com capacidade de fixar N_2, a *bacillus radícola,* hoje conhecida como rizóbio. Atualmente são conhecidas várias bactérias com esta capacidade. A utilização de microorganismos para fixar nitrogênio pode ser feita de duas formas (Patrício, 1993):

1. Através da transferência de genes que comandam a fixação de nitrogênio presentes nas bactérias para as plantas.
2. Através da simbiose: as bactérias infectam as raízes da leguminosa (soja, ervilha, feijão e amendoin) e fixa nitrogênio molecular, em troca, as bactérias se alimentam e dos exsudatos das raízes das plantas.

Uma das vantagens da fixação biológica é o seu baixo custo em comparação com as tecnologias substitutas. No Brasil, por exemplo, na década de 80, a inoculação da soja com estirpes da *Bradyrhizobium japonicum* ou *B. elkanii* propiciava uma economia de US$ 1,3 bilhão anuais em fertilizantes nitrogenados (Siqueira & Franco, 1988). O nitrogênio fixado industrialmente é um dos insumos agrícolas de origem industrial mais dispendioso, já que para cada quilo de N produzido com amônia se requer um metro cúbico de gás natural (Patrício, 1993).

Além das vantagens econômicas, a fixação biológica é importante também para a melhoria da qualidade ambiental, já que redução do uso de fertilizantes industriais reduz a quantidade de nitratos escoados para águas superficiais e subterrâneas. A maximização das

[16] Esta técnica faz parte de um conjunto de técnicas conhecidas como Biotecnologia do Solo. Segundo Lynch (1983), Biotecnologia do Solo, consiste no "estudo e na manipulação dos microorganismos e de seus processos metabólicos para otimizar a produtividade agrícola" (Cit. Por Silveira & Franco, 1988).

contribuições da fixação biológica de nitrogênio tornou-se atualmente parte dos esforços de pesquisas que visam à uma agricultura sustentável (Siqueira & Franco, 1988; Coutinho, 2000).

Aplicações da Biotecnologia Moderna[17]

Segundo Cubero, "a chegada da Biotecnología Moderna respondeu plenamente ao ideal do início do século XX da mutação dirigida, finalidade que a engenharia genética resolve perfeitamente". A Biotecnologia Moderna, segundo o autor, é a fase lógica no desenvolvimento da evolução da melhora vegetal, que apresenta basicamente tres fases distintas do desenvolvimento da agricultura (Cubero, 2000):

- Primeira Fase (até o século XVIII): utilização apenas da seleção das plantas pelo homem, sem utilizar a reprodução sexual;
- Segunda Fase (após o século XVIII): utilização consciente da reprodução sexual combinada com a seleção;
- Terceira Fase (século XX): eliminação da barreira do sexo, primeiro com a mutagêneses e poliploídia, e a partir da década de 70 a utilização da mutação dirigida com o surgimento da Biotecnologia Moderna.

O surgimento da biotecnologia moderna marca, portanto, a entrada de uma nova era para a agricultura, com um papel de destaque para a Genética Molecular. A tendência é a revolução agrícola atual depender menos de inovações mecânicas e químicas e se basear no uso intensivo do conhecimento cientifico e de técnicas moleculares e celulares.

Dentre as promessas da nova revolução, se destacam o aumento da produtividade e redução de custos, inovações e melhoras na qualidade dos alimentos e utilização de práticas agrícolas mais ecológicas. Além das conseqüências nas atividades agrícolas, a manipulação genética das plantas trará impactos em outros setores produtivos, como na floricultura e jardinagem, na industria química e na industria farmacêutica, com a possibilidade, a partir de plantas geneticamente modificadas, de produzir fitoterápicos mais eficientes ou ainda, desenvolver vegetais biorreatores[18] com aplicações em diversas atividades industriais.

[17] A OECD define a Biotecnologia Agrícola Moderna como "the application of cellular andmolecular biology to diverse agricultural production processes and products. One important aspect of this new agriculturalbiotechnology is in the breeding of new plant varieties as well asspecialised micro-organisms through genetic engineering" (OECD, 2000).

A possibilidade de produzir plantas geneticamente modificadas, com novos atributos e independentes da compatibilidade sexual entre as espécies, representa o maior impacto da Biotecnologia Moderna na agricultura. A utilização das técnicas da engenharia genética para produzir variedades geneticamente modificadas é a mais importante aplicação da Biotecnologia Moderna na agricultura.

Os primeiros experimentos a campo com plantas geneticamenteo modificadas foram feitos em 1986, nos Estados Unidos e na França e primeira variedade de uma espécie vegetal produzida pela engenharia genética a atingir o mercado consumidor foi o "tomate FlavrSavr",desenvolvido pela empresa americana Calgene e comercializada a partir de 1994 (Borém&Santos, 2003).

Entre 1986 e 1995, 56 culturas diferentes foram testadas em mais de 3,5 mil experimentos realizados em mais de 15 mil locais, em 34 países. Em 1996 e 1997, o número de países que testaram plantas transgênicas a campo aumentou para 45, tendo sido conduzido somente nesses dois anos, mais de 10 mil experimentos. As culturas mais freqüentemente testadas foram: milho, tomate, soja, canola, batata e algodão, e as características genéticas introduzidas foram: tolerância a herbicidas, resistência a insetos, qualidade do produto e resistência a vírus (Borém&Santos, 2003). As plantas geneticamente modificadas podem ser classificadas em três gerações, de acordo com a natureza e complexidade de suas modificações (ver Quadro 14).

A maioria das plantas geneticamente modificadas produzidas e liberadas para comercialização atualmente pertencem a primeira geração (ver Quadro 15). As plantas da segunda e terceira geração ainda estão em fases de pesquisas e de experimentação (ver Quadro 16).

Quadro 14. As três gerações das plantas geneticamente modificadas

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
Propriedades Agronômicas	***Qualidade Nutricional***	***Modificações Especiais***
Plantas GMs com características agronômicas de tolerância a herbicida e resistência a pragas (insetos, fungos e vírus).	São plantas modificadas com o objetivo de melhorar quantitativa e qualitativamente suas qualidades nutricionais.	Plantas modificadas para sintetizar produtos especiais, como fármacos, plásticos e outras especialidades químicas.

Fonte: Borém, 2001; Guerrante, 2003; RAFI Communiqué, 2000.

Quadro 15. Plantas Geneticamente Modificadas produzidas atualmente (Primeira geração e segunda geração)

Plantas	Modificações
Soja	Tolerância a Herbicida: esta variedade contem um gene que é resistente á um dos herbicidas de amplo espectro seguros do ambiente. Com ácido oléico: soja com alto nível de ácido oléico, gordura monossaturada (gordura boa, segundo os nutricionistas).
Milho	Tolerância a Herbicidas: resistência parecida como a da soja. Resistência a Insetos:esta variedade contem uma proteína que funciona como inseticida, proveniente de um microorganismo naturalmente encontrado no solo (Bt).
Canola	Tolerância a Herbicida: esta variedade reage de forma parecida com a soja e o milho. Alto Teor de Laurato: o óleo obtido destas variedades assemelha-se aos azeites de palmeira e de coco. Com Ácido Oléico: mesma propriedade da soja.
Algodão	Tolerância a Herbicidas: resistência parecida como a dos outras variedades transgenicas. Resistência a Insetos: contém uma proteína que o protege durante toda a temporada contra insetos-praga.

Fonte: ISAAA, 2002.

Quadro 16. Exemplos de Plantas geneticamente modificadas terceira geração (ainda não são comercializadas) .

Plantas	Modificações
Algodão com óleo mais saudável	Desativar o gene que produz gordura poliinsaturada, fazendo com que o algodão produza óleo e margarina mais saudáveis.
Arroz dourado	Maior quantidade de Betacaroteno.
Arroz resistente a pragas	Resistência a lagartas e brocas.
Banana	A decodificação do genoma da Banana busca a produção de variedades resistentes à doenças e pragas.
Feijão	Pesquisas buscam desenvolver variedades resistes ao vírus do mosaico-dourado, uma das doenças de maior impacto na sua cultura.
Frutas "longa-vida	Pesquisas buscam frutas que permaneçam frescas por mais tempo sem apodrecer, facilitando no transporte.
Laranja	Pesquisas buscam variedades resistentes ao cancro cítrico, uma das maiores pragas do cultivo de laranja.
Milho Anticoccídeo	As plantas de milho foram transformadas geneticamente para a produção do peptídeo PW2, um inibidor da coccidiose aviária, doença letal que ataca as galinhas. As sementes deste milho são utilizadas na produção de ração, tornando as aves imunes à doença.
Plantas resistentes à seca	Cientistasnorte-americanos identificaram um gene que controla a retenção de água nas plantas, uma descoberta que poderá contribuir para o desenvolvimento de plantas resistentes à seca.
Variedade para produção de Bioplásticos	Cientistas americanos da Universidade de Minnesota, estão trabalhando em pesquisas que visam a obtenção de variedades transgênicas com a capacidade de produzir biopolímeros biodegradáveis e renováveis,
Variedades como Biorreatores	Criação de variedades com capacidade de produzir diversas substâncias, como fármacos, produtos químicos, plásticos, combustíveis e outros.

Fonte: Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB); Borém&Santos, 2003.

3.2. A Difusão e os Impactos da Biotecnologia Moderna

Evolução da Adoção dos Transgênicos na Agricultura Mundial

Segundo o International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), durante o ano de 2002, a área global de culturas transgênicas manteve-se em crescimento pelo sexto ano consecutivo. A área total estimada de cultivares trangênicos chegou a 58,7 milhões de hectares, plantados por um número estimado em 6 milhões de agricultores em 16 países. Entre 2001 e 2002 a expansão da área cultivada foi de 12%. Entre 1996 e 2002, a área cultiva se expandiu em 35 vezes - de 1,7 milhões de hectares em 1996 para 58,7 milhões de hectares em 2002 (ver Tabela 8).

Tabela 8 - Área global com cultivo de transgenicos, 1996 a 2002.

Ano	Hectares (milhões)	Acres (milhões)
1996	1.7	4.3
1997	11.0	27.5
1998	27.8	69.5
1999	39.9	98.6
2000	44.2	109.2
2001	52.6	130.0
2002	58.7	145.0

Fonte: James, 2002.

Segundo Clive James, presidente do conselho diretor do ISAAA, a rápida adoção dos cultivos transgênicos nos primeiro seis anos "reflete os múltiplos e substanciais benefícios obtidos com essas culturas, tanto por grandes como pequenos agricultores em países desenvolvidos e em desenvolvimento". As vantagens destes produtores seriam: "o gerenciamento agrícola mais conveniente e flexível, maior produtividade e ou retornos líquidos por hectare, benefícios sociais e um ambiente mais limpo, devido ao menor emprego de pesticidas convencionais".

A Tabela 9 mostra as áreas de cultivos transgênicos nos países desenvolvidos e nos subdesenvolvidos durante o período de 1996 a 2002. Podemos observar que apenas um quarto aproximadamente da área global foi plantado nos países subdesenvolvidos, embora a

proporção de plantas transgênicas nestes países tenha aumentado nos últimos anos, saltando de 14% em 1997 para 27% em 2002, com destaque para Argentina e China.

Tabela 9. Área global com cultivos transgenicos, em 2001 e 2002, nos países desenvolvidos e em desenvolvimentos

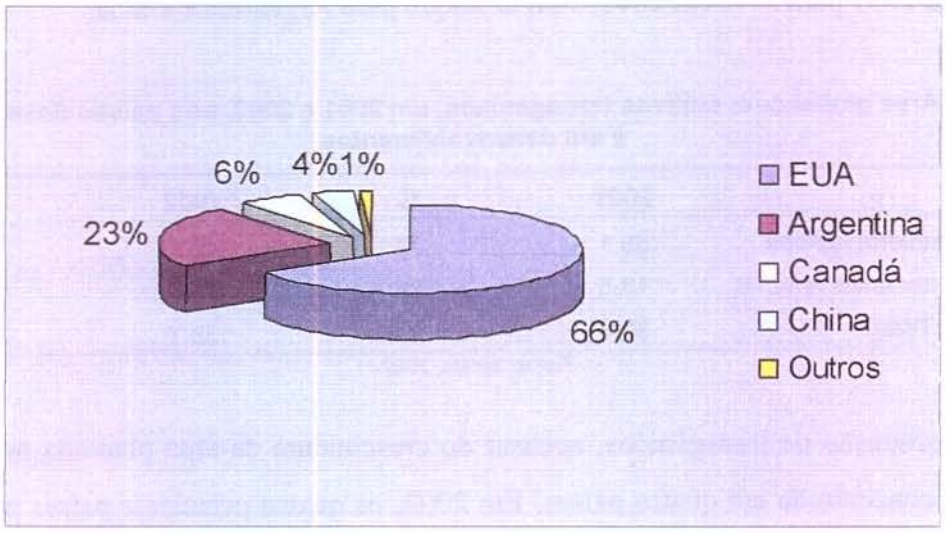
	2001	%	2002	%
Países industrializados	39.1	74	42.7	73
Países em desenvolvimento	13.5	26	16.0	27
Total	**52.6**	**100**	**58.7**	**100**

Fonte: James, 2002.

A produção de transgênicos, apensar do crescimento da área plantada nos últimos anos, está concentrada em quatro países. Em 2002, os quatro principais países produtores representavam 99% da área global de cultivos transgênicos . O maior produtor do mundo, os EUA, plantou em 2002 o equivalente 66% da área total, seguido da Argentina, com 23%, Canadá, com 6% e China, com 4% (ver Figura 8) . Entre estes quatro líderes, a China foi o país que apresentou o maior crescimento anual, com destaque para o cultivo de algodão, onde a produção deste cultivar na China equivale 51% da produção mundial.

Na América Latina se destacam Argentina e México entre os maiores produtores de transgênicos do mundo. A Argentina produziu 15% e México 1% de toda produção transgênica do mundo. Mais dois países do continente - Colômbia e Honduras - plantaram culturas transgênicas pela primeira vez em 2002.A Argentina, o segundo maior produtor mundial de alimentos transgenicos do mundo, se destaca como um dos principais produtos de soja a partir de sementes geneticamente modificadas. Dos países da América Latina, Argentina é o que conta com maior superfície de terras dedicadas a cultivos transgênicos. Mesmo com a crise econômica, a área de cultivo de espécie geneticamente modificada neste país cresceu 14% entre 2001 e 2002.

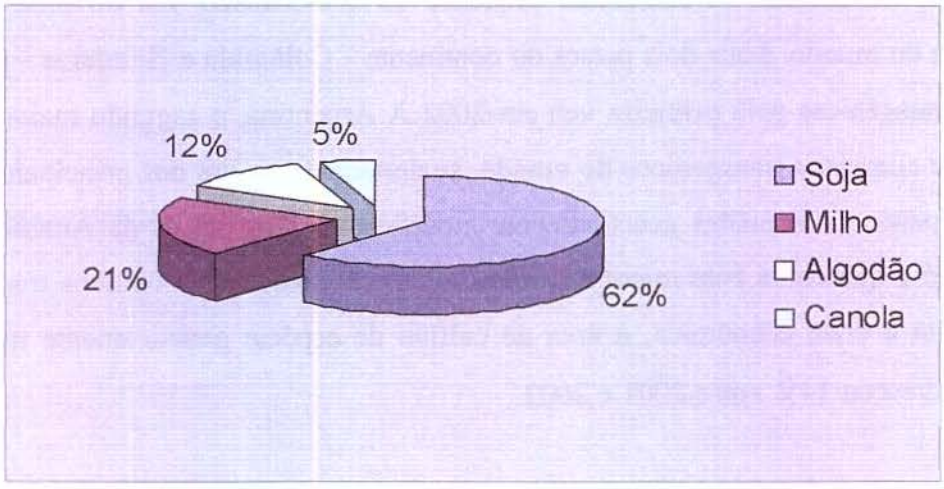
Figura 8. Área de cultivos trangenicos, em 2002, por país (em %)



Fonte: Elaborado a partir de James, 2002.

A Figura 9 apresenta a distribuição da área global de cultivo transgênicos para os quatro principais produtos: soja, milho, algodão e canola. Observa-se claramente a predominância da soja, que ocupava 62% da área global de cultivos transgênicos em 2002.

Figura 9. Principais cultivos transgênicos em 2002 (em %)

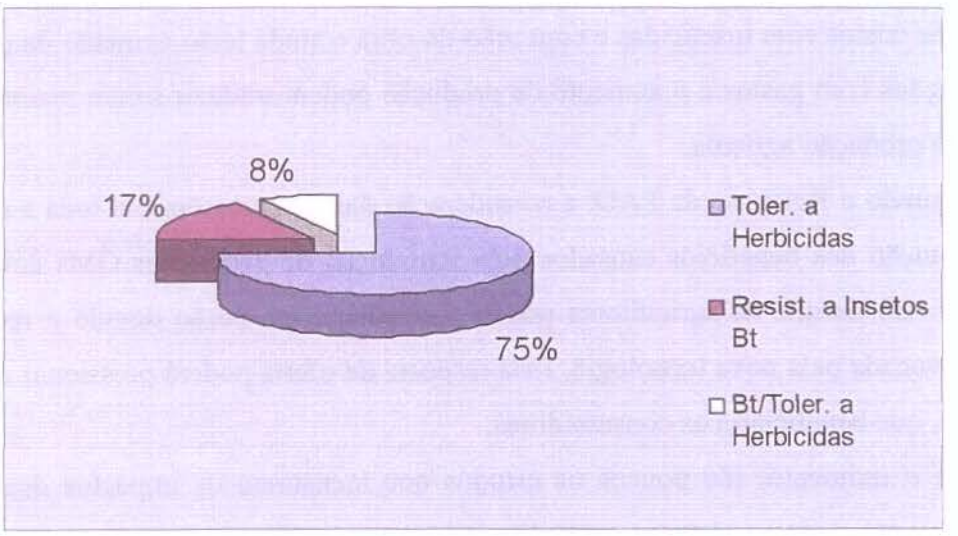


Fonte: Elaborado a partir de James, 2002

A Figura 13 apresenta a distribuição do cultivo transgênicos por atributos. Entre 1996 e 2002, todo o crescimento da produção foi representado por produtos com "atributos

agronômicos", ou "transgênicos de primeira geração". Em 2002, cultivos com tolerância a herbicidas ocupou 75% da área global cultivada com organismos GM e os que resistência a insetos 17%.

Figura 10. Os três principais atributos das variedades transgênicas comercializadas em 2002 (em %)



Fonte: Elaborado a partir de James, 2002

Os Impactos Microeconômicos dos Cultivos Geneticamente Modificados

A rápida difusão dos cultivos GMs está associada a fatores institucionais. Os Estados Unidos – maior investidor em biotecnologia moderna – foram pioneiros na criação de ambientes institucionais que incentivam os investimentos no campo da engenharia genética e da genômica. Dentre as inovações institucionais, se destacam as leis de propriedade intelectual e as leis de biossegurança.

Mas a difusão dos cultivos GMs também está associada à vantagens econômicas e agronômicas para os produtores agrícolas. Como visto, os principais atributos dos cultivos GMs comercializados atualmente são propriedades agronômicas, como resistência a insetos e tolerâncias a herbicidas. Os principais impactos econômicos destes cultivos para os produtores são as mudanças na estrutura de custos dos insumos e as mudanças no rendimento em conseqüência da maior proteção às pragas.

Se as novas sementes reduzem a necessidade de pulverizações com produtos químicos, como ocorre com os cultivos resistentes às pragas, como o milho e algodão, é provável que os agricultores gastem menos dinheiro com produtos químicos e dediquem menos tempo e esforços em aplicá-los. Além do mais, se as novas sementes proporcionam uma maior proteção contra pragas, os rendimentos totais da produção serão maiores.

No caso dos produtos resistentes a pragas, se espera então que os produtores terão redução nos custos com inseticidas e com mão-de-obra e ainda terão aumento da produção. Estas reduções com gastos e o aumento da produção podem traduzir-se em maiores lucros líquidos da produção agrícola.

Segundo o Relatório da FAO, a consideração das repercussões em toda a economia e a distribuição dos benefícios causados pela introdução de variedades GMs deve incluir também o fato de que os agricultores podem aumentar a produção devido a redução de custos provocada pela nova tecnologia. Esta resposta da oferta poderá pressionar a redução dos preços, que beneficiaria os consumidores.

Até o momento, são poucos os estudos que mensuram os impactos dos cultivos transgênicos sobre os produtores agrícolas, mas estes poucos indicam vantagens destes produtos sobre os convencionais. A seguir mostraremos alguns estudos de impactos microeconômicos da soja e do algodão transgênico.

Os Transgênicos Tolerantes a Herbicidas

A soja RR é o principal produto – em termos comerciais –do grupo dos cultivos GMs tolerantes e herbicidas. A soja RR foi desenvolvida com a introdução do gene da bactéria *Agrobacterium tumefaciens* em seu DNA. Esta bactéria vive naturalmente no sole e é resistente ao glifosato – um herbicida de amplo espectro. Assim, a soja que recebe o gene desta bactéria torna-se também resistente ao glifosato.

Segundo Bonny (2003), uma das principais vantagens da soja RR é a simplificação do trabalho de remover as ervas daninhas. Na soja convencional, os produtores precisam fazer diversas aplicações de herbicidas e muitas são difíceis de controlar. O cultivo de soja RR permite um controle mais fácil da erva daninha porque é necessário apenas um tipo de herbicida.

Mas além desta vantagem, mas há estudos que mostram impactos significativos também sobre os custos de produção e sobre a produtividade nos dois principais produtores mundiais de soja RR: Estados Unidos e Argentina.

Nos Estado Unidos, Hubbell et al. (2000) mostrou que em 1996 a adoção da soja RR provocou uma redução de custos entre US$ 17 e US$ 30 no país com um todo. Em outro estudo realizado em 2000, Moschini et al. (2000) estimou um ganho de custo de US$ 20 por hectare. Em alguns estados a diferença de custos entre soja RR e a tradicional foi insignificante, como é o caso do Estado de Iowa (Duffy, 2000). Em outros, a diferença de custos chegou a US$ 40 ou mais (Gianessi *et al*, 2002).

Segundo Bonny (2003), embora em muitos estados a redução dos custos com herbicidas seja contrabalançada pelo aumento do custo com as sementes GMs, diversas outros fatores reforçaram as vantagens agro-econômicas da soja RR para os produtores:

i. Gerência relativamente mais fácil da erva daninha e aplicações simplificadas do herbicida, implicando em sobra de tempo livre para outras atividades;
ii. Redução do risco de falha no controle das pragas;
iii. O cultivo de soja RR normalmente é acompanhado de outras técnicas mais saudáveis para o meio ambiente.

Na Argentina, segundo Trigo *et al* (2003), os principais benefícios microeconômicos da soja RR para os produtores da Argentina foram a redução dos custos e a expansão da área plantada. Em estudo realizado em 59 unidades produtivas, mostrou que a adoção da soja RR resultou em redução dos custos variável, principalmente a redução dos custos com herbicidas, como máquinas e mão-de-obra. A redução dos custos destes três itens foi mais que suficiente para compensar o aumento do custo com sementes.

Os Transgênicos Resistentes a Insetos

A principal vantagem econômica dos cultivos GMs resistentes a insetos é a redução dos gastos com inseticidas, implicando em uma redução no custo variável de produção. Assim, as vantagens de se utilizar a variedade GM dependerá da participação dos gastos com inseticidas na planilha de custos do produtor. Quanto maior a incidência de pragas,a maior as vantagens da variedade GM.

O algodão transgênico, que contém um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), resistentes a plagas de insetos, foi cultivado pela primeira vez em 1996, na Austrália, México e nos Estados Unidos. Posteriormente foi introduzido comercialmente em outros seis países: Argentina, China, Colômbia, Índia, Indonésia e África do Sul.

O algodão Bt é muito eficiente para combater pragas de lagartas, como a rosada do algodoeiro (*Pectinophora gossypiella*), e a cápsula do algodoeiro (*Helicoverpa zea)* e é parcialmente eficiente contra a lagarta do broto do tabaco (*Heliothis virescens*) e a lagarta negra (*Spodoptera frugiperda*). Estas pragas prejudicam a produção em diversas zonas produtoras de algodão, mas existem outras pragas, que não são combatidas pelo Bt e continuam necessitando do uso de praguicidas químicos. Como conseqüência, os efeitos do algodão Bt nas diversas regiões produtoras serão diferentes, dependendo da intensidade de incidências de pragas suscetíveis ao Bt .

A produção de algodão convencional depende decisivamente dos inseticidas químicos para combater os insetos. Segundo o Relatório da FAO, a produção de algodão consome cerca de 25% de todos os praguicidas agrícolas utilizados em todo o mundo. Na China – o maior produtor de algodão do mundo – até 1998, cerca de 20% do custo total da produção de algodão era com inseticidas (Huang *et al*, 2003).

Assim, o primeiro impacto direto para o produtor de algodão foi a redução nos gastos com inseticidas. Na China –país que apresenta a maior taxa de adoção de algodão Bt – entre 1999 e 2001, os gastos com inseticidas reduziram 80%. A Tabela 10 mostra o resultado de um estudo realizado com 482 unidades produtivas de algodão na China: 337 produtoras de algodão e Bt e 45 produtores de algodão convencional. Em média, o número de aplicações de inseticidas por hectares nas unidades que produzem algodão Bt é um terço das que produzem algodão convencional. A quantidade (Kg/hec) e o custo (em US$/hec) nas unidades produtoras de Bt é um sexto das demais unidades. Para a variedade GK-321, as diferenças em relação ao algodão convencional são ainda maiores.

Tabela 10. Uso de inseticidas por variedades de algodão na China

Variedades	N	Uso de pesticidas por hectares		
		Nº de aplicações	Quantidade (Kg)	Custo (US$)
Algodão Bt	337	6.6	11.8	32
33B	178	5.8	10.5	30
GK-12	77	9.2	15.0	41
GK-321	42	3.9	4.4	16
Other	40	7.7	18.6	40
Algodão não Bt	45	19.8	60.7	178

Fonte: Huang *et al.*, 2003.

Além da redução dos gastos com inseticidas, o algodão Bt trouxe outras vantagens para os produtores. Normalmente a utilização de inseticidas químicos está relacionada com um inconveniente: as pragas desenvolvem resistências a estes produtos, o que, na ausência de outro produto eficiente, inviabiliza a produção. Assim, o algodão Bt apresenta as seguintes vantagens:

i. No caso da tecnologia Bt, a ação contra as pragas está sempre presente na planta. Dado que os agricultores aplicam os inseticidas químicos somente depois de detectar a presença das pragas e seus estragos, a tecnologia Bt impede a perda parcial da lavoura.

ii. A eficiência dos inseticidas químicos, ao contrário do Bt, depende também das condições metereológicas, já que a chuva pode impedir a ação dos produtos jogados sobre as plantas.

iii. O algodão Bt oferece aos agricultores uma certeza maior de combater as pragas, já que é eficiente contra insetos que tem criado resistência aos inseticidas químicos disponíveis.

Estas vantagens dão ao algodão Bt rendimentos superiores em várias condições de cultivo. A diferença de rendimentos entre o algodão Bt e o convencional pode variar muito no tempo e no espaço, devido que as infestações de insetos, que variam de acordo com o clima, vegetação e etc.. O maior rendimento do algodão Bt ocorrerá em condições em que a pressão das pragas é mais forte e que se tem generalizado a resistência dos inseticidas químicos.

Até o momento, diversos estudos (*cit.* Elbehri & Macdonald, 2005) foram feitos para medir os impactos econômicos diretos da adoção de algodão Bt sobre os produtores de algodão nas principais regiões produtoras do mundo.

Todos os estudos mostram que o uso do algodão Bt é crescentes e que há ganhos significativos para os produtores. A Tabela 11, elaborada por Elbehri & Macdonald (2005), resume as estimativas de benefícios econômicos da adoção de algodão Bt nos principais produtores mundiais. Mesmo com o aumento do custo da semente, o algodão Bt nestes países continua sendo mais competitivo do que o tradicional, pois a redução nos gastos com inseticidas foi muito grande (considerando que a participação destes na planilha de custos é muito maior do que a participação da semente).

Tabela 11. Impactos da adoção de algodão Bt nas principais regiões produtoras – 1999-2001

Países/Regiões	Participação na produção mundial (em%)	Variações no custo dos insumos e do rendimento após a introdução do algodão Bt (em %)				Taxa de adoção do algodão Bt (em %)	Variação na produtividade induzida pelo algodão Bt
		Inseticidas	Sementes	Mão-de-obra	Rendimento		
Austrália	4,3	-80	80	-2	0	25	3,24
China	15,1	-82	220	-9,5	15	58	7,65
Índia	16	-49	386	34	58	25	10,2
EUA	15,5	-80	80	-2	0	37	1,74
Canadá	2,7	-77	166	-15	8,5	30	1,49
América Latina	7,5	-46	166	17	33	5	1,85
África do Sul	1,3	-25	110	-8	18	40	8,21
África Central e Ocidental	5,1	-25	110	-8	18	25	5,29

Fonte: Elbehri & Macdonald, 2004.

3.3. Os Riscos e as Incertezas no Comércio de Cultivos Transgênicos

Privatização e Concentração da Pesquisa e da Produção de Sementes

A biotecnologia moderna causou grande impacto na indústria de insumos para a agricultura. Até o início da década de 80, a industria de sementes utilizava como principal paradigma tecnológico a hibridização, era constituída por pequenas e médias empresas e atuavam localmente. Após a emergência da engenharia genética como um paradigma que ampliava radicalmente as oportunidades de aplicações comerciais e da consolidação nos Estados Unidos do direito de propriedade intelectual sobre seus resultados, grandes empresas multinacionais do setor agroquímico e farmacêutico passaram a se interessar pela produção de sementes geneticamente modificadas. Em 2000, das sete maiores empresas de agroquímicos no mundo, cinco estavam entres as dez maiores no segmento de sementes e quatro entre as dez maiores no segmento de produtos farmacêuticos (ver Tabela 12). A Syngenta, a primeira no mercado de agroquímicos, é resultado da fusão entre duas gigantes da indústria farmacêutica, AstraZeneca e Novartis, que são, respectivamente, a quarta e a sétima maior empresa no mercado de produtos farmacêuticos.

A entrada dessas grandes empresas no mercado de sementes foi através de alianças, fusões e aquisições de empresas em vários países, inclusive no Brasil. A Figura 11 apresenta as fusões, aquisições e alianças realizadas na década de 90 pelas cinco maiores empresas de sementes do mundo. Há uma predominância das duas últimas estratégias. As alianças são feitas na maioria das vezes com pequenas e médias empresas de biotecnologia (NEBs) , com universidades e com institutos de pesquisa.

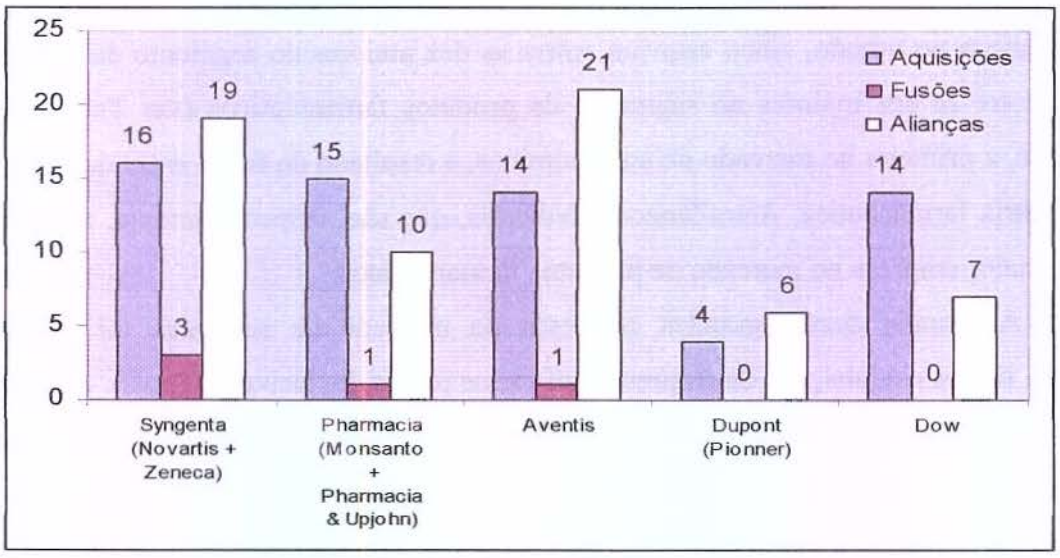
A partir da primeira metade da década de 90, com o início da comercialização de sementes geneticamente modificadas, a industria sementeira passou a ter as mesmas características da indústria farmacêutica: elevado grau de privatização e de concentração do P&D e empresas atuando globalmente.

Tabela 12. Classificação das empresas por segmento de mercado, com base nas vendas mundiais em 2000

Empresa	Mercado		
	Agroquímicos	Sementes	Farmacêutico
Syngenta (Novartis + AstraZeneca)	1	3	AstraZeneca (4); Novartis (7)
Pharmacia (Monsanto)	2	2	8
Aventis	3	10	5
Basf	4	Não classificada	*
Dupont	5	1	*
Bayer	6	Não classificada	18
Dow	7	7	Não classificada

* Basf e Dupont venderam suas divisões farmacêuticas.
Fonte: ETC Group, 2001.

Figura 11. Número de aquisições, fusões e alianças realizadas pelas 5 maiores empresas de sementes do mundo na década de 90



Fonte: Guerrante, 2002.

Atualmente um pequeno número de empresas agroindustriais européias e norte-americanas controla a maior parte do comércio mundial de alimentos transgênicos e de sementes modificadas. Quase 100% do mercado de sementes transgênicas no mundo é controlado por 5 empresas multinacionais. O mercado mundial de sementes na atualidade está dividido da seguinte forma (ver Tabela 13): a) DuPont (mais de US$1,8 bilhão); Monsanto (US$1,6 bilhão); Novartis (cerca de US$1 bilhão), seguindo-se a Aventis (hoje Bayer) e Savia (La Moderna). Nos Estados Unidos, cerca de 36 alimentos transgênicos

eram comercializados no mercado interno em 1998, desses, 18 eram patenteados por apenas uma empresa (Larach, 2001).

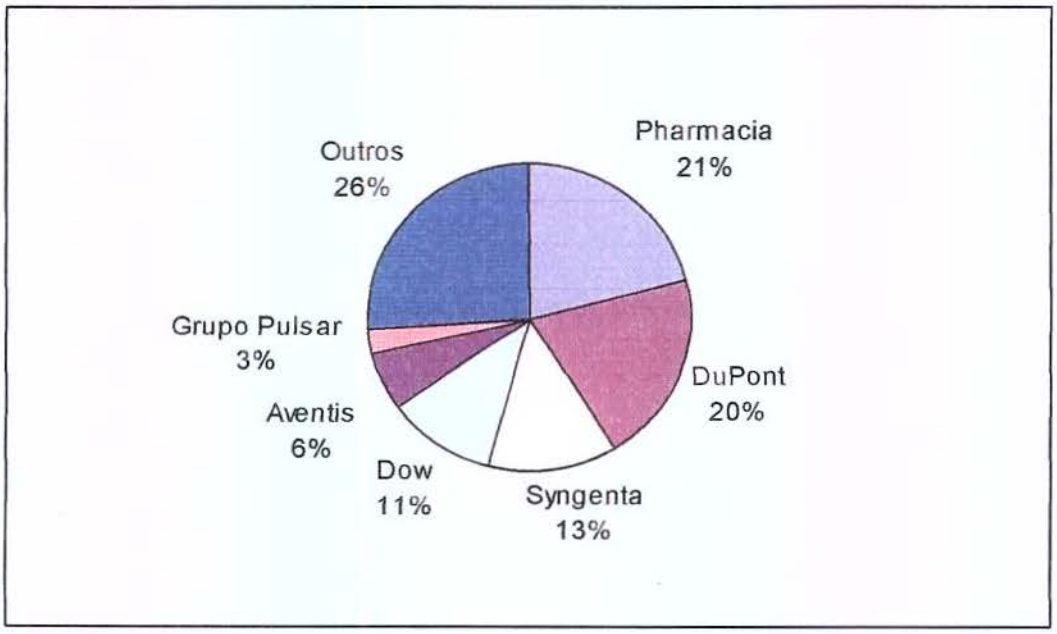
A inovação tecnológica na indústria de sementes, principalmente no que se refere à modificação genética, está concentrada nessas grandes empresas. Em 2000, 74% de todas as patentes depositadas nos Estados Unidos pertenciam as 6 maiores empresas do setor (ver Figura 12).

Tabela 13 - As 10 Principais Companhias de Sementes

COMPANHIA	VENDAS DE SEMENTES NO 2000 (US$ milhões)
1- DuPont (EUA)	1.938
2- Pharmacia (Monsanto) (EUA)	1.600
3- Syngenta (Suíça) *pro forma*	958
4- Groupe Limagrain (França)	622
5- Grupo Pulsar (Seminis) Mexico	474
6- Advanta (Astra Zeneca e Cosun) (Reino Unido e Países Baixos)	373
7- Dow (+ Cargill North América) (EUA)	350
8- KWS AG (Alemanha)	332
9- Delta & Pine Land (Monsanto) (EUA)	301
10- Aventis (França)	267

FONTE: ETCgroup, July/August 2001

Figura 12. Concentração das patentens no setor agrobiotecnológico: 74 % são das 6 maiores empresas do setor.



Fonte: ETC Group, 2001.

As Barreiras ao Comércio de Transgênicos

Entre 1995 e 1998, as vendas mundiais de cultivos transgênicos cresceram de US$ 84 milhões para cerca de US$ 2,3 bilhões. O mercado mais importante é o de sementes, seguindo dos insumos microbiológicos, além do crescente comércio de novos vegetais e frutas que são comercializados diretamente pelas empresas que os desenvolvem (Larach, 2001).

Em 2002, o valor estimado de mercado para os cultivos GM foi de aproximadamente US$ 4,25 bilhões. Esse valor representou mais de 12% dos 31bilhões de dólares do mercado mundial de proteção de plantas e 13% dos 30 bilhões de dólares do mercado mundial de sementes. O valor de mercado dos cultivos transgênicos é baseado no preço de venda de sementes trangênicas somado das taxas tecnológicas aplicadas. Estima-se que este mercado poderá atingir o valor de 5 bilhões de dólares em 2005. A expectativa é de crescimento, no médio prazo, da área total com cultivos GM, assim como também o número de agricultores envolvidos (James, 2002).

Os países que mais exportam alimentos geneticamente modificados são os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Argentina e México. O comércio na Europa tem evoluído mais lentamente, com resistência por grande parte do público de outros agentes.

Os maiores importadores de alimentos transgênicos são o Japão e, mais recentemente, a China, que vem aumentando tanto a produção quanto às importações. A Europa é a região que mais tem mostrado resistência à importação de tais produtos.

Os Estados Unidos lidera a utilização da biotecnologia moderna para produzir alimentos para exportação. Sua produção de soja, milho e algodão depende fortemente das exportações. O país dominava 90% do comércio mundial de soja e milho transgênicos em 1999 (Larach, 2001).

Apesar do aumento da produção e do fluxo do comércio observado nos últimos sete anos, o acesso ao mercado para os produtos trangênicos de primeira geração continua sendo um fator crítico. No comércio internacional, ao contrário dos produtos para saúde humana, existem diversas barreiras não-tarifárias para os produtos vegetais (sementes e *commodities*).

Dentre os maiores importadores de *commodities* mundiais, a Europa é a região que mais resistência tem demonstrado em relação aos alimentos transgênicos. Segundo Wilkinson, a postura dos países europeus pode ser explicada por uma combinação de fatores: "pânicos alimentares, tradições de consumo alimentar, o peso do rural na cultura e a falta de uma agricultura de commodities internacionalmente competitiva" (Wilkinson, 2002).

Do ponto de vista técnico, o principal entrave ao comércio está nas diferentes formas em que os principais *players* no comércio mundial de commodities interpretam as normas de biossegurança em relação aos organismos geneticamente modificados e os possíveis perigos para a sociedade do seu uso, ou como insumo ou como produto para consumo final.

A seguir discutiremos com mais detalhes os tipos de riscos mais ressaltados pelos países que resistem ou preferem se comportar com mais cautela, esperando estudos mais conclusivos sobre o tema.

Os Debates sobre os Riscos

A oposição aos OGM tem por fundamento os possíveis riscos que estes produtos podem oferecer à saúde humana e animal e ao meio ambiente. Segundo Nutti *et al* (2003), os principais pontos de preocupação relativos à liberação dos OGMs são:

i. Riscos para a saúde humana e animal

-Toxicidade e qualidade alimentar;

-Alergias;

-Resistência de patógenos a drogas (resistência a antibióticos)

ii. Riscos para o meio ambiente

-Persistência do gene ou transgene (plantas voluntárias, aumento de adaptabilidade) ou de produtos transgênicos (efeitos cumulativos)

-Aumento do uso de químicos na agricultura

-Expressão gênica imprevisível ou instabilidade do transgene

iii. Riscos para a agricultura

-Resistência e ou tolerância dos organismos alvos

-Plantas daninhas ou super daninhas

-Alteração do valor nutricional (atratividade do organismo a pragas)

-Redução de cultivares (aumento de susceptibilidade) e perda de biodiversidade

Além destes riscos relacionados a tecnologia em si, Trigo et al (2003) e Zarrilli (2001) chamam a atenção para os riscos econômicos e sociais originados na concentração das tecnologias e dos produtos OGM em poder de um reduzido grupo de empresas multinacionais. Um exemplo desse tipo de risco é a utilização da tecnologia *terminator*. Essa tecnologia foi desenvolvida por uma empresa norte-americana, com a colaboração do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, e tem como objetivo tornar a segunda geração da planta estéril, impedindo assim a reprodução, o que obrigaria o agricultor comprar novas sementes.

Assim, a aprovação do comércio de organismos geneticamente modificados pode ser dividida em duas etapas (Ramos, 2003):

1. **Análise de Riscos**: Esta etapa é de natureza estritamente científica. A avaliação "deve centrar-se na inocuidade e nas prováveis variações nas

características nutricionais e nos usos finais dos novos produtos" (Ramos, 2003).

2. **Gestão de riscos**: A segunda etapa se refere à adoção de determinadas opções normativas finais referentes á admissão ou regulamento dos alimentos geneticamente modificados. A principal medida nesta etapa é a etiquetação dos produtos geneticamente modificados.

Apesar de tratar-se de assuntos técnicos, há grandes debates sobre a melhor forma de análise e de gestão de riscos. Para muitos, a ciência ainda não tem instrumentos para analisar os possíveis riscos. Para outros, o tempo necessário para obter resultados conclusivos é muito longo, o que invalida muitas das análises realizadas até o momento.

Os Acordos Multilaterais

Apesar da quantidade de produtos biotecnológicos que são comercializados atualmente, a biotecnologia está efetivamente ausente das agendas de negociação comercial internacional. Segundo Ramos (2003) "existe uma série de foros especializados onde se debatem técnicas normativas, científicas e jurídicas que servem de referencia para a OMC, mas que não geram ferramentas jurídicos-instituicionais e regulatórias que permitam dar certezas ao momento de estabelecer fluxos de comércio ou compromissos de integração econômica entre Estados ou blocos comerciais".

Nos compromissos assumidos pelos países no âmbito dos acordos regionais ou subregionais de integração comercial não existem disposições específicas para a biotecnologia ou os produtos geneticamente modificados (Ramos, 2003).

No Mercosul, segundo Nutti *et al* (2003) é necessário formular uma política externa comum em relação a comercialização de OGMs, já que os dois principais atores do bloco – Brasil e Argentina – não possuem, ainda, posição coordenada sobre o comércio de transgênicos. Segundo estes autores, "as discordâncias entre o governo brasileiro e argentino sobre o açúcar e a soja transgênica constituem dois obstáculos ao aprofundamento da integração econômica" (Nuetti et al, 2003)

No âmbito da ALCA também não existem negociações específicas sobre o tema biotecnologia. No recém-criado Comitê Consultivo Agrícola (junho de 2003), com a

participação do governo americano e brasileiro, o comércio de trasngênicos foi citado como item importante na agenda proposta pelos Estados Unidos.

Na OMC, o debate sobre a comercialização de alimentos geneticamente modificados está embasado em trabalhos desenvolvidos no âmbito de diversos acordos, tais como o Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (TBT Agreement), o Acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (SPS Agreement), o Acordo sobre Agricultura (AoA), o Acordo sobre Propriedade Intelectual (TRIPS Agreement) e o Comitê sobre Comércio e Meio Ambiente (CTE).

As Divergências entre Estados Unidos e União Européia

As divergências entre Estados Unidos e União Européia poderá definir o futuro do comércio internacional de produtos transgênicos, já que representam, respectivamente, os maior exportador e importador de soja do mundo. A divergência surgiu a partir de formas e princípios diferentes de interpretação e regulação dos OGM.

Nos Estados Unidos, a regulação dos OGM é feita a partir do princípio da "equivalência substancial". A partir deste princípio, conclui-se que o alimento geneticamente modificado não precisa ser regulado de modo diferenciado (etiquetado) e nem de testes toxicológicos pré-mercado, já que as substâncias são quimicamente equivalentes às convencionais. Assim, nos Estados Unidos não existe uma regulação específica para OGM. Apenas foi criada uma estrutura de regulamentação para os alimentos geneticamente modificados a partir de uma estrutura de regulação pré-existente, que envolve três agências: Fodd and Drug Administration (FDA), Environmental Protection Agency (EPA) e United States Departament of Agriculture (USDA). A partir desta estrutura regulatória, nenhuma lei que obriga a rotulagem de alimentos geneticamente modificados foi criada. "O FDA mantém a posição de que, se alimentos geneticamente modificados são substancialmente equivalentes aos seus análogos convencionais, nenhum tipo de rotulagem é requerida, a não ser nos casos em que o conteúdo nutricional tenha sido alterado ou quando o produto contenha alérgenos conhecidos" (Nutti et al,2003).

Na Europa, ao contrário dos Estados Unidos, foram criadas novas estruturas para regulamentação dos alimentos geneticamente modificados. Isto porque a União Européia adotou o "princípio da precaução", que ao contrário do "princípio da equivalência

substancial", reconhece a possibilidade de os OGM apresentarem riscos à saúde e ao meio ambiente. Estes riscos exigem então a criação de uma regulação própria para os OGM. A adoção do "principio da precaução" expressa uma postura cautelosa da sociedade européia enquanto estudos científicos não apresentem resultados mais confiáveis.

4 A Inserção Externa do Brasil no Comércio de Bioprodutos para Saúde Humana

Como visto no Capítulo 2, a inserção comercial de produtos da biotecnologia tem como principal veículo a indústria farmacêutica. A produção e comercialização de bioprodutos conta com a liderança decisiva dos grandes laboratórios farmacêuticos, que se associam às novas empresas de biotecnologia, às universidades e à outras instituições de pesquisa. Assim, a inserção de um país no comércio internacional de bioprodutos dependerá da estrutura da sua indústria farmacêutica e da qualidade da sua produção científica e tecnológica nos campos do conhecimento diretamente relacionados com a biotecnologia – biologia molecular, genética, bioinformática, engenharia química, etc..

A capacidade da "indústria biotecnológica" de um país em inovar e colocar novos produtos no mercado dependerá de dois conjuntos de fatores:

1) Do grau da internalização da cadeia produtiva da sua indústria farmacêutica;

2) Do estágio do desenvolvimento científico, tecnológico e institucional da biotecnologia no país: Universidades, Instituições de Pesquisas e disponibilidade de recursos humanos; disponibilidade de fontes de financiamento à atividades de riscos; e a existência de um ambiente regulatório adequado, principalmente em relação à biossegurança e aos direitos de propriedade intelectual.

Assim, no item 4.1 faremos uma descrição da hierarquia da indústria farmacêutica mundial e suas implicações sobre o fluxo de comércio e de investimentos e sobre o grau de internalização da cadeia produtiva dos países. No item 4.2 discutiremos a indústria farmacêutica no Brasil e o comércio de produtos da biotecnologia no Brasil.

4.1. O Comércio Internacional de Bio- Produtos para Saúde Humana

O fluxo comércio internacional de produtos biotecnológicos na área da saúde humana obedece ao mesmo padrão dos demais produtos da industria farmacêutica, que está condicionado pelos diferentes estágios tecnológicos de produção de medicamentos entre os países. A produção de medicamentos pode ser dividida em quatro estágios tecnológicos (Frenkel, 2002):

Primeiro Estágio: Pesquisa e Desenvolvimento de novas substâncias;

Segundo Estágio: Produção industrial de fármacos;

Terceiro Estágio: Produção industrial de especialidades farmacêuticas (medicamentos);

Quarto Estágio: Marketing e comercialização das especialidades farmacêuticas.

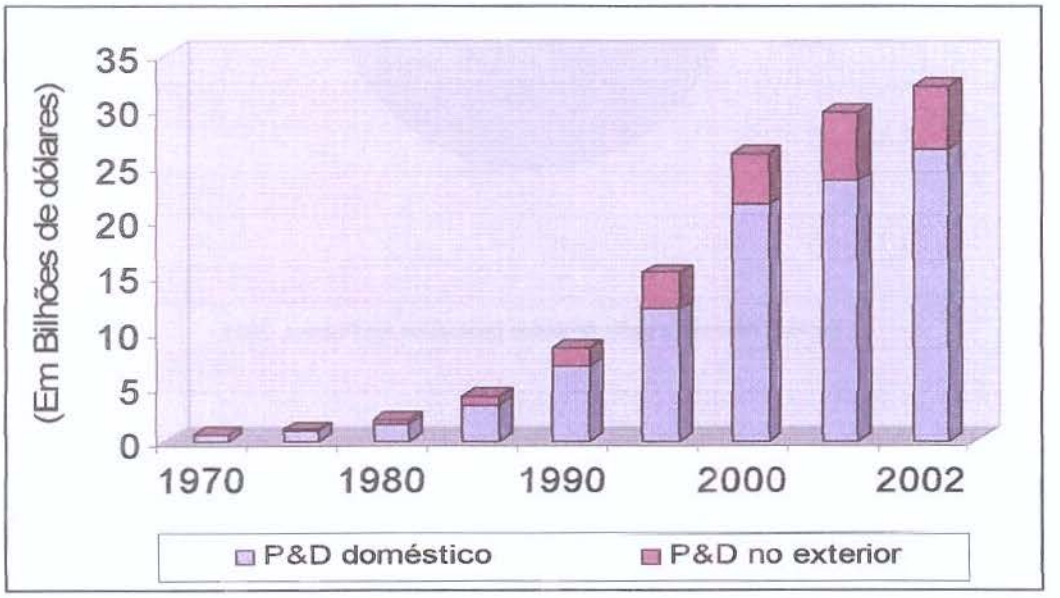
O fluxo de comércio externo de determinado país irá depender do estágio tecnológico e da capacidade da sua industria em responder à flutuações na demanda e da origem do capital das empresas instaladas internamente. A sua inserção internacional no comércio de medicamentos dependerá de quantos estágios ele conseguirá internalizar.

No caso das empresas, apenas os grandes laboratórios multinacionais atuam nos quatro estágios tecnológicos. Como esses laboratórios têm presença predominante em quase todas as regiões, o grau de internalização de cada país irá depender da estratégia de internacionalização das atividades inovativas e produtivas desses laboratórios em cada região específica. Os fatores que mais influenciam a estratégia de deslocamento geográfico dos estágios tecnológicos são: o tamanho do mercado e a infra-estrutura científico-tecnológica e jurídica (a garantia dos direitos de propriedade é fator de muita influência nas estratégias das multinacionais).

As Figura 13 e Figura 14 mostram que o primeiro estágio - a fase de P&D – é extremamente concentrado nas matrizes localizadas nos países desenvolvidos. Nos Estados Unidos, do orçamento total em P&D dos 63 maiores laboratórios, cerca de 80% é investido internamente; os outros 20%, quase a totalidade é distribuída entre Europa e Japão. Entre

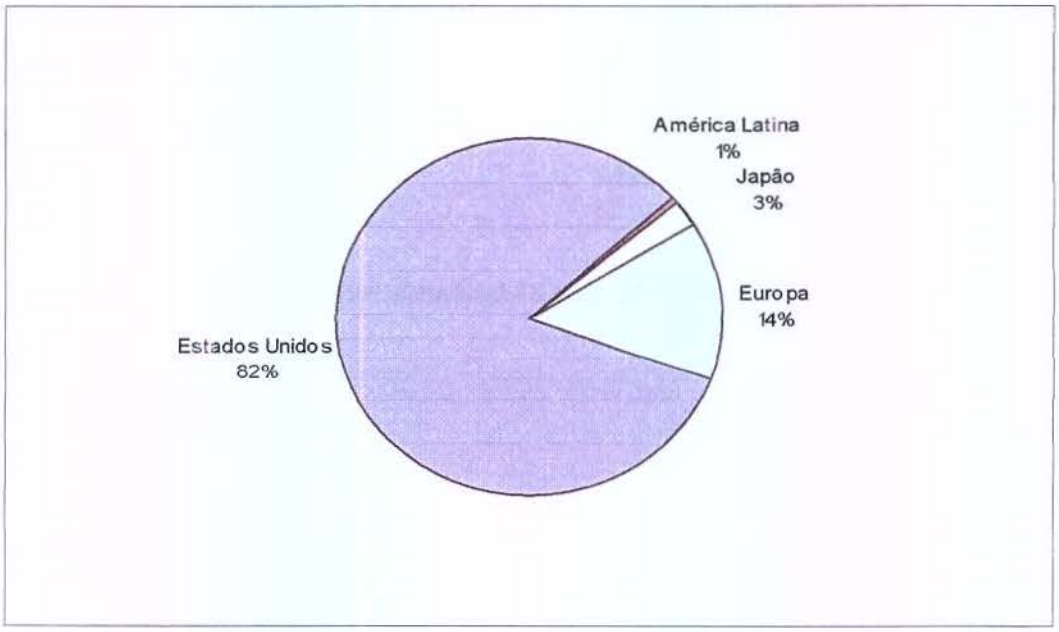
1961 e 1990 os EUA, Europa Ocidental e Japão contribuíram para 92% do total de descobertas mundiais de novas entidades químicas (Peters, 1999). Entre 1995 e 1999, 98% das novas entidades químicas – princípios ativos para a produção de medicamentos – lançadas no mercado mundial foram desenvolvidas na "tríade": Estados Unidos (44%), Europa (37%) e Japão (17%) (Figura 15).

Figura 13.Despesas com P&D dos 63 laboratórios membros da Phrma.



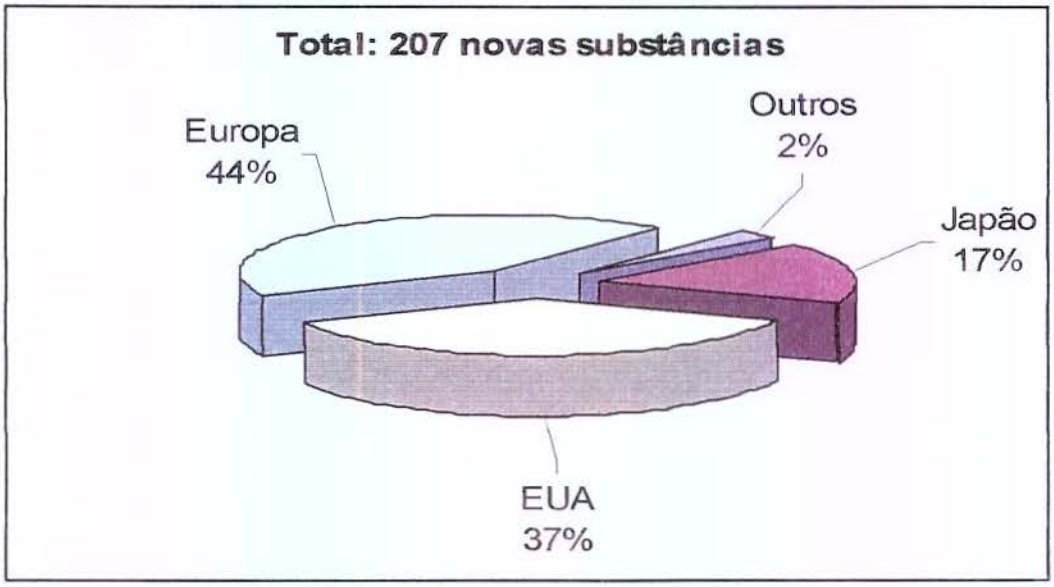
Fonte: Elaborado a partir de dados publicados em Pharma, 2003.

Figura 14. Distribuição Geográfica das Despesas com P&D dos 63 laboratórios membros da Phrma



Fonte: Elaborado a partir de dados publicados em Pharma, 2003.

Figura 15. Quantidade de novas entidades químicas e biológicas lançadas no mercado mundial entre 1995 e 1999: participação das pricipais regiões produtoras de medicamentos do mundo (em %)



Fonte: EFPIA, 2003

Os outros estágios tecnológicos são distribuídos em função das estratégias comerciais dos grandes laboratórios e das características sócio-econômicas de cada país,

como o tamanho do mercado interno, a infra-estrutura científica e tecnológica, a regulamentação das atividades de P&D, principalmente as fases de testes clínicos, e as políticas tecnológicas e industriais.

Normalmente, o segundo estágio tecnológico - a produção de fármacos – também é concentrado nas matrizes. O que os grandes laboratórios internacionalizam são os dois últimos: produção e comercialização de medicamentos. Nos países em desenvolvimento que possuem grande mercado interno e relativa infra-estrutura científica e tecnológica, como o Brasil, México, África do Sul e Índia, há forte presença das multinacionais atuando no terceiro e quarto estágio. Nestes países também existem empresas nacionais, mas com pequena participação no mercado, baixo nível de capacitação tecnológica e que também atuam apenas nos dois últimos estágios. Nos países mais pobres, com mercado pequeno e baixo nível de capacitação tecnológica, as multinacionais atuam apenas no ultimo estágio.

Como os laboratórios multinacionais competem em estruturas de mercados caracterizadas como oligopólio diferenciado, em que a competitividade está assentada na capacidade de inovação e no lançamento de novos medicamentos, a participação nos mercados dos países subdesenvolvidos aumenta seus ganhos, pois permite a diluição dos custos de P&D ao longo do ciclo de vida dos medicamentos. Os grandes laboratórios podem simplesmente exportar o medicamento pronto para esses países ou investirem em plantas produtivas em algum estágio da produção. A escolha entre as duas estratégias irá depender das características de cada país.

A instalação de plantas produtivas normalmente ocorreu naqueles países que tinham um grande mercado interno e já possuía uma indústria farmacêutica nacional instalada. Ganhar o mercado destes países apenas exportando produtos finais poderia esbarrar na existência dessas empresas nacionais e nas políticas de substituição de importações que foram implementadas em vários países subdesenvolvidos no pós-guerra. Além do mais, a instalação das filiais, é uma forma de garantir o mercado para os fármacos produzidos nas matrizes. Assim, estratégia de ganhar mercado nesses países implicou não apenas na construção de plantas produtivas, mas também na aquisição das empresas nacionais.

Partindo de uma classificação feita pela Órgão das Nações Unidas para o Desenvolvimento (ONUDI), apresentada no Quadro 17, é possível classificar os países em

cinco grupos de acordo com o nível de internalização dos quatro estágios tecnológicos. Em termos gerais, as multinacionais concentram os quatro estágios nas matrizes – Estados Unidos, Europa e Japão – e tendem a internacionalizar apenas os dois últimos estágios.

Quadro 17. Classificação dos países segundo o grau de internalização dos estágios tecnológicos e da capacidade inovativa

Grupos	Características	Estágios Tecnológicos	Representantes
Grupo 1 Países com elevada capacidade inovativa	Industria Farmacêutica muito desenvolvida com uma longa tradição em inovações. Tem como base uma forte industria química (fornecedora de insumos) e uma forte infra-estrutura científica e tecnológica (universidades e centros de pesquisa)	A industria atua nos 4 estágios tecnológicos	Estados Unidos, Suíça, Alemanha, Reino Unido, Japão e França.
Grupo 2 Países com média capacidade inovativa	Industria com poucas empresas grandes de produtos farmacêuticos e com uma capacidade de inovação moderada.	Algumas empresas atuam nos quatros estágios, mas a maioria apenas nos 2º, 3º e 4º.	Itália, Suécia e Bélgica
Grupo 3 Paises com baixo capacidade inovativa mas elevado potencial de mercado interno	A produção interna é controlada por laboratórios multinacionais e são grandes importadores de insumos e equipamentos.	Empresas atuam basicamente nos 3º e 4º estágios	Brasil, Argentina, México, Índia, China, África do Sul
Grupo 4 Países com indústria nacional incipiente	A produção interna é baixa em relação ao consumo: são grandes importadores de medicamentos pronto	Algumas empresas atuam nos 3º e 4º, mas muitas atuam apenas no 4º estágio.	Colômbia, Peru, Chile e outros países da América Latina, Ásia e África
Grupo 5 Restante dos países em desenvolvimento	Produção interna quase inexistente: o consumo é suprido quase que totalmente com importações.	Empresas (representantes comerciais) atuando apenas no 4º estágio	

Fonte: Câmara de Industrias Del Uruguai (CIU), 2000.

A partir da classificação proposta pela ONUDI, é possível visualizar um fluxo de comércio padrão para cada grupa:

Grupo 1: Exportação de fármacos e medicamentos para todos os outros grupos
Importação: muito concentrada no próprio grupo

Grupo 2: Exportação de medicamentos para os Grupos 3, 4 e 5
Importação de Fármacos do Grupo 1

Grupo 3: Exportação de medicamentos concentrada nos Grupos 4 e 5
Importação de fármacos concentrada no Grupo 1

Grupo 4: Exportação muito pequena para países do mesmo grupo ou do grupo 5
Importação de fármacos do Grupo 1 e de medicamentos dos Grupos 1, 2 e 3

Grupo 5: Exportação inexistente

Importação de medicamentos de todos os demais grupos.

Com a emergência da biotecnologia moderna, a distribuição geográfica das etapas tecnológicas tende a ampliar a distância entre os países dos grupos extremos. Considerando a complexidade científica e tecnológica dos novos produtos e processos, os países do grupo 1 têm melhores condições econômicas (mercado consumidor e financiamento) e institucionais (biossegurança e direitos de propriedade intelectual) para se tornarem os grandes inovadores e produtores mundiais. No outro extremo, dado as suas condições precárias – mercado consumidor pequeno, reduzida capacitação científica e tecnológica e inexistência de aparatos institucionais – os países do grupo 5 apresentam possibilidades quase nula de conseguirem melhores posições na divisão internacional dos estágios tecnológicos com a emergência dos novos paradigmas.

Já no grupo 3 podem ocorrer mudanças significativas. Aqueles países que apresentam condições favoráveis – tamanho do mercado interno, os avanços tecnológicos na fase anterior, identificação da natureza da fase seguinte e a compreensão do paradigma técnico-econômico que acompanha a biotecnologia moderna – poderão aproveitar as "janelas de oportunidades" e saltar para o grupo 2. Como a partir dos anos 90 a biotecnologia e a bioinformática tornaram-se ferramentas essenciais para a industria farmacêutica, principalmente nas atividades do primeiro e segundo estágio, os países do terceiro grupo poderão criar as condições para a internalização desses estágios iniciais fomentando o fortalecimento da capacitação científica e tecnológica, através das universidades, instituições de pesquisas e incentivando a criação e o fortalecimento das novas empresas de biotecnologia. Entre os países subdesenvolvidos, os do grupo 3 são os únicos com condições e potenciais para dar este salto.

Mas, para estes mesmos países , a emergência do novo padrão tecnológico, organizacional e institucional pode significar, em combinação com outros fatores, um risco de retorno ao grupo 4. Muitos desses países, apesar do potencial de desenvolvimento da biotecnologia criado pela existência de uma atividade acadêmica forte, passaram durante as duas últimas décadas longos períodos de crises econômicas e políticas e de diversas reformas que afetaram profundamente a estrutura industrial e o padrão de inserção externa desses paises.

A seguir iremos analisar a estrutura da indústria farmacêutica no Brasil e a sua inserção no comércio externo, com ênfase nos anos 90, quando as reformas econômicas internas coincidiram com importantes transformações na estrutura da indústria global.

4.2. A Indústria Farmacêutica no Brasil

A industria farmacêutica nacional pode ser dividida em dois segmentos: 1) a produção privada de fármacos e medicamentos, que tem predominância dos grandes laboratórios multinacionais; e 2) a produção de imunobiológicos pelos laboratórios públicos.

As Empresas Privadas

O Brasil é o quinto maior produtor de medicamentos do mundo , suplantado apenas por Estados Unidos, Japão, Alemanha e França. A indústria brasileira produz cerca de 11.500 itens de medicamentos, 1400 princípios ativos e 264 classes terapêuticas. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), existem no país 980 empresas farmacêuticas , exclusive distribuidoras, drogarias e farmácias, sendo que, desse total, 628 são laboratórios produtores. Além disso, completam o setor farmacêutico cerca de 1.500 distribuidoras ,44.540 farmácias e drogarias. Em relação a outras industrias, a farmacêutica é uma das que apresentam maior rentabilidade. A rentabilidade média dos 15 maiores laboratórios foi de 15%, sendo que os 5 maiores obtiveram rentabilidade entre 19% e 37% (Exame, Jun/1999).

Apesar do grande volume de produção e de vendas, a industria farmacêutica brasileira apresenta algumas deficiências. Embora seja a quinta maior produtora de medicamentos no mundo, ela possui as características típicas das industrias farmacêuticas dos países em desenvolvimento: o predomínio dos laboratórios multinacionais no mercado interno, grande dependência externa de matérias-primas e baixo nível de investimento em P&D.

Estas três características estão inter-relacionadas entre si. As filiais dos grandes laboratórios preferem comprar as matérias-primas (fármacos) de suas matrizes e com isso

investem muito pouco em P&D, já que é no estágio de produção de fármacos que se concentra a maior parte destes investimentos.

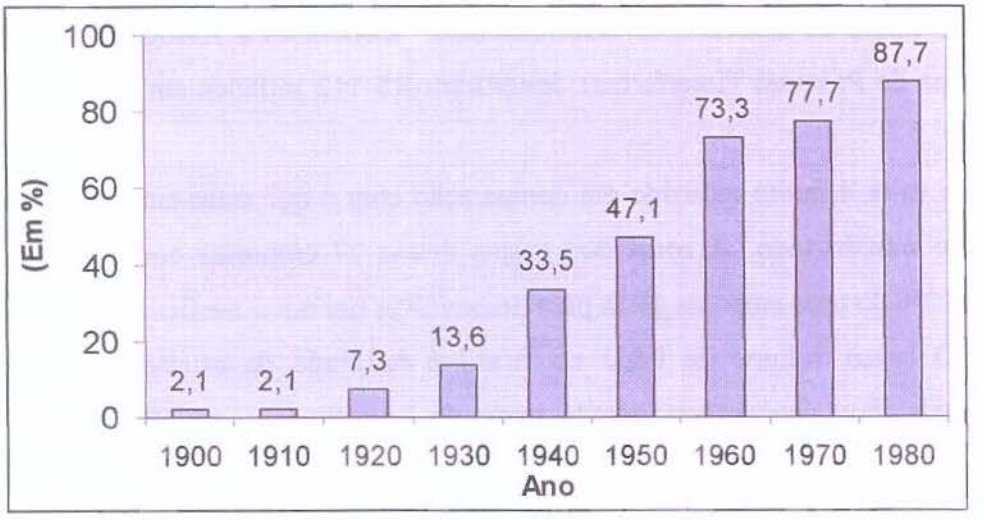
Em 1998, entre as dez empresas com maior participação no mercado, apenas uma – o Grupo Ache – era nacional.(Tabela 14). Durante a segunda metade do século XX, a industria farmacêutica no Brasil se caracterizou por um continuo de processo de concentração do mercado e de desnacionalização da produção (ver Figura 16). Entre 1936 e 1983, 43 laboratórios nacionais foram vendidos a grupos estrangeiros (Valentin, 2003).

Tabela 14. Os 10 Maiores Laboratórios no Mercado Brasileiro, 1998

Empresa	R$milhões	Participação (%)
Novartis	749.2	6.26
Roche	652.7	5.45
Bristol-Meyers Squibb	640.2	5.35
Hoechst Marion Roussel	623.7	5.21
Aché/Prodome	558.0	4.66
Jansen Cilag	446.3	3.73
Boehringer Ingelheim	445.4	3.72
Glaxo Wellcome	412.6	3.45
Schering Plough	378.1	3.16
Eli Lilly	357.4	2.99
TOTAL	5.263,6	43,98

Fonte: Callegari (2000), *apud* Quental, Gadelha e Fialho (2001).

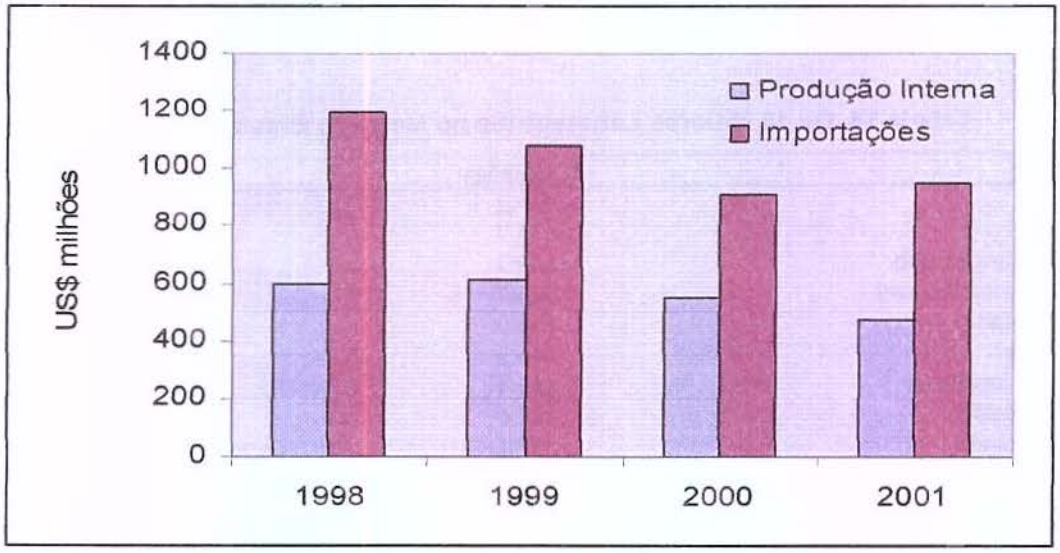
Figura 16. Participação dos laboratórios estrangeiros na produção interna de medicamentos (em %)



Os laboratórios com plantas produtivas no país atuam basicamente nos dois últimos estágios da produção: produção e comercialização de medicamentos. A produção interna de

fármacos é dificultada pelo mercado reduzido: as filiais preferem importar de suas matrizes e as nacionais são poucas e pequenas. A Figura 17 mostra dependência da industria nacional de insumos para produção de medicamentos, onde cerca de dois terços da demanda interna é atendida com importações.

Figura 17. Farmoquímicos e Adjuvantes Farmacotécnicos: Produção Interna e Importações



Fonte: Gadelha, 2002.

Como conseqüência das importações de matérias-primas pelas multinacionais, o investimento em P&D no Brasil é muito baixo em comparação com outros países. Em 2001, as 27 filiais de laboratórios multinacionais[19] associadas a Associação de Industria Farmacêutica de Pesquisa (Interfarma), investiram R$ 112 milhões em P&D (ver Tabela 15).

Esse valor é muito reduzido em comparação com o que estas empresas gastam em inovação no mundo todo. A soma dos gastos destas 27 empresas com P&D no Brasil equivale a 12% do uma empresa gasta para desenvolver um novo medicamento nos Estados Unidos[20]. O baixo volume de P&D no Brasil é resultado da estratégia das empresas multinacionais, que concentram grande parte do investimento em P&D nas matrizes, localizadas nos países desenvolvimentos (Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão)[21].

[20] Ver Capítulo 2.
[21] Ver Capítulo 2.

Tabela 15. Gasto anual com pesquisa e desenvolvimento pelas empresas associadas a Interfarma

Ano	Valor em 1000 R$	Variação Anual	Variação Acumulada
1995	21.947		
1996	30.278	37,96%	37,96%
1997	40.001	32,11%	82,26
1998	52.410	31,02%	138,8%
1999	81.521	55,54%	271,44%
2000	93.099	14,20%	324,2%
2001	112.177	20,49%	411,13%
Média 1995-2001	61.633		
Média 2002-2006	175.580		184,88%

Fonte: Interfarma.

Os Laboratórios Públicos

Os laboratórios públicos[22] desempenham um papel fundamental no avanço da pesquisa científica e tecnológica e também no campo da saúde pública. Ao contrário da produção de fármacos e medicamentos, a produção de imunobiológicos no Brasil avançou muito no sentido da auto-suficiência nos últimos 20 anos. A principal causa deste avanço é a presença do setor público, tanto como produtor, através das instituições públicas de pesquisa e produção, como comprador, através das políticas de saúde pública.

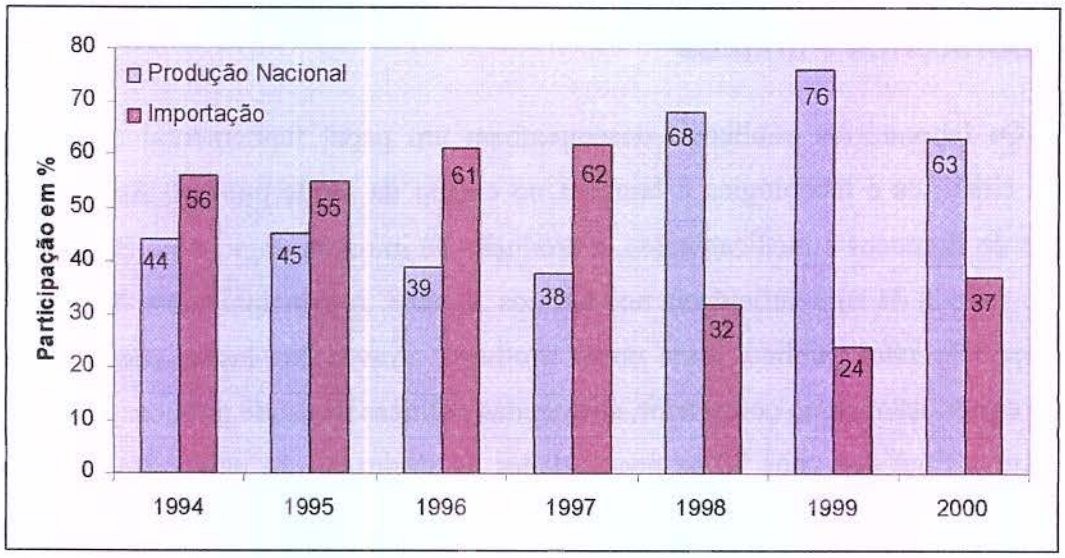
Até o final dos anos 70 as necessidades de vacinação do país eram supridas por importações e por produção privada. A partir do crescimento de demanda causado pela implementação do Programa Nacional de Imunização, criado pelo Governo Federal em 1973, ficou claro a necessidade de aumentar e melhorar a qualidade da produção interna de vacinas. O início dos anos 80 foi o momento de inflexão na industria de vacinas nacional. A insuficiência da produção nacional privada e a crise do setor externo, que dificultava as importações, fizeram com que o Governo criasse o Programa de Auto-suficiência nacional de Imunobiológicos (PASNI). A partir deste momento o Governo Federal iniciou uma política de estimulo da produção nas instituições públicas, especialmente a Fundação

[22] Os principais laboratórios públicos no Brasil são os Instituto Butantã e a Fundação Osvaldo Cruz. Para maior detalhes sobre estas instituições, ver Silveira (2001).

Osvaldo Cruz e o Instituto Butantã. Entre 1986 e 1998 foram o Governo Federal investiu um total de US$ 150 milhões na capacidade produtiva e na qualidade da produção nacional de vacinas (Gadelha, 2002).

Atualmente, o Brasil é auto-suficiente na produção de vacinas contra sarampo, difteria, tétano, coqueluche, caxumba, hepatite B, meningite meningocócica A e C e febre amarela. Este resultado se deve ao sucesso da política nacional de imunobiológicos e vacinação, apoiada em investimentos maciços na produção nacional. Nos últimos 20 anos esta política se assentou em dois objetivos: imunização total e auto-suficiência. A participação no consumo da produção interna aumento de 44% em 1994 para 63% em 2000.

Figura 18. Evolução da produção nacional e da importações de vacinas (em %) – 1994 a 2000.



Fonte: Gadelha, 2002.

O Programa Nacional de Imunização resultou numa redução drástica da incidência de diversas doenças como sarampo, poliomielite, caxumba e outras. A taxa de cobertura (% de crianças vacinadas) aumentou significativamente nas duas últimas décadas. Para algumas doenças, como o sarampo, a vacinação atingiu no Brasil já atinge 100% das crianças menores de um ano de idade (Gadelha, 2002). Ao mesmo tempo, a política de auto-suficiência significou muita economia de recursos para o país, principalmente se levar em consideração que quase 100% das compras de vacinas é via recursos públicos. Segundo Isaias Raw, diretor da Fundação Instituto Butantã, a 10 dez anos o custo de importação de

vacina contra a Hepatite B era de 24 dólares a dose, hoje esta mesma vacina é produzida internamente por apenas um dólar três doses (FAPESP, n. 87).

O predomínio de empresas públicas nesta área é fundamental, pois, ao contrário das empresas privadas, elas focam seus investimentos em P&D na produção de vacinas e medicamentos contra diversas doenças infecto-contagiosas, muitas das quais negligenciadas pelos laboratórios multinacionais. Em muitos casos, a produção nacional e com baixo custo é fundamental, como é o caso de soros antiofídicos. As espécies de serpentes existentes na fauna brasileira exigem soros específicos e dificilmente os laboratórios multinacionais iriam investir em nichos de mercado tão segmentado quanto esse.

4.3. A Evolução da Indústria Farmacêutica no Brasil nos anos 90

A Evolução da Oferta: A Reestruturação Produtiva

A estrutura de oferta de medicamentos no Brasil também passou por grandes transformações na década de 90. A indústria farmacêutica brasileira sofreu um intenso processo de reestruturação produtiva em conseqüência da reestruturação industrial brasileira e da reestruturação tecnológica e organizacional da industria farmacêutica mundial[23].

A economia brasileira nos anos 90 passou por um processo de profundas reformas estruturais que afetaram a estrutura e o desempenho do setor industrial. De forma bem resumida, todos os países da América Latina, com maior ou menor intensidade, passaram por um processo de reestruturação que envolveu diversas reformas. Ramos (1997), cita sete conjuntos de reformas estruturais básicas de características neoliberais que foram implementadas em quase todos os países da América Latina: a política antiinflacionária, a reforma tributária, a abertura comercial, liberalização financeira, as privatizações, a reforma da previdência e a reforma do mercado de trabalho.

[23] Ver Capítulo 2.

No caso específico do Brasil, a inserção internacional da industria foi afetada especialmente por dois conjuntos de reformas: a abertura comercial e a política antiinflacionária. A primeira iniciou-se em 1990, com um processo de redução tarifária e a segunda em 1994, com a implementação do programa de estabilização monetária, o Plano Real. Dois elementos do Plano Real tiveram impactos diretos sobre a industria: elevação da taxa de juros e apreciação cambial.

A partir de 1994, a abertura comercial, associada aos efeitos da política de estabilização, aumentou o nível de desproteção da industria e desestimulou o investimento industrial no país. Um dos impactos imediatos foi o surgimento de déficit na balança comercial. A balança comercial saiu de um superávit de US$ 10 bilhões em 1994 para um déficit de US$ 3,3 bilhões em 1995 (ver). A política econômica, além de incentivar as importações, desestimulava as exportações. Entre 1994 e 1995, as exportações aumentaram 6%, enquanto que as importações aumentaram 50%. Entre 1990 e 1997, as exportações aumentaram 69% e as importações aumentaram 189% (ver Figura 19 e 23).

A valorização cambial, combinado com uma taxa de juros elevada, resultou numa rápida queda da inflação. A pressão dos produtos importados nos dois primeiros anos do Plano Real foi crucial para o seu sucesso em conter a inflação em níveis reduzidos. Mas ao mesmo tempo, essa política apresentava um viés antiprodução. Em vários setores, houve um significativo processo de importação substitutiva da produção local, principalmente naqueles intensivos em tecnologia.

Figura 19. Brasil: Evolução do comércio externo, 1989 – 2002 (US$ milhões)

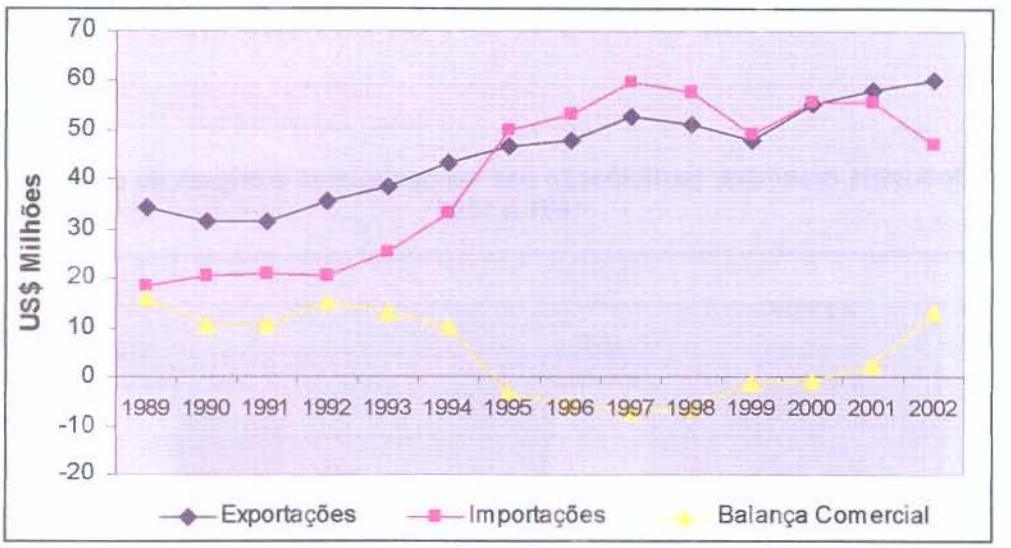
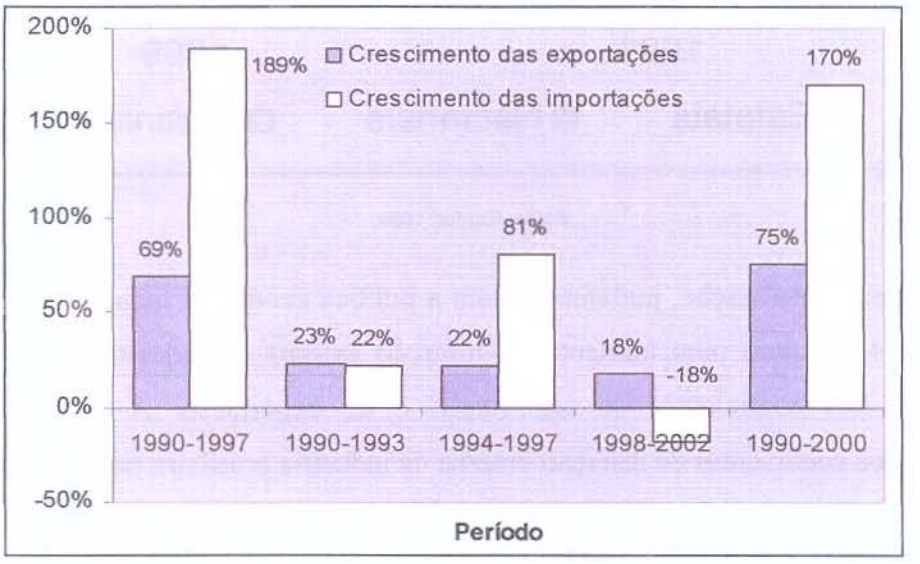


Figura 20. Brasil: Crescimento das Importações e Exportações em %, durante a década de 90

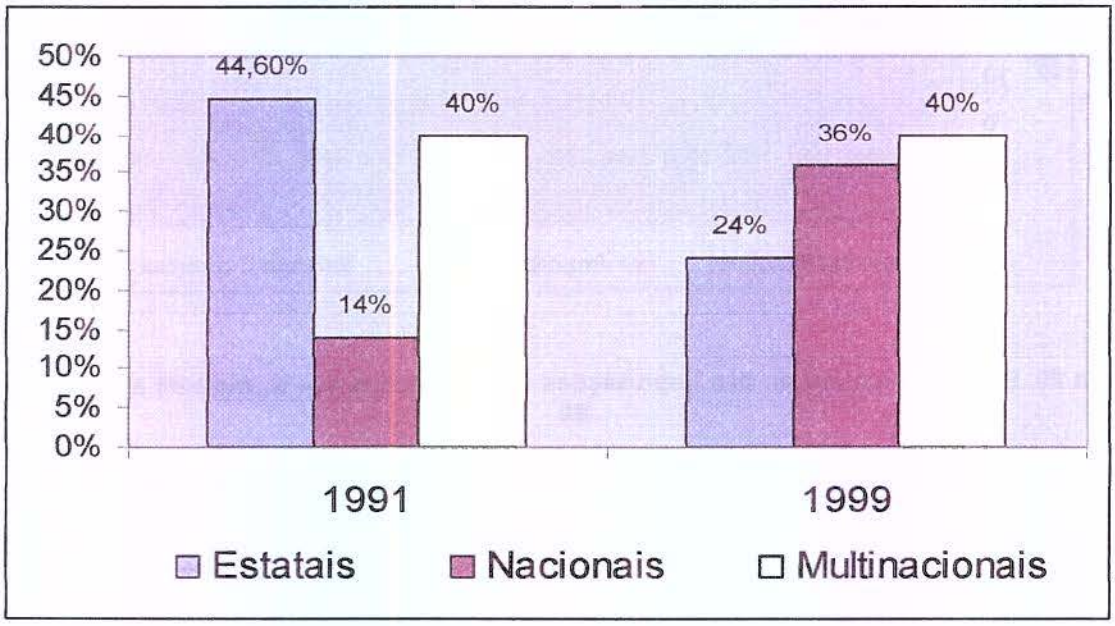


Fonte: Elaborado a partir de dados primários da Secex.

Dois fenômenos marcaram a reestruturação tecnológica e organizacional da industria brasileira na década de 90: a privatização e desnacionalização (ver Figura 21). Entre 1991 e 1996, ocorreu grandes transferências de receita das empresas estatais para as empresas privadas, independente da nacionalidade – fase da desestatização. Entre 1996 e 1999, a transferência de receitas foi das empresas nacionais para as multinacionais – fase da desnacionalização. O processo de desnacionalização ocorreu de forma diferenciada entre os

setores da industria. Nas industrias intensivas em tecnologia a participação das empresas multinacionais na receita total aumentou de 60% em 1991 para 86% em 1999 (Kupfer, 2000).

Figura 21. Industria Brasileira: participação nas vendas quanto a origem do capital (em %) – 1991 a 1999

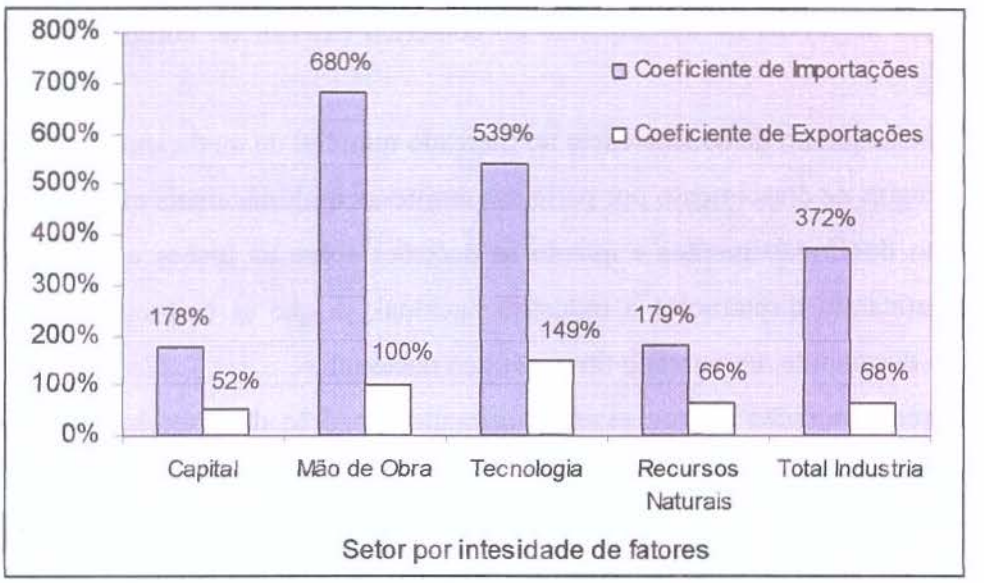


Fonte: Kupfer. 1999.

A desnacionalização, juntamente com a política cambial e monetária praticadas a partir de 1994, resultou num aumento da inserção externa da industria, com aumentos significativos nos coeficientes de importação e de exportação. A Figura mostra o crescimento dos coeficientes de inserção externa da industria brasileira entre 1989 e 1998.

Mas a inserção do período aumentou de forma assimétrica: o coeficiente de importação da industria aumentou 372% entre 1989 e 1998, enquanto que o de exportação cresceu apenas 68%. Em alguns grupos de setores, como o intensivo em tecnologia e em mão-de-obra, a assimetria foi maior ainda (ver Figura 22).

Figura 22. Brasil: Crescimento (em %) dos coeficientes de importação e de exportação da industria entre 1989 e 1998 - setores por intesidade de fatores



Fonte: Moreira, 2000.

A industria farmacêutica, como setor intensivo em tecnologia, sofreu de forma intensa as principais transformações estruturais sofridas pela industria nacional nos anos 90: aumento da participação das empresas multinacionais no mercado (fusões e aquisições) e aumento assimétrico da inserção internacional.

As operações de fusões e aquisições no mercado mundial refletiram na industria farmacêutica brasileira, contribuindo para aumentar a desnacionalização do setor. O maior número das operações de aquisição teve como alvo empresas de capital nacional, embora os maiores valores das transações ocorreram entre subsidiárias estrangeiras. Talvez a mais importante aquisição de empresa nacional por outra estrangeira tenha sido o caso da compra da Biobrás pelo Novo Nordisk. Este caso chama atenção pelo fato da Biobrás ser uma das poucas empresas nacionais com capacidade de desenvolvimento tecnológico na área farmacêutica (produção de insulinas). "A conseqüência é a redução do núcleo de empresas domésticas que podem ser incentivadas por uma política industrial adequada para internalizar a produção de princípios ativos" (Magalhães, 2002).

A desnacionalização da industria e os efeitos da política econômica resultaram num nítido processo de desindustrialização. Segundo Magalhães (2003),"a grande maioria das empresas produtoras de medicamentos implementou uma política de especialização e de complementaridade produtiva e comercial, com fechamento de plantas e de linhas de

produção de farmoquímicos e de medicamentos e a sua substituição por importações, ocasionando a desverticalização da cadeia produtiva de farmoquímicos e de medicamentos, com impactos negativos no desempenho do comércio exterior do complexo industrial de química fina".

O acirramento da concorrência no mercado mundial de medicamentos condicionou novas estratégias de crescimento por parte das empresas multinacionais quanto ao volume e a localização dos investimentos e quanto às decisões sobre as fusões e aquisições. Estas tendências afetaram diretamente a industria nacional, já que as empresas multinacionais têm posição dominante no mercado farmacêutico nacional.

A reestruturação alterou assimetricamente o padrão de inserção internacional da industria farmacêutica, com efeitos negativos sobre a balança comercial e sobre as perspectivas futuras da industria em relação a sua capacidade de inovação tecnológica (Frenkel, 2002). Pode se ter uma idéia dos efeitos negativos da abertura econômica e da reestruturação da industria brasileira sobre o comércio externo do setor farmacêutico pelo comportamento de três conjuntos de variáveis:

i. Aumento das importações mais que proporcional ao aumento das exportações: O coeficiente de importação da indústria farmacêutica brasileira passou de 7,3% em 1989 para 16,5% em 1998, enquanto que o coeficiente de exportação passou de 1,7% para 2,3% (Moreira, 2001).

ii. Modificação na pauta de importações: até o final dos anos 80 o Brasil importava basicamente fármacos, mas a partir de 1990 começou também a importar medicamentos prontos (a granel e a varejo).

iii. Modificação na estrutura de parceiros internacionais: a partir de 1990 o Brasil aumentou sua dependência de importações da Europa e Estados Unidos e de exportações com a América Latina.

A Figura 23 mostra a evolução dos comércio de produtos farmacêuticos para o consumo nos anos 90, onde o déficit salta de uma média de US$ 100 milhões entre 1989 e 1992, para US$ 700 milhões em 1996 e próximo de US$ 1,3 bilhão em 2002. Pela Tabela 16, observa-se que em comparação com outros gêneros da industria da transformação, os produtos farmacêuticos foram os mais deficitários durante os anos 90. Mesmo após 1998,

quando o déficit comercial total da economia começou a reduzir, o de medicamentos persistiu elevado e sem nenhuma tendência de redução.

Figura 23. Brasil: Evolução do Comércio Exterior de Produtos Farmaceuticos na década de 90

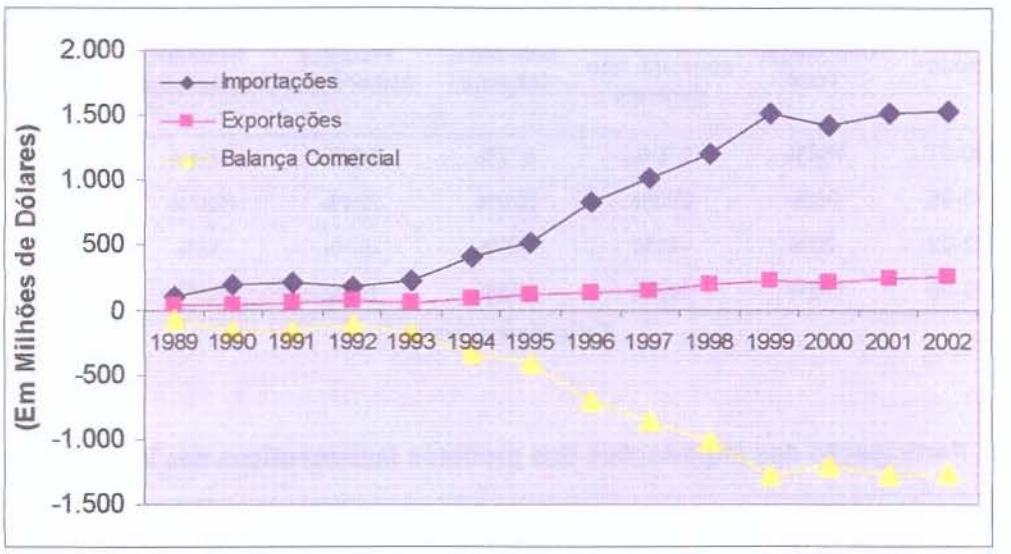


Tabela 16. Brasil: Balança comercial de alguns gêneros da industria da transformação (US$ milhões)

Gêneros	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Medicamentos	-704	-859	-1.018	-1.281	-1.202	-1.280	-1.274
Perfumária, Sab. e Velas	-57	-144	-174	-157	-136	-113	-35
Prods. de Mat. Plásticas	-959	-967	-1.107	-940	-1.019	-1.067	-986
Têxtil	-1.144	-1.113	-868	-642	-749	-284	-227
Vestuário	91	-3	31	195	350	342	364
Calçados e Componentes	1.440	1.388	1.270	1.287	1.568	1.628	1.466
Produtos Alimentares	4.537	4.403	5.066	4.783	4.563	5.891	5.928
Bebidas	-321	-233	-59	-26	-44	-39	77
Fumo	474	549	592	61	23	19	26

Fonte: Sistema Alice/SECEX.

Entre 1990 e 2000, as importações de medicamento aumentaram 607%, enquanto que as importações totais cresceram apenas 170% (ver Tabela 17). Em 2002, os produtos farmacêuticos constituíam o quarto grupo de maior participação nas importações totais (ver anexo). Essa participação passou de 0,5% em 1989 para 3,2% em 2002. A participação das

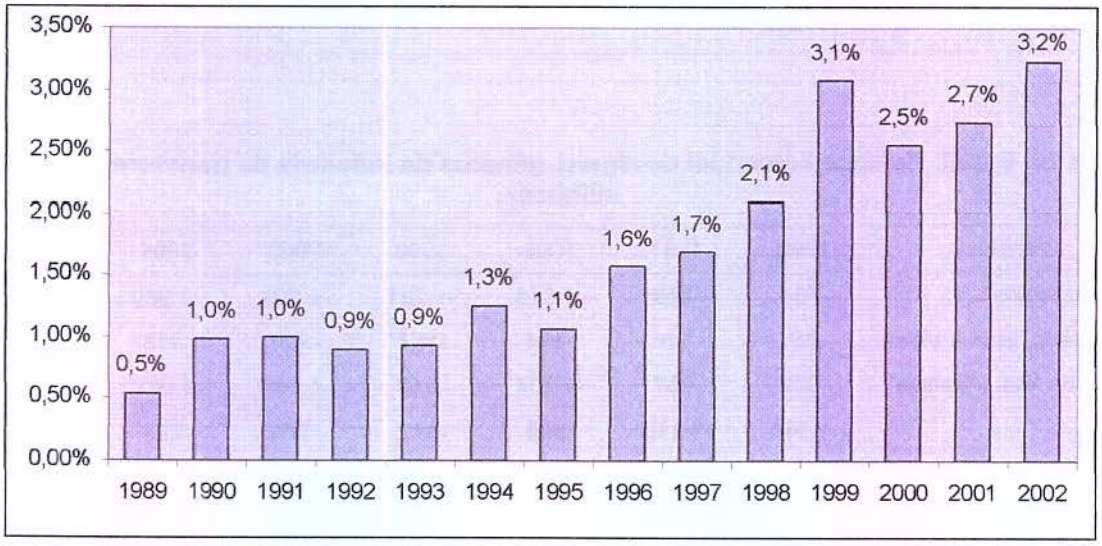
importações de produtos farmacêuticos nas importações de bens de consumo não-duráveis aumentou de 13% em 1990 para 45% em 2002 (ver Figura 25).

Tabela 17. Variação nas importações de produtos farmacêuticos em comparação com outros bens de consumo não duráveis

Período	Importação Total	Bens de consumo não duráveis	Bebidas e tabacos	Produtos alimentícios	Produtos farmacêuticos	Vestuário e outras confecções têxteis
1990-97	189%	270%	577%	146%	404%	778%
1993-95	98%	233%	329%	224%	127%	704%
1998-02	-20%	-41%	-45%	-57%	38%	-63%
1990-00	170%	167%	243%	51%	607%	296%

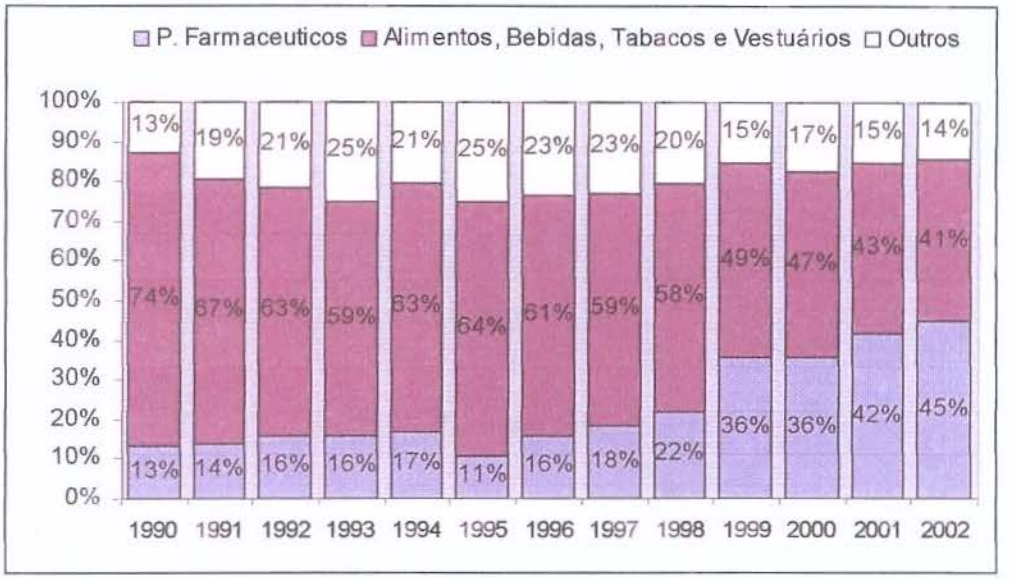
Fonte: Banco Central.

Figura 24. Participação das importações dos produtos farmaceuticos nas importações totais



Fonte: Bacen.

Figura 25. Brasil: Importações de bens de consumo não duráveis – participação das principais categoriais (em %)



Fonte: Secex.

Quanto às mudanças na pauta de importações, até o final dos anos 80, o Brasil, apesar da grande dependência de fármacos, era praticamente independente de importações de medicamentos prontos. A partir do início dos 90, entretanto, o Brasil passou também a importar grande volume de medicamentos prontos e a apresentar elevados déficits comerciais neste setor. A importação de medicamentos já prontos para venda a varejo teve um crescimento muito superior ao que poderia ser justifica pelo crescimento da demanda nacional. Em 1992, as importações de medicamentos para o varejo representavam 77% da importação total, em 1998 passou a representar 90% (Silva, 1999).

Para Frenkel (2002), o aumento crescente do déficit da industria farmacêutica brasileira nos anos 90, está relacionado também com a assimetria em relação aos parceiros internacionais. Do lado das importações, o Brasil continua muito dependente dos Estados Unidos e da União Européia (ver Figura 26), cuja industria, atua nos quatro estágios tecnológicos, é intensiva em tecnologia, competitiva e é responsável pela maior parte do lançamento de novos produtos. Do lado das exportações, houve uma especialização de mercado nos países da América Latina, cujas economias apresentam baixo nível de renda per capita e de potencial futuro de crescimento (ver Figura 27). Até 1992, Estados Unidos e União Européia eram os maiores compradores de medicamentos do Brasil.

Figura 26. Brasil: Origens das Importações dos Produtos Farmacêuticos

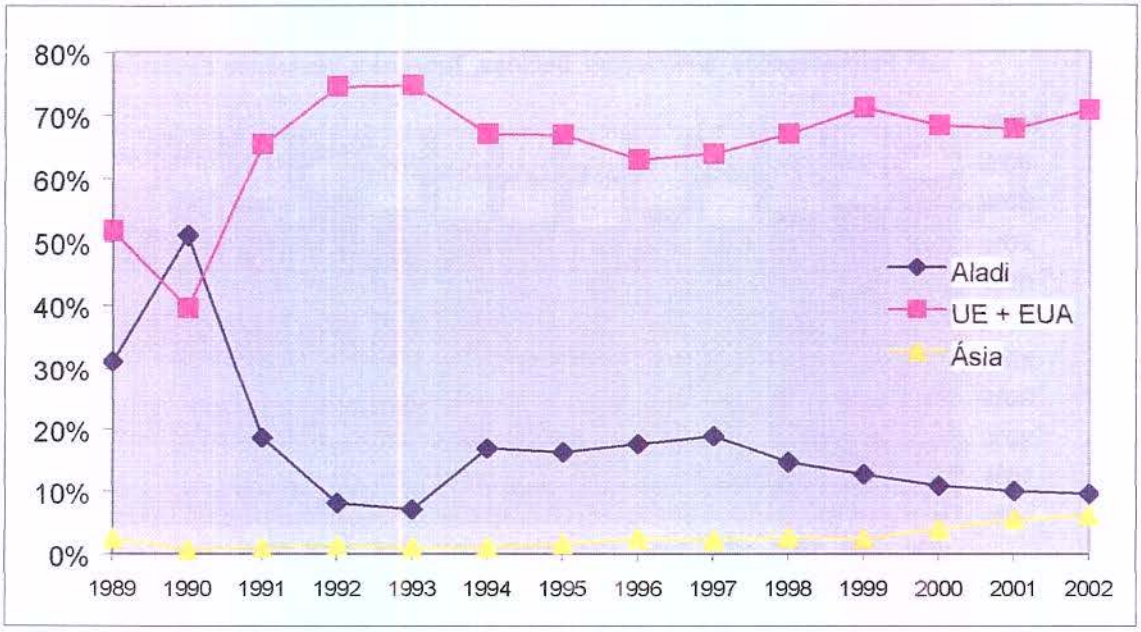
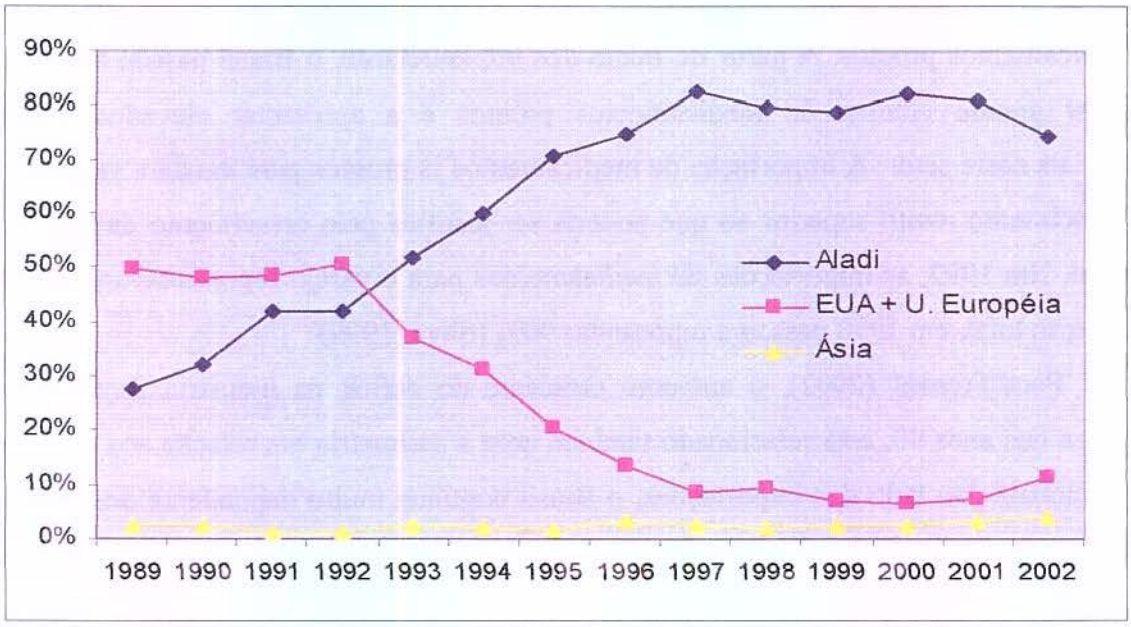


Figura 27. Brasil: Destino das Exportações dos Produtos Farmacêuticos



Fonte: Secex.

A Evolução da Demanda: os Efeitos da Recessão

O volume total de vendas de medicamentos no Brasil na segunda metade da década de 90 sofreu uma queda significativa no seu valor em dólar, como mostra a Tabela 18. Entre 1997 e 2003 o valor das vendas nominais em dólar reduziu quase 50%. A queda nas vendas de medicamentos no Brasil foi acompanhada por uma queda nas vendas de todas as indústrias da química fina, com exceção do segmento de cosméticos (Tabela 19).

A queda das vendas observada no período 1997-03 resultou na queda do Brasil no ranking mundial dos maiores mercados de medicamentos. Em 1997, o Brasil ocupava a sétima posição neste ranking e em 2003 caiu para a décima primeira posição, atrás do México e Austrália/Nova Zelândia.

Tabela 18. Vendas nominais em US$ de medicamentos no Brasil: 1997 a 2003

Ano	Vendas em US$ 1000	Variação percentual	Índice Base: 1994=100	Vendas em 1000 Unidades	Variação percentual	Índice Base: 1994=100
1997	8.537.436	-	100	1.854.094	-	100
1998	8.660.434	1,40%	101.4	1.814.337	-2,10%	97,9
1999	6.537.763	-24,50%	76,6	1.778.800	-2,00%	95.9
2000	6.705.678	2,60%	78,5	1.697.822	-4,60%	91,6
2001	5.685.430	-15,20%	66,6	1.640.251	-3,40%	88,5
2002	5.200.494	-8,50%	60,9	1.614.825	-1,60%	87,1
2003	4.771.402	-8,30%	55,9	1.573.599	-2,60%	84,9

Fonte: Febrafarma, 2003.

Tabela 19. Faturamento da Indústria Química Fina no Brasil – 2000 a 2002

DISCRIMINAÇÃO	FATURAMENTO TOTAL (US$ MIL)		
	2000	2001	2002
Aditivos	ND	ND	ND
Aromas & Fragrâncias	197.326	265.295	296.417
Catalisadores	118.000	120.000	122.000
Corantes & Pigmentos	271.953	272.391	246.806
Defensivos Agrícolas	2.499.958	2.288.000	1.952.000
Defensivos Animais	771.479	636.620	596.331
Farmoquímicos	551.000	476.000	ND
Produtos Farmacêuticos	6.705.678	5.685.430	5.200.494
TOTAL	10.564.394	9.267.736	8.414.048

Fonte: Abifina, 2003.

Um dado positivo neste período foi o aumento significativo da demanda por parte do governo federal. Como mostra a Tabela 20, Entre 1997 e 2000, as despesas do Ministério da Saúde com assistência farmacêutica aumentou de R$ 1 bilhão para R$ 2,5 bilhões. Os medicamentos estratégicos, principalmente os retrovirais e os hemoderivados, constituem o segundo grupo em volume de gastos. Entre 1997 e 2000, os gastos com estes medicamentos aumentaram de R$ 303 milhões para R$ 839 milhões. O aumento dos gastos governamentais com estes medicamentos, além dos impactos sobre a saúde pública, pode servir como importante estímulo ao desenvolvimento científico e tecnológico do país no campo da biotecnologia, desde que a política de assistência social seja acompanhada de uma política industrial que estimule a pesquisa e a produção interna.

Tabela 20. Ministério da Saúde: Despesas com Assistência Farmacêutica – 1997 a 2000 (Em R$ milhões)

Discriminação das Despesas	1997	1998	1999	2000
Assistência farmacêutica básica (Tratamento de Afecções Simples)	68,8	91,8	161,4	163,1
Medicamentos Estratégicos (Aids, hemoderivados, tuberculose, hanseníase e outros)	303,8	482	793,7	839,3
Medicamentos Excepcionais (Doenças neurológicas, autoimunes, osteoporose e outras)	...	...	189,4	339
Medicamentos de Saúde Mental	16	10,5	3,6	19,2
Materiais/Medicamentos (De uso em internação/quimioterápicos)	697,1	807	966	1.103,30
Gasto Total com Medicamentos	**1.085,70**	**1.391,30**	**2.114,10**	**2.463,90**

Fonte: Ministério da Saúde, 2002.

4.4. O Comércio Externo de Produtos Biotecnológicos nos Anos 90

Neste item vamos analisar as importações e exportações de produtos biotecnológicos nos anos 90. Como na maioria são produtos novos, eles ainda não possuem um capítulo específico na Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Os produtos biotecnológicos foram selecionados dos capítulos referentes à produtos da indústria química fina: Capítulo 29 (produtos químicos orgânicos); Capítulo 30 (produtos farmacêuticos); e Capítulo 38 (outros produtos químicos).

Os produtos selecionados foram divididos em quatro grupos:

Grupo 1: Frações de sangue, hemoderivados, vacinas e reagentes (Capítulo 30).

Grupo 2: Antibióticos – fármacos e medicamentos (Capítulos 29 e 30).

Grupos 3: Hormônios - fármacos e medicamentos (Capítulos 29 e 30)

Grupo 4: Outros (vitaminas, aminoácidos, ácidos e álcoois) – fármacos e medicamentos (Capítulos 29, 30, 35 e 38).

Metodologia e Fonte de Dados

Os dados utilizados para analisar o fluxo de comércio dos produtos biotecnológicos foram extraídos de fontes primárias produzidas pelo Ministério do Desenvolvimento, Industria e Comércio Exterior (MDIC), através da Secretaria de Comércio Exterior (Secex).

Esses dados estão organizados de acordo com o método de classificação de mercadorias: o Sistema Harmonizado de Designação e de Codificações de Mercadorias, ou simplesmente Sistema Harmonizado (SH).

O SH foi criado para o "desenvolvimento do comércio internacional, assim como aprimorar a coleta, a comparação e a análise das estatísticas, particularmente as do comércio exterior" (Secex, 2002). Assim, o SH classifica as mercadorias em códigos com seis dígitos, de forma que "sejam atendidas as especificidades dos produtos, tais como a origem, matéria constitutiva e aplicação, em um ordenamento lógico, crescente e de acordo com o nível de sofisticação da mercadoria"(Secex, 2002).

A partir do SH, foi criado a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), adotada pelos países membros em janeiro de 1995. A NCM classifica as mercadorias em códigos de 8 dígitos, os seis primeiros são formados pelo SH, enquanto os dois últimos dígitos correspondem a desdobramentos específicos atribuídos no âmbito do Mercosul.

A classificação de mercadorias NCM é dividida em 21 seções e 99 capítulos. As seções são grupos de capítulos que correspondem a mercadorias de uma mesma origem. Por exemplo, a Seção VI compreende os "produtos das industrias químicas ou das industrias conexas" e está dividido em 11 Capítulos, que vai do 28 (Produtos Químicos Inorgânicos) ao 38 (Produtos diversos das industrias químicas).

A seguir daremos um exemplo da classificação de uma mercadoria:

Código NCM: **3002.20.21** – Mercadoria correspondente: Vacina contra gripe, em dose;

Este código é resultado dos seguintes desdobramentos:

	Código	Descrição
Seção	VI	Produtos das industrias quimicas ou das industrias conexas
Capítulo	30	Produtos Farmacêuticos
Posição	3002	Sangue humano, hemoderivados, vacinas, soros, toxinas e etc.
Subposição	3002.20	Vacinas para medicina humana
Item	3002.20.2	Apresentadas em doses
Subitem	3002.20.21	Vacina contra Gripe, em dose

Os produtos biotecnológicos selecionados foram extraídos dos Capítulos 29, 30, 35 e 38. O Capítulo 30 compreende os produtos farmacêuticos para consumo final e foram extraídos os itens referentes a soros e hemoderivados, vacinas, medicamentos contendo antibióticos, medicamentos contendo hormônios e outros medicamentos (vitaminas, aminoácidos).

O Capítulo 29 compreende os produtos químicos orgânicos, dos quais vários itens são utilizados como insumos (fármacos ou princípio ativo) na produção de medicamentos. A seleção dos insumos produzidos através de processos biotecnológicos foi realizada a partir da relação de insumos publicada pela Associação Brasileira da Industria Farmoquímica (ABIQUIF). Da relação da ABIQUIF, foram extraídos também cinco itens do Capítulo 35 (Peptona Bacteriológica, Proteína Hidrolisada, Pancreatina, Papaína e Pepsina) e dois do Capítulo 38 (Meios de cultura e Reagentes analíticos).

A utilização dos dados da NCM, que é uma metodologia que não foi diretamente desenvolvida para segmentos inovadores, baseia-se na hipótese de que a expansão de atividades biotecnológicas no Brasil tem impactos sobre o comércio. Quanto maior for o diferencial de produtividade e de qualidade do novo produto de origem biotecnológica, maior será o estímulo para a importação do produto final. A pressão por importação de insumos e reagentes e mesmo de produtos inovadores próximos ao final da cadeia tem impacto sobre os incentivos para o desenvolvimento da biotecnologia do país, principalmente quando se busca utilizar os incentivos de mercado para seu desenvolvimento e não somente sinalizar a existência de oportunidades tecnológicas criadas pela pesquisa científica.

O aumento das importações também pode ser considerado como um indicador favorável para o direcionamento do esforço de pesquisa guiado pela perspectiva de substituição de importações. No entanto, pode também significar que o acesso a mercados importantes, como o fármacos e medicamentos, enfrentará forte concorrência dos incumbentes, transnacionais no mercado. A diferença em relação ao ocorrido nos anos oitenta é que, na atualidade, as empresas líderes mundiais estão antecipando sua entrada no país visando cumprir os requisitos mais rigorosos de experimentação e biossegurança. Isso tem incentivado as ondas de aquisições de firmas potencialmente inovadoras toda vez que um segmento de mercado se mostra promissor.

Do ponto de vista do comércio isso pode significar que, mesmo quando a natureza dos produtos biotecnológicos vem a ser distinta da dos produtos que substitui, as empresas líderes se encarregam de padronizá-los. Além disso, elas costumam apresentar economias de escala na distribuição o que, além das vantagens associadas, lhes permite bloquear as atividades de firmas regionais e dos nichos de mercado.

Resultados e Discussão

O comércio externo de produtos biotecnológicos nos anos 90 apresentou o mesmo desempenho dos demais produtos farmacêuticos:

i. Aumento crescente do déficit nos quatro grupos selecionados;

ii. Aumento da participação dos medicamentos prontos nas importações totais, indicando um processo de desindustrialização;

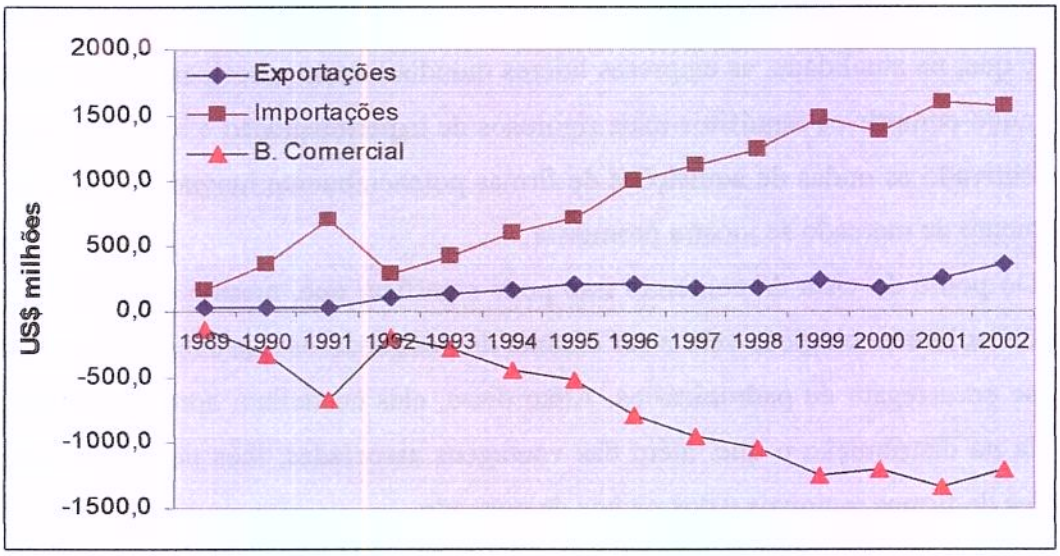
iii. Importações elevadas e concentradas nos países desenvolvidos – Europa e América do Norte;

iv. Exportações reduzidas – insignificantes em alguns grupos - e concentradas nos países subdesenvolvidos – basicamente os países da América Latina.

O comportamento do comércio externo de todos os grupos de produtos biotecnológicos foi idêntico: importações cresceram a taxas elevadas e as exportações a taxas reduzidas, resultando em aumento crescente do déficit da balança comercial durante a

década de 90. O déficit aumentou de cerca de US$ 200 milhões em 1989 para cerca de US$ 1,5 bilhão em 2002 (Figura 28).

Figura 28. Brasil: Evolução do comércio exterior de produtos biotecnológicos nos anos 90

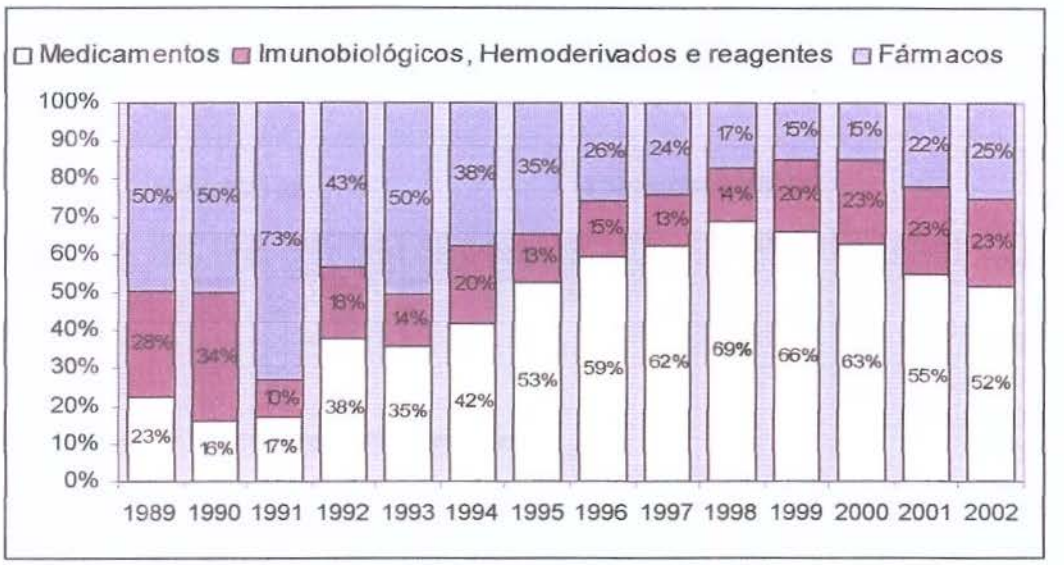


Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Nas Figuras 29 a 32, estão apresentados os dados do comércio exterior dos produtos biotecnológicos distribuídos em insumos (fármacos) e produtos finais (medicamentos).Em todos os grupos houve um aumento na participação das importações de medicamentos prontos na importação total.

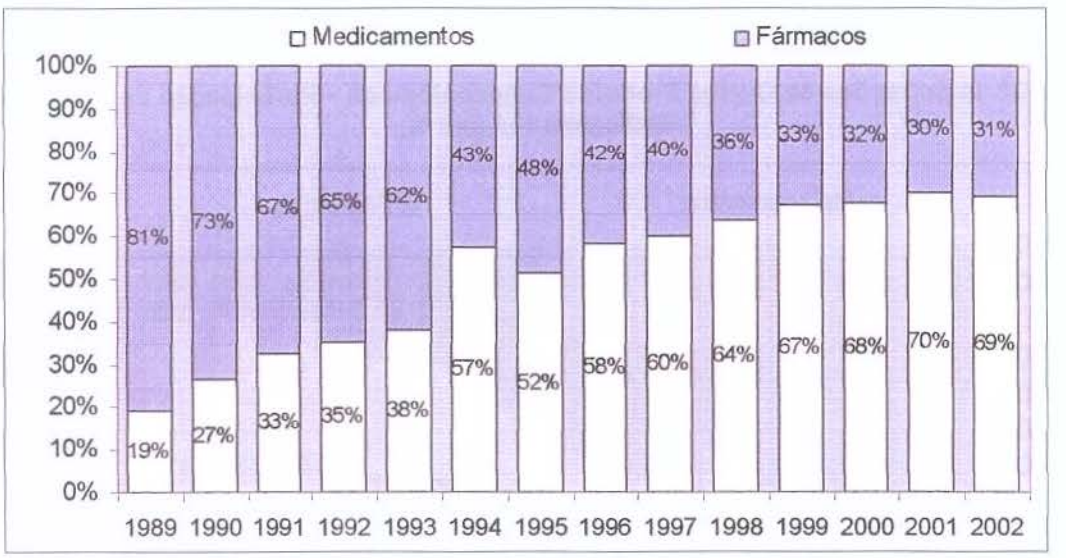
Nos grupo dos antibióticos houve a importação de medicamentos aumentou de 19% em 1989 para cerca de 70% em 2002. Mas foram entre os hormônios que houve o maior mudança na pauta das importações: os medicamentos passaram de 18% em 1989 para próximo de 80% em 2002. Estes dados mostram uma clara queda na produção interna de medicamentos que envolvem processos biotecnlógicos.

Figura 29. Importações de produtos biotecnológicos: produtos finais e insumos



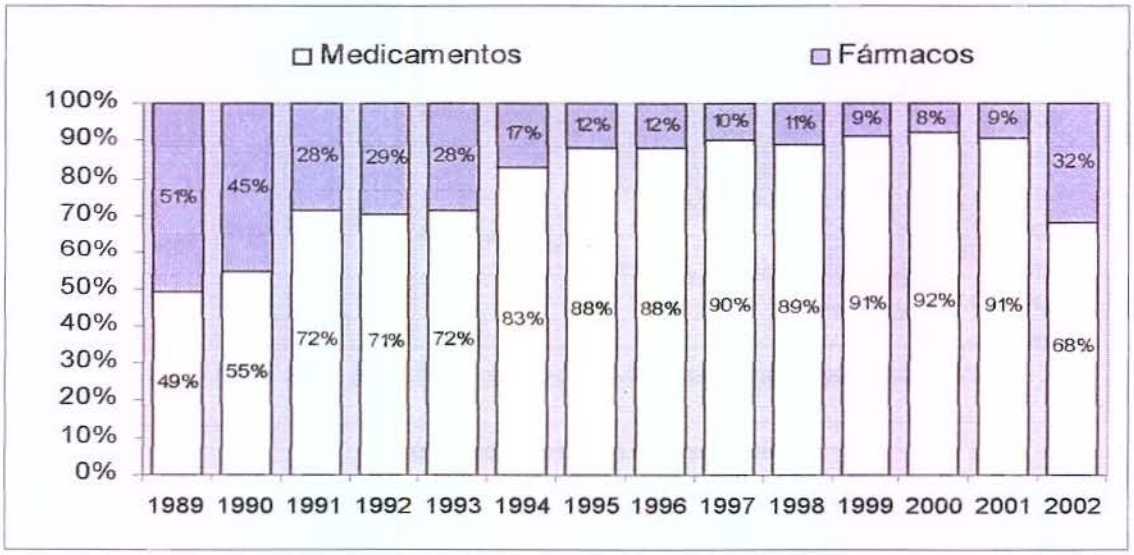
Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Figura 30. Importação de Antibióticos: fármacos e medicamentos (% do total)



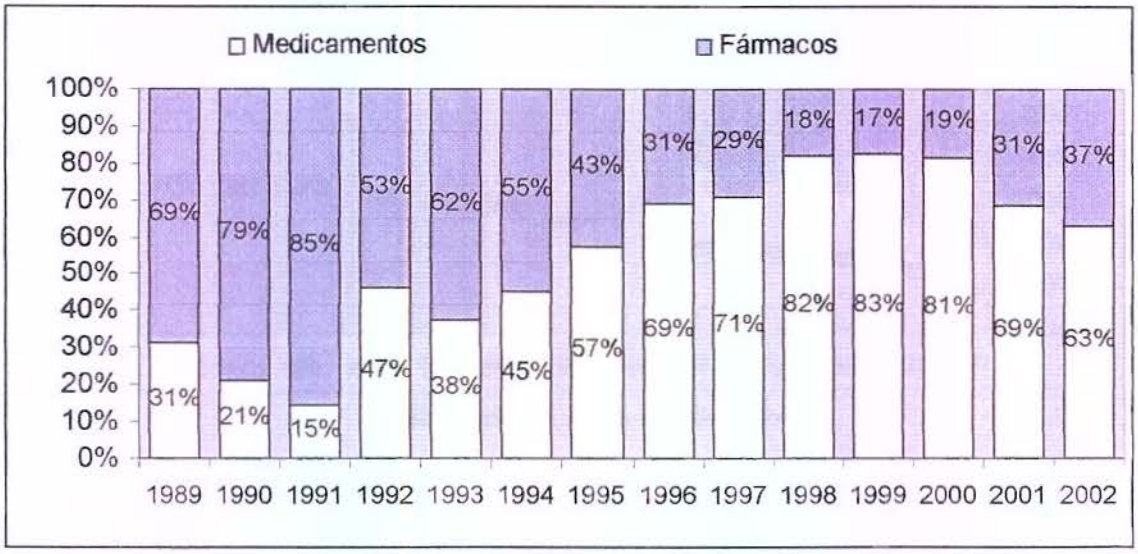
Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Figura 31. Importação de Hormônios: fármacos e medicamentos (em % do total)



Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Figura 32. Importações de Outros Produtos Biotecnológicos – Participação de Fármacos e Medicamentos (em %)



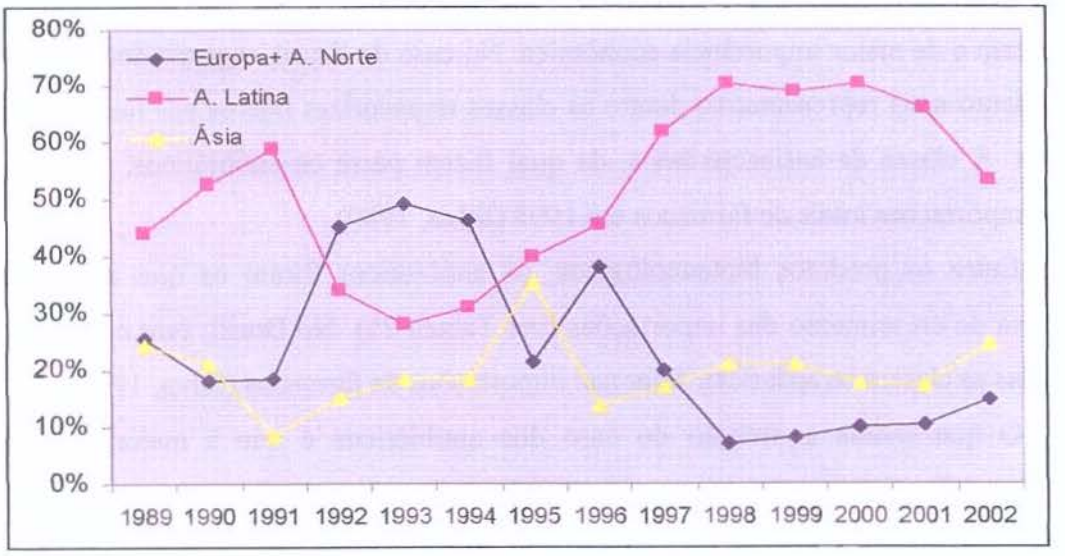
Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Os dados apresentados nas Figuras 36 e 37 mostram a outra face da baixa competitividade dos produtos biotecnológicos brasileiros. As importações estão

concentradas nos países desenvolvidos, onde estão concentrados os gastos com P&D e os mercados mais promissores. As exportações estão concentradas nos mercados com baixo nível de dinamismo tecnológico e mercados pouco promissores. Durante a década de 90 houve uma tendência de reforçar essa inserção assimétrica.

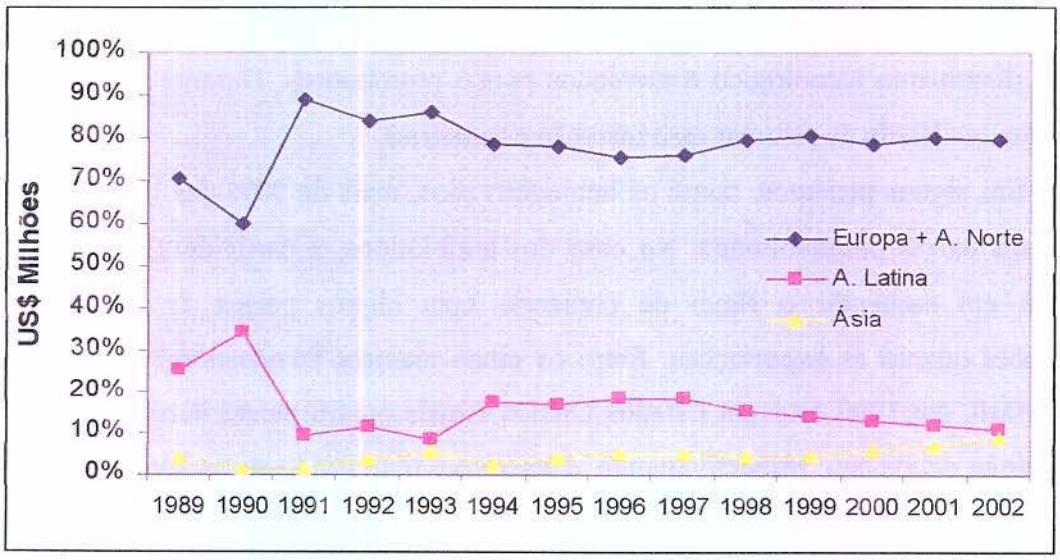
Em alguns produtos, como os hemoderivados, mais de 90% das importações tem origem nos países desenvolvidos. No caso dos antibióticos, a partir de 1998 houve uma tendência em aumentar o fluxo de comércio com alguns países da Ásia, tanto as importações quanto às exportações. Entre os cinco maiores fornecedores de antibióticos para o Brasil, em 1990 estavam Estados Unidos e mais quatro países europeus. Em 2002, Índia e Japão ocupavam, respectivamente, o terceiro e o quinto lugar na lista dos principais fornecedores (ver). Quanto aos compradores, Japão foi o principal destino de antibióticos do Brasil, com 17% das exportações totais (ver). A Europa teve a maior participação no déficit total de antibióticos entre 1995 e 2002 (média de 60%), mas também houve um aumento na participação da Ásia, que passou de 3% em 1995 para cerca de 20% em 2002 (ver).

Figura 33. Brasil: Destinos das Exportações de Produtos Biotecnológicos



Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Figura 34. Brasil: Origem das importações de produtos biotecnológicos



Fonte: Elaborado a partir de dados da SECEX.

4.5. Antibióticos e Hemoderivados: Casos Críticos

Dois grupos de produtos chamam a atenção: antibióticos e hemoderivados. Dentre os produtos da biotecnologia tradicional na industria farmacêutica, os antibióticos representam o de maior importância econômica. No caso do Brasil, o grupo dos antibióticos é o segmento mais representativo dentre as classes terapêuticas líderes nas importações de fármacos. A classe de antibacterianos, da qual fazem parte os antibióticos, representava 42% as importações totais de fármacos em 1998 (Silva, 1999).

Entre os produtos biotecnológicos, os antibióticos foram os que apresentaram maior taxa de crescimento das importações (ver Tabela 21). No Brasil, este é o segmento, entre todas as classes terapêuticas, líder nas importações de fármacos (Silva, 1999).

O que chama a atenção do caso dos antibióticos é que a maioria dos itens importados é de produtos antigos, com predomínio daqueles que tiveram seus registros de patentes depositados antes de 1970. Segundo Silva (1999), somente dois antibióticos importados pelo Brasil tiveram suas patentes registradas após 1980.

A Tabela 21 compara o aumento da importações de antibióticos entre 1990 e 2000 com o total dos produtos farmacêuticos. Entre 1990 e 2000, as importações de medicamentos contento antibióticos cresceu 1200%, enquanto que a importação total de

medicamentos cresceu 600%. Outro resultado apresentado na Tabela 21 foi o baixo crescimento da importação de fármacos em comparação com a importação de medicamentos prontos. Na importação total de antibióticos, a participação dos medicamentos aumenta de 20% no inicio dos anos 90 para cerca de 70% em 2002 .

Tabela 21. Aumento da importação de antibióticos nos anos 90 (em %)

Data	Importação Total	Produtos farmacêuticos	Antibióticos	
			Medicamentos	Fármacos
1990-97	189%	404%	1205%	215%
1993-95	98%	127%	184%	65%
1998-2002	-20%	38%	18%	-7%
1990-2000	170%	607%	1226%	126%

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex

Apesar das importações de antibióticos continuarem concentradas nos Estados Unidos e Europa, a partir de 1998 houve uma tendência em aumentar o fluxo de comércio com alguns países da Ásia, tanto as importações quanto as exportações. Entre os cinco maiores fornecedores de antibióticos para o Brasil em 1990, estavam Estados Unidos e mais quatro países europeus. Em 2002, Índia e Japão ocupavam, respectivamente, terceiro e quinto lugares na lista dos principais fornecedores (ver Anexo)). Quanto aos compradores, Japão foi o principal destino de antibióticos do Brasil, com 17% das exportações totais (ver Anexo). A Europa teve a maior participação no déficit total de antibióticos entre 1995 e 2002 (média de 60%), mas também houve um aumento na participação da Ásia, que passou de 3% em 1995 para cerca de 20% em 2002 .

A Tabela 22 mostra os gastos do Ministério da Saúde com medicamentos, distribuído por programas. O grupo dos hemoderivados é o segundo da lista, consumindo cerca de 20% de todo o recurso destinado a comprar medicamentos. Comparando estes dados com os dados do comércio externo, fica evidente que não houve por parte do governo brasileiro uma ação mais ampla no sentido de fomentar a produção interna destes produtos. A política de assistência farmacêutica do governo brasileiro é considerada uma das melhores entre os países em desenvolvimento, especialmente a assistência aos portadores de HIV. Mas, a forte dependência de importações serve de limitações para a extensão destas políticas, principalmente em período de instabilidade cambial.

Tabela 22. Brasil: gastos federais com medicamentos, por programas – 2001 e 2002

Programa	2001		2002	
	Gastos em US$ milhões	%	Gastos em US$ milhões	%
Aids	172	64%	136	52%
Hemoderivados	46	17%	54	21%
Tuberculose	4	1%	3	1%
Hanseníase	1	0%	1	0%
Diabetes(Insulina)	19	7%	24	9%
Hipertensão/Diabetes - Medicamentos	2	1%	13	5%
Endemias focais	6	2%	4	2%
Farmácia popular	19	7%	20	7%
Farmácia mulher	0	0%	7	2%
Total geral	268	100%	262	100%

Fonte: Luiza, 2002.

O mesmo vale para as importações de hormônios. Os gastos do Ministério da Saúde com insulina gira em torno de US$ 20 milhões, cerca de 9 % do total. Entre 1990 e 1997, as importações de medicamentos contendo hormônios aumentaram 1600%! Enquanto que no mesmo período, as importações de hormônios em forma de fármacos aumentou apenas 130%. A participação dos medicamentos prontos no total de importações de hormônios, passou de 50% em 1990 para 90% em 2001. O que mostra mais uma vez falta de sinergia entre a política pública de saúde e a política industrial no setor farmacêutico. A produção interna, como mostra a produção de vacinas, além de reduzir o volume de importações, aumenta também a própria extensão da política de assistência, já que normalmente a produção interna apresenta menores preços.

Tabela 23. Crescimento das importações de hormônio em comparação a outros medicamentos

Data	Total - US$ - M	Produtos farmacêuticos - US$ - M	Hormonios	
			Medicamentos	Fármacos
1990-97	189%	404%	1600%	130%
1993-95	98%	127%	205%	5%
1998-2002	-20%	38%	-14%	225%
1990-2000	170%	607%	1646%	75%

Fonte: Elaborado a partir de dados da Secex.

O Brasil, como visto no início deste Capítulo, no item 4.1, se situa no grupo 3 na hierarquia do comércio mundial de produtos farmacêuticos – países com grande mercado interno e indústria farmacêutica atuando apenas nos dois últimos estágios.

Como discutido no Capítulo 1, a princípio, emergência da biotecnologia moderna, abriria janelas de oportunidades de melhora na hierarquia internacional, com a internalização dos dois primeiros estágios tecnológicos – P&D e produção de fármacos. Dado que o Brasil possui boa infra-estrutura científica e tecnológica e buscou na última década, através de incentivos governamentais, aproximar-se da fronteira tecnológica, criando projetos genomas em diversas regiões do país (Silveira, 2001).

Entretanto, os dados do comércio exterior mostram que nos anos 90, no campo industrial o país trilho um caminho inverso do campo científico e tecnológico. Enquanto o país investia milhões na construção de redes de genoma, a indústria farmacêutica deixava de produzir internamente produtos biotecnológicos de tecnologias já maduras, como os antibióticos. Além destes, o país investiu muito pouco também na capacidade produtiva dos laboratórios públicos para produção de hemoderivados.

Assim, apesar dos esforços de políticas tecnológicas, o aumento das importações de medicamentos prontos parece indicar um retrocesso na hierarquia internacional. Caso esta tendência continue, o Brasil corre o risco de cair para o grupo 4, ou seja, para o grupo de países com indústria farmacêutica com baixíssimo nível de sofisticação tecnológica, atuando basicamente na fase de formulação, embalagens e comercialização.

Este retrocesso não pode ser atribuído apenas ao processo de reestruturação da industria farmacêutica mundial. Outros países do mesmo grupo do Brasil apresentaram desempenho oposto durante a década de 90. A Índia, que até o final da década de 80 era uma grande importadoras de produtos farmacêuticos, tornou-se no final da década de 90 em exportadora líquida de medicamentos, inclusive para a Europa e Estados Unidos. E neste país também havia no começo da década de 90 o predomínio das multinacionais no mercado interno. Mas, tudo indica que o sucesso da industria farmacêutica na Índia foi resultado de uma combinação de fatores, mas principalmente da sinergia entre política pública de saúde e política industrial, baseada no desenvolvimento da capacitação científica e tecnológica nacional. Em 2002, entre as dez maiores empresas no mercado interno da

Índia, seis eram nacionais (Ganguli, 2003) . No Brasil, apenas uma entre as dez maiores é nacional.

5. A Inserção da Agricultura Brasileira no Contexto da Revolução Biotecnológica

Atualmente, o agronegócio desempenha um papel de destaque na economia brasileira, tanto na geração de renda quanto na geração de divisas externas. E como visto no Capítulo 3, a biotecnologia constitui um conjunto de tecnologias essenciais para atender as necessidades da agricultura moderna: **aumento da produção e da produtividade e a preservação ambiental**.

Este Capítulo tem como objetivo discutir a baixa difusão da biotecnologia moderna na agricultura brasileira, apesar da infra-estrutura científica e tecnológica instalada no país e da relevância do agronegócio para a economia nacional.

5.1. O Agronegócio no Brasil

Segundo os dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o PIB do agronegócio em 2002 foi de R$ 477 bilhões. Este valor representa aproximadamente 34% do PIB total. A taxa de crescimento do PIB agropecuário foi elevada durante a década de 90. Entre 1990 e 2002, a produção agropecuária cresceu a uma taxa de 3,18% a.a., enquanto que o PIN total cresceu apenas 2,71%.

A cadeia do agronegócio pode ser dividida em 4 segmentos: insumos agropecuários, agropecuária, indústria de processamento e distribuição (atacado e varejo). A participação destes setores no PIB do agronegócio brasileiro em 2002 era a seguinte: insumos agropecuários, com 6,42%; agropecuária, com 30,35%; industria, com 30,80% e a distribuição, com 32,44% (Guilhoto, 2003).

A agropecuária, um dos principais segmentos do agronegócio, tem uma participação no PIB total que oscila entre 8 a 10% e é um dos setores que mais cresceu na década de 90. Segundo os dados do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), entre 1990 e 1999, o setor apresentou um crescimento acumulado de 38,4 %. No mesmo período o PIB total cresceu apenas 18%.

Segundo o IBGE, a agropecuária emprega diretamente 14,4 milhões de pessoas, o equivalente a 24% da População Economicamente Ativa (PEA). A construção civil, outro setor intensivo em mão-de-obra, emprega apenas 7% da PEA. Em relação à geração de rendas, o agronegócio é fundamental para a economia das pequenas e médias cidades brasileiras. Muitas destas cidades tem suas economias alicerçadas no agronegócio.

O agronegócio desempenha um papel de grande relevância na inserção externa da economia brasileira. Em 2002, ele participou com 30% da exportação total do país. A sua inserção na economia externa apresenta um desempenho bem diferente daquele apresentado pelo setor industrial. O Brasil é competitivo em vários segmentos, como o da soja, o da laranja e o da carne.

As exportações de produtos agrícolas apresentam o maior grau de inserção internacional entre todos os demais setores da economia brasileira. Enquanto as exportações totais do país participam com cerca de 1% nas exportações mundiais, para os produtos agrícolas essa participação gira em torno de 3% (ver Tabela 24).

A Tabela 25 apresenta a participação brasileira no comércio mundial distribuído por subsetores, com destaque para a soja, com participação de 36,68% das exportações mundiais. A Tabela 26 mostra o valor das exportações de 2002 dos 15 principais produtos do agronegócio brasileiro e a posição de cada um no mercado mundial.

Tabela 24. Participação das exportações brasileiras na exportações mundiais – Total e Exportação Agrícola (US$ Bilhões)

Ano	Exportações Totais			Exportações Agrícolas		
	Mundiais	Brasil	%	Mundiais	Brasil	%
1970	282,2	2,7	0,96	53,5	2,0	3,74
1975	796,4	13,6	1,71	122,4	8,9	7,27
1980	1.845,7	20,1	1,09	232,5	9,4	4,04
1985	1.784,5	25,6	1,43	208,5	8,8	4,22
1990	3.336,0	31,4	0,94	326,6	8,6	2,63
1991	3.451,2	31,6	0,92	239,4	7,6	3,17
1992	3.658,0	36,1	0,99	354,8	8,7	2,45
1993	3.764,2	38,7	1,03	335,8	9,5	2,83
1994	4.283,1	43,5	1,02	389,2	12,5	3,26
1995	5.011,5	46,5	0,93	443,6	13,3	3,23
1996	5.150,0	47,7	0,85	465,8	14,3	3,07
1997	5.325,0	53,0	1,00	458,0	16,0	3,49
1998	5.434,0	51,1	0,94	437,7	15,2	3,47
1999	5.549,5	48,0	0,86	416,8	13,8	3,31
2000	6.253,3	55,1	0,88	414,0	12,8	3,08
2001	6.064,0	58,2	0,96	-	-	-

Fonte: Secretaria de Política Agrícola/Ministério da Agricultura.

Tabela 25. Participação do Brasil no Comércio Mundial: por Subsetores do Agronegócio

Produto	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Açúcar (cristal e refinado	10,26	12,25	14,46	14,45	9,24	18,79	17,31
Algodão em bruto	-5,58	-5,98	-3,68	-1,82	-0,88	6,91	6,31
Cacau	2,81	1,68	1,66	0,49	0,9	1,46	1,07
Café (cru em grãos e solúvel)	21,2	18,16	16,27	15,1	10,72	8,36	8,18
Carne (bovina, suína e de frango)	3,17	3,32	3,71	4,75	4,57	7,51	8,15
Fumo em folhas	21,38	22,18	23	14,44	12,31	13,49	14,43
Laranja (suco concentrado)	11,87	9,49	10,3	10,14	8,12	6,84	7,79
Papel e Celulose	0,36	0,28	0,05	1,47	1,27	2,47	3,31
Soja (grãos, farelo e óleo bruto)	28,01	32,62	31,16	24,76	26,57	32,69	36,68
Trigo	-6,78	-5,61	-6,1	-6,17	-6,57	-6,76	-6,69

Fonte: Secex e FNP.

Tabela 26. Exportação do Agronegócio Brasileiro por Subsetores em 2002: Valor (Milhões US$) e Posição no Mercado Mundial

Produtos	Milhões US$	Toneladas	Posição no Comércio Mundial
Soja em Grãos	3032	15.970.002	1º
Farelo de Soja	2199	12.517.154	2º
Açucar	2111	13.497.228	1º
Calçados de Couro	1373	89.584	1º
Carne de Frango	1335	1.599.923	2º
Café	1201	1.556.562	1º
Suco de Laranja	1046	1.335.883	1º
Fumo	999	472.519	1º
Couro	964	241.499	1º
Óleo de Soja	778	1.934.387	2º
Carne Bovina	508	320.941	1º
Carne Suína	481	475.863	4º
Milho	268	2.746.990	4º
Álcool*	169	767.653	1º
Algodão	94	110.661	4º

Fonte: FAO, 200.

5.2. A Pesquisa Científica e o Desempenho do Agronegócio

O investimento em pesquisa e desenvolvimento é um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso do agronegócio brasileiro nos últimos 20 anos. O Brasil é o único país tropical considerado um grande *player* no cenário agrícola mundial. Esta posição foi conquistada com muitos anos de pesquisa pública e privada voltada para um melhor aproveitamento das vantagens naturais do país: clima tropical e subtropical, cerrados (que permite rápida expansão da área cultivada e aumento rápido da produtividade) e germoplasma selecionado e adaptado de grande variabilidade[24] (obrigação frente a grande variabilidade ambiental).

A principal contribuição da pesquisa a expansão do agronegócio foi o aumento da produção da agricultura e da pecuária. A produção de grãos, por exemplo, vem crescendo a

taxas anuais médias elevadas e esse aumento se deve quase que exclusivamente ao aumento da produtividade.

Em termos científicos e tecnológicos, o Brasil é considerado como um dos poucos Super NAR's do mundo, ou seja um dos principais centros de pesquisa agrícola entre os países em desenvolvimento, junto com a Índia, China e México. Tem como vantagem adicional contar com instituições próprias, cujo orçamento não está vinculado ao de órgãos internacionais, como a rede dos *International Agricultural Research Centers*, apoiados pela FAO e outros órgão multilaterais (Silveira, Assad & Dal Poz, 2003).

A rede de pesquisa em biotecnologia vegetal no Brasil é constituída de 1) instituições públicas de pesquisas, como o IAC e a Embrapa; 2) de universidades públicas, e 3) diversas empresas privadas.

Dentre as instituições de pesquisas, se destacam o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

A criação do IAC remonta ao final do século XIX, quando em 1887, D. Pedro II criou a Estação Agronômica de Campinas, que em 1892 foi transferida para a jurisdição do Estado de São Paulo com o nome de Instituto Agronômico de Campinas. Em 1928 foi criada neste instituto uma seção de genética e teve início os estudos de diversos cultivos, tais como café, milho, fumo, trigo e batata (Schwartzman, 1979).

Atualmente, o foco dos projetos de ciência e tecnologia do IAC é o melhoramento genético de mais de uma dezena de culturas, divida em grandes agrupamentos: hortaliças, algodão, café e graníferas. Segundo Silveira (2002) "a maior parte dos projetos envolve técnicas de melhoramento convencionais, mas em alguns deles, como nos Projetos Citros e Cana, as pesquisas em biologia molecular e genômica começam a mudar o cenário. O Projeto Café começa a ser introduzido nesta nova lógica. Durante os últimos 30 anos, mais de 550 materiais foram adotados pelo mercado. Atualmente oferece ao mercado inúmeros cultivares novos, de potencial difusão, como abacaxi-mel, alho, morango e batata livres de vírus, sempre produtos de seleção genética tradicional".

A Embrapa foi criada em 1973. Atualmente ela atua no desenvolvimento de técnicas agropecuárias, realiza pesquisa técnico-científica, promove os agronegócios nos níveis local, regional e nacional. Conta hoje com 40 unidades, 33 das quais mais diretamente ligadas ao P&D. Emprega 2100 cientistas, mais da metade doutores.

A Embrapa desempenhou um papel fundamental na implantação da cultura de soja no Brasil, com as pesquisas no campo fixação biológica de nitrogênio. Com estas pesquisas, o produtor brasileiro economiza com a adubação química uma média de R$ 460,00 por hectare, o que soma um total de R$ 5 bilhões ao ano de economia para os produtores. Além da vantagem econômica, com a técnica desenvolvida pela Embrapa, a produção de soja tornou-se menos agressiva ao meio ambiente e conseguir expandir a fronteira agrícola no cerrado brasileiro. As pesquisas da Embrapa foram importantes também da transformação do semi-árido nordestino em polo exportador de frutas (Silveira, 2002; Fapesp, 2003).

Outras fontes de conhecimento científico e tecnológico no Brasil são as Universidades Públicas, com destaque para a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e para a Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Uma característica importante dos projetos de pesquisa envolvendo biotecnologia no Brasil é tanto o número amplo de instituições envolvidas quanto o número de espécies vegetais escolhidas como objeto de investigação. Esse ponto é importante em face às estreitas prioridades de pesquisa definidas pelas líderes internacionais em biotecnologia vegetal que atuam no Brasil.

Assim, além das instituições públicas de pesquisa e das universidades, há as pesquisas no Brasil contam com a participação de empresas privadas e de cooperativas, como a Copersucar (produtores de açúcar em São Paulo) e Coodetec (cooperativas de produtores de grãos do Centro-Sul do país, principalmente no Estado do Paraná) (Silveira, 2001).

A Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo - Copersucar - é uma instituição chave do setor, representando mais de 97% do mercado. Para desenvolver pesquisas, a empresa criou o Centro de Tecnologia da Copersucar, onde são desenvolvidas tecnologias de geração de novas variedades de cana, e técnicas agro-industriais. Três grupos de projetos fazem parte da carteira de desenvolvimento de produtos de biotecnologia da cana: transformação genética, descoberta de genes e marcadores moleculares. Uma variedade transformada está em teste de campo. Estão sendo difundidas duas novas variedades, obtidas por técnicas tradicionais, que fazem parte do Projeto Cana do IAC.

A empresa estabelece parceria com universidades e instituições de pesquisa e de fomento, como a parceria com a Fapesp no Genoma SUCEST - *Sugar Cane EST*- o projeto de sequenciamento de genes expressos de importância agrícola da cana. Neste projeto a parceria Fapesp-Copersucar envolve 200 pesquisadores da rede de universidades paulistas e de Estados como Pernambuco e Alagoas. Foram identificados mais de 80 mil genes, dos quais muitos dos responsáveis pela resistência da planta a pragas e calor e pela adaptação ao solo. É o maior projeto de análises de genes expressos em plantas já realizado, está sendo financiado por recursos da ordem de US$ 6 milhões, dos quais US$ 500 mil representam a contrapartida da empresa, que, no entanto, não realiza sequenciamento de DNA em suas instalações. Segundo o Prof. Dr. Paulo Arruda, coordenador do Genoma SUCEST, em dois anos devem estar sendo lançados no mercado produtos derivados do sequenciamento da cana.

Outro exemplo importante de participação de fundos privados no financiamento da pesquisa no Brasil é a do Fundo de Defesa da Citricultura, Fundecitrus. A Fundecitrus é uma instituição mantida por produtores e indústrias de suco e sua principal atividade está relacionada com a defesa sanitária vegetal. Além de atuar no monitoramento, realiza e financia pesquisas científicas para a descoberta de formas de combate ou de convivência com doenças e pragas que afetam essa lavoura.

A Fundecitrus tem ampliado nos últimos anos seu campo de atuação em função do desenvolvimento do parque citrícola no Estado de São Paulo, responsável por 87.5% da produção nacional de laranja. Além de combater a ocorrência de Cancro Cítrico, a Fundecitrus tem se dedicado também no combate a outros problemas graves, como o Bicho Furão, Minador dos Citros, Podridão Floral, Pinta Preta e, principalmente, a Clorose Variegada dos Citros (CVC – Amarelinho).

Atua principalmente como prestadora de serviços, através de seus 14 Centros de Apoio Fitossanitário. O Centro de Pesquisas Citrícolas, localizado em Araraquara (São Paulo), é um dos mais modernos laboratórios da América Latina. Possui equipamentos de última geração para diagnósticos de doenças.

Em 1994 a Fundecitrus criou seu Departamento Científico e passou a representar mais um espaço para pesquisa de citrus no Brasil. O objetivo foi servir-se de intercambio entre os setores produtos e os de pesquisa, como universidades e outras instituições

dedicadas a pesquisas. Desde então, a empresas vem custeando diversos projetos com apoio das principais agencias financiadoras de pesquisa, como FAPESP, CNPq e FINEP. Além de desenvolver pesquisas próprias, o Fundecitrus estabeleceu uma série de convênios com outras instituições e universidades[25] para ajudar a citricultura a enfrentar as diversas pragas e doenças que a atingem. Entre as pesquisas desenvolvidas e financiadas pela entidade, há um destaque para a Clorose Variegada dos Citros (CVC -Amarelinho), a pior doença surgida no parque citrícola nos últimos anos

Os resultados mais notáveis destas articulações foram os Projetos Genoma da *Xylella fastidiosa* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, as bactérias que causam duas das doenças mais graves que afetam a citricultura: a CVC (Clorose Variegada dos Citros) e o cancro cítrico, respectivamente.

O Grupo Votorantim também se destaca no Brasil pelo investimento e incentivos às pesquisas no campo da agronegócios, especialmente na biotecnologia vegetal. Este grupo é um dos mais sólidos conglomerados empresariais do País, com liderança de mercado em várias de suas frentes de atuação. Trata-se de um conglomerado industrial com aproximadamente 60 empresas que empregam mais de 30.000 funcionários, com um faturamento anual próximo de US$ 5 bilhões - aproximadamente 1% do PIB brasileiro. O investimento do Grupo em biotecnologia se dá através de três divisões:

- Votorantin Celulose e Papel: A VCP é uma das gigantes em celulose e papel no Brasil, e tem participação nos projetos genoma do eucalipto paulista e nacional. Atualmente estes desejam colher os resultados que possam surgir da imensa quantidade de dados gerados por estes projetos, e pretendem fazê-lo sozinhos a partir de agora. Como eles não possuem uma infra-estrutura de pesquisa, estão se defrontando com a necessidade de criar tal estrutura, e desta forma terão muita necessidade de bioinformática.
- Votorantin Agroindústria: A Votorantim Agroindústria controla a operação de suco de laranja concentrado da empresa Citrovida, que é responsável por 14% da produção

[25] Entre as instituições e universidades brasileiras com parcerias com a Fundecitrus, destacam-se: Embrapa, Unicamp, Esalq, IAC, UFSCAR e UFV. No exterior, a empresa tem parcerias com importantes instituições e universidades dos Eua e Europa, como USDA - EUA (United States Departament of Agriculture), INRA - França (Institute National de la Recherche Agronomique) e UC - EUA (Universidade of California - Berkeley)

local e 7% da produção mundial. A empresa tem sido participante ativa nos estudos genômicos na área de cítrico, em parceria com a Fapesp e outras empresas do setor.

- Votorantin Venture Capital: A Votorantin Ventures é um fundo multisetorial de capital de risco, com foco preferencial nos setores de tecnologia da informação e ciências da vida. Seu objetivo é investir em negócios com grande potencial de criação de valor. Tem-se destacado nos últimos anos como o principal fundo privado de investimento de capital de risco na área da biotecnologia no Brasil.

5.3. A Indústria de Sementes no Brasil

O Brasil, com o Instituto Agronômico de Campinas, Agroceres e Cargill acompanhou a evolução internacional da indústria de sementes com uma pequena distância temporal. A partir da década de 1960, empresas estrangeiras entraram no mercado brasileiro de sementes : a Pioneer em 64, a Cargill em 65, a Limagrain e Asgrow em 71, a Dekalb em 78 e a Ciba-Geigy em 79. Nas primeiras tentativas de ingresso, apesar de utilizarem linhagens do próprio IAC, não tiveram o sucesso esperado, que só alcançaram na Segunda metade da década de 60 quando a Cargill e Dekalb lançaram os primeiros híbridos adaptados às condições do extremo sul do país.(Silveira, Assad & Dal Poz, 2003)

No mercado brasileiro de sementes, a entrada das empresas estrangeiras aconteceu partir da década de 1960, como mostra a Tabela 27.

Tabela 27. Empresas Líderes no Mercado de Sementes do Brasil

Ano de entrada	Empresas
1964	Pioneer
1965	Cargill
1971	Limagrain e Asgrow
1978	Dekalb
1979	Ciba-Geigy

Fonte: Silveira et al, 2001.

Como mostra a Tabela 28, no fim da década de 80, a Agroceres e a Cargill somavam 65% do mercado no Brasil e durante a década de 90, continuou a concentração no mercado de sementes híbridas.

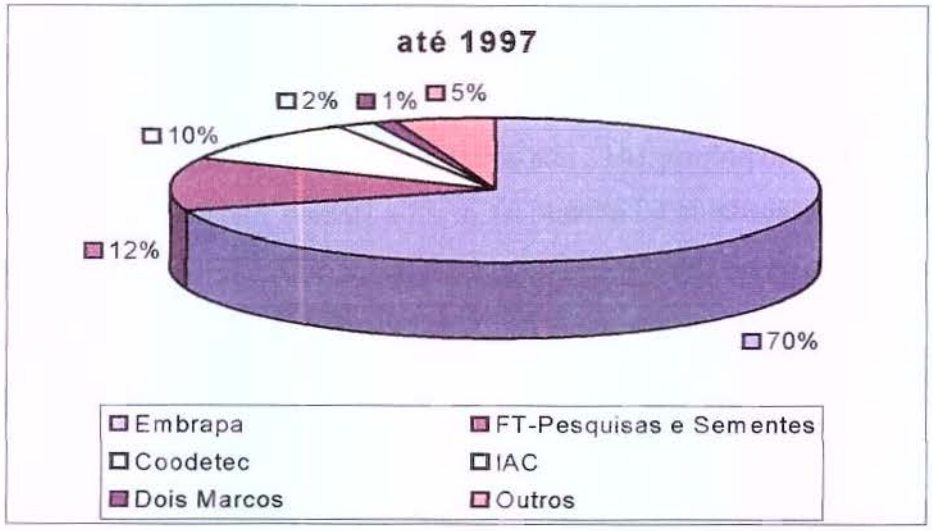
Tabela 28. Market Share de Empresas Líderes em Sementes no Brasil (100%)

Ano	Agroceres (Brasil)	Cargill (EUA)	Pioneer (EUA)	Braskalb (Brasil/EUA)
1981	39	19.5	5.4	<1
1987/89	40	25.5	8	10

Fonte: Wilkinsonm & Castelli (2000) e relatórios das empresas

A Figura 35 mostra como as instituições e empresas locais predominavam no mercado brasileiro antes da Lei de Proteção de Cultivares. As alterações são significativas a partir dessa data, mas há um confundimento com a emergência de novos produtos em biotecnologia vegetal.

Figura 35. Empresas e Instituições Líderes em Melhoramento de Variedades



Fonte: Silveira et al, 2001

No final da década de 90 houve uma onda de fusões e aquisições que resultou numa concentração da produção de sementes no mundo todo. Esta onda afetou o Brasil: a Monsanto (EUA) adquiriu 29 empresas de sementes, sendo que quatro eram do Brasil; a DuPont (EUA) cinco, sendo que uma era do Brasil; a Novartis (Suíça) 16; a Aventis (Alemanha/França) nove[26], sendo quatro do Brasil; a Dow AgroScience (EUA) 13, sendo

[26] Em 1999, Novartis Seeds sofreu, por decisão dos acionistas, sofreu um *spin off* e transformou-se, como mencionamos, em Singenta. A Aventis seeds vendeu sua divisão de sementes e de agroquímicos para a Bayer, que se tornou então nova entrante no ramo de biotecnologia vegetal. Nesses dois casos, o mercado relevante não se altera.

cinco do Brasil; a Sakata Seed Crop (Japão) e Savia S.A. (México) assumiram o controle de 31 empresas, sendo três do Brasil, de onde se depreende que, pelo menos, 22 firmas brasileiras foram compradas pelas multinacionais. [27] A Tabela 29 mostra as principais aquisições das empresas multinacionais no setor de sementes brasileiro.

Tabela 29. Aquisições realizadas pelas transnacionais de empresas dedicadas à produção de híbridos nos anos 90

Comprador	Empresas Adquiridas	Produtos
Monsanto (1)	Agroceres	Milho/sorgo
	Cargill Internacional (2)	Milho
	Braskalb/Dekalb (3)	Milho/sorgo
DuPont (4)	Pioneer (5)	Milho/soja
Dow (6)	Dina Milho	Milho
	Sementes Colorado	Milho
	FT-Pesquisa e Sementes	Milho
	Milho	Milho
	Sementes Hatã	Milho
	Sedol	Sementes

NOTAS: (1) Capitais norte-americanos. (2) Pertencentes a capitais norte-americanos com início de atividade no país desde meados da década de 1960. (3) Utilizava a genética da Dekalb, de capitais norte-americanos. (4) Capitais norte-americanos. (5) Como a Cargill, pertence a capitais norte-americanos com atividade no país desde meados da década de 1960. (6) Capitais norte-americanos. (7) Capitais alemães, depois Aventis e agora Bayer.

Alguns autores relacionam o interesse das líderes ao reconhecimento de direitos de propriedade para as obtenções vegetais, mais especificamente, pela aprovação da Lei de Proteção de cultivares (nº 9.456, de 25 de abril de 1997). Isso motivou a entrada em segmentos que variedades de plantas autógamas, de variedades, como evidencia a Tabela 30. Está claro que a motivação principal não se refere ao problema de direitos de propriedade. A legislação brasileira ao reconhecer como direito do melhorista sobre as variedades essencialmente derivadas e incluir plantas recombinantes como tal, abriu um espaço para negociação considerável para os melhoristas que atuam no país.

[27] Insistimos que no caso da compra da Asgrow pela La Moderna, empresa Mexicana, não ocorre uma significativa concentração no segmento de sementes hortícolas, que em muitos sub-mercados era controlada pela empressa que foi adquirida.

Tabela 30. Aquisições de Empresas Nacionais à produção Sementes de Variedades

Comprador	Empresas Adquiridas	Produtos
Monsanto (1)	FT-Pesquisas e Sementes	Soja
	Sementes Hatã	Soja
	Grupo MAEDA, formando a DM	Algodão
Agr-Evo (2)	Granja Quatro Irmãos	Arroz
	Sementes Ribeiral	Milho/Soja
DuPont (3)	Pioneer	Milho/ Soja
	Dois Marcos Melhoramentos	Soja

NOTAS: (1) Capitais norte-americanos;(2) Capitais alemães;(3) Capitais norte-americanos

Para Buainain & Silveira (2003), a onda de desnacionalização e concentração do mercado de sementes no Brasil não pode ser utilizada como argumento para rejeitar os transgênicos: "Se uma empresa foi pioneira na introdução da soja GM, isso não significa posição de monopólio. Outras tecnologias virão se o governo definir um regime regulador adequado que, em vez de obstruir, fomente a competição tecnológica".

5.4. Agronegócio e Biotecnologia Moderna no Brasil

Apesar do seu peso no comércio internacional de produtos agrícolas, o Brasil tem uma participação modesta na produção e comercialização de produtos transgênicos em comparação com os seus principais concorrentes (Tabela 31). Em 2003, a produção de transgênicos no Brasil ocupou uma área de aproximadamente 3 milhões de hectares, o equivalente a 4% da área mundial. O ISAAA publica estatísticas sobre produção de transgênicos no mundo desde de 1997 e o Brasil apareceu na lista de publicada anualmente apenas em 2003 (James, 2004).

A pequena participação do Brasil no mercado de cultivos transgênicos contrasta com a sua boa infra-estrutura científica e tecnológica em biotecnologia e com a grande inserção externa do seu agronegócio. Este contraste se explica basicamente pela indefinição do país em relação às questões regulatórias, principalmente as referentes à biossegurança. Apesar do Decreto nº 1.752, de 20 de dezembro de 1995, que regulamentou a Lei de Biossegurança e conferiu a CTNBio o poder de emitir pareceres conclusivos, uma ação judicial movida pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) e pelo

Greenpeace impede a produção e a comercialização destes produtos desde 1998.

Esta situação não impediu, entretanto, a plantação clandestina de soja transgênica no país, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul. O grande volume de colheita transgênica neste estado forçou o governo federal a emitir uma medida provisória liberando esta colheita em 2003.

Tabela 31. Países com Plantações GM em 2003

Países	Área Plantada		Produtos
	Milhões de hectares	%	
Estados Unidos	42,8	63	soja, milho, algodão e canola
Argentina	13,9	21	soja, milho e algodão
Canadá	4,4	6	soja, milho e canola
Brasil	3	4	soja
China	2,8	4	algodão
África do Sul	0,4	1	milho, soja e algodão
Austrália	0,1	<1	algodão
Índia	0,1	<1	algodão
Romênia	>0,05	<1	soja
Uruguai	>0,05	<1	soja e milho
Espanha	<0,05	<1	milho
México	<0,05	<1	algodão e soja
Filipinas	<0,05	<1	milho
Colômbia	<0,05	<1	algodão
Bulgária	<0,05	<1	milho
Honduras	<0,05	<1	milho
Alemanha	<0,05	<1	milho
Indonésia	<0,05	<1	algodão

Fonte: James, 2003.

A seguir serão apresentados os dois principais tipos de obstáculos ao desenvolvimento da biotecnologia moderna e sua difusão no agronegócio no Brasil: 1) a falta de consenso entre os principais países compradores de *commodities* agrícolas, principalmente entre Estados Unidos e União Européia; 2) a dificuldade de se criar internamente um ambiente institucional que incentive a pesquisa e a inovação.

Os Obstáculos Externos

Um dos grandes obstáculos ao comércio internacional de alimentos geneticamente modificados é a resistência dos maiores compradores mundiais em aceitá-los como produtos idênticos ao convencional. O Acordo sobre Normas Técnicas ao Comércio (TBT) dá aos países membros da OMC o direito de impor normas técnicas, como por exemplo à rotulagem dos alimentos geneticamente modificados. O TBT não vislumbra exigências técnicas sobre métodos ou processos de produção, somente de produtos (Wilkinson, 2002, Larach, 2001).

A União Européia defende a necessidade de rotulagem, como forma de informar o consumidor da origem do alimento, porque se baseia no pressuposto de que um alimento geneticamente modificado é diferente do convencional. Já os Estados Unidos adotam o "principio da equivalência substancial, ou seja, os produtos geneticamente modificados são idênticos aos convencionais, portanto não faz sentido impor normas técnicas aos transgênicos. Os Europeus, por sua vez, argumentam que a necessidade de precaução é uma justificativa legítima para o requerimento de exigências técnicas.

A rotulagem obrigatória dos alimentos geneticamente modificados na União Européia foi estabelecida em 1997 e implementada em 2000, estabelecendo um teto máximo de tolerância de 1%, ou seja, todos alimentos com mais de 1% de matéria –prima geneticamente modificada deveriam ser rotulados como alimentos geneticamente modificados.

Foram estabelecidos dois tipos de rotulagem (Wilkison, 2002):

i. **Rotulagem de produtos**: rotulagem dos alimentos nos quais se pode detectar novos segmentos de DNA ou novas proteínas geneticamente modificadas;

ii. **Rotulagem de processos**: rotulagem de todos os alimentos ou ingrediente alimentar derivados do uso da biotecnologia moderna, mesmo que não seja detectado novas seqüências de DNA ou novas proteínas. Esta rotulagem exige o rastreamento por toda a cadeia produtiva.

Estas barreiras técnicas impostas pelos países importadores poderão afetar a competitividade brasileira porque elas , através das exigências de rotulagem e

rastreabilidade, contribuem para aumentar os custos de produção. A competitividade passará a depender também da capacidade do país em reduzir estes custos.

Obstáculos Internos: Quadro Regulatório

Como membro da OMC, o Brasil tinha até o ano 2000 para implementar os compromissos assumidos com a assinatura dos acordos internacionais.

Em função destes compromissos, na segunda metade da década de 90 houve mudanças importantes no quadro institucional interno, com a aprovação de leis e medidas provisórias relacionadas com a biodiversidade, propriedade intelectual e biossegurança.

- Lei de Patentes: Editada em 14 de maio de 1996.
- Lei de Proteção aos Cultivares: Promulgada em 25 de abril de 1997.
- Lei n. 8.974: Lei promulgada em janeiro e regulamentada por dois decretos, um em 1995 e outro em 1998, que dispõem sobre a vinculação, competência e composição da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.
- Lei de Acesso aos recursos Naturais: os projetos da Lei Nacional de Acessos aos Recursos Genéticos e seus Produtos Derivados ainda se encontram em discussão na Comissão de Assuntos Sociais do Senado e sem aprovação.

Apesar destas medidas, ainda persiste no Brasil um quadro de grandes incertezas. O país continua sendo palco de uma verdadeira batalha judicial e política sobre a situação dos produtos geneticamente modificados ou dos alimentos transgênicos. Enquanto não se resolve o impasse, as pesquisas estão paralisadas e a produção clandestina de transgênico continuar a aumentar.

No centro da polêmica está a soja transgênica. Em 1998, o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) e o Greenpeace entraram na justiça e conseguiram impedir a liberalização do registro para comercialização da soja Roundup Ready, da Monsanto. Em 5 anos de vários confrontos judiciais e de indefinição, a situação se agravou a ponto de o Governo assinar a autorização para comercializar a safra de soja transgênica de 2003. Esta Medida Provisória liberou temporariamente a comercialização. Os produtores têm um prazo de até 31 de janeiro de 2004 para vender o produto geneticamente modificado. A MP estabeleceu também a rotulagem obrigatória dos produtos com soja transgênica.

Mas, ao mesmo tempo em que libera o consumo da safra transgênica de 2003, o governo não define qual será sua atitude no futuro. Há no próprio núcleo do governo setores a favor (Ministério da Agricultura) e setores contra a liberalização futura (Ministérios do Meio Ambiente), o que gera mais incertezas ainda. A MP assinada em 2003 sinaliza para a não liberalização, uma vez que estabelece punições para os produtores clandestinos, como a perda da safra e multas.

Outra disputa no Governo é sobre qual o setor deverá ser responsável pela autorização da produção e comercialização dos produtos geneticamente modificados. Os setores favoráveis à liberalização dos transgênicos defendem que a CTNBio é órgão competente para realizar análises dos riscos ambientais e sanitários. Esta competência, portanto, foi questionada pela justiça em 1998, quando a CTNBio garantiu a segurança da soja transgênica para a comercialização. Atualmente, os setores no governo contrários a liberação defendem que competência para a autorização pertence aos Ministérios do Meio Ambiente e da Saúde.

5.5. Os Argumentos Econômicos Contra a Adoção de Transgênicos no Brasil

Neste ambiente de incertezas e obstáculos a produção de cultivos geneticamente modificados, ganham forças os argumentos econômicos a favor dos cultivos tradicionais. Em parte estes argumentos são reforçados pelo desempenho do Brasil no mercado mundial de soja.

A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro. É o produto agrícola com maior participação no PIB e nas exportações. O Brasil é o segundo maior produtor e exportador de soja do mundo. Atualmente a produção brasileira é a mais competitiva – maior produtividade e menor custo de produção. Estimativas realizadas pelo USDA mostram que o Brasil se tornará o maior produtor e exportador nos próximos dez anos (Wilkinson, 2002).

Como mostra a Tabela 32, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com 41,5 milhões de toneladas em 2001. A participação na produção total passou de 19% em 1993/93 para 21% em 2000, enquanto que a participação dos Estados Unidos, no mesmo período, reduziu de 51% para 45%. O destaque foi a Argentina, que mesmo se

tratando de um período de profunda crise econômica interna, aumentou a participação na produção mundial de 9,6% para 13%.

Tabela 32. Soja: Evolução da produção (milhões de toneladas) e participação nas exportações mundiais (em %)

Ano	Produção (mmt)			Comércio Internacional (%)		
	EUA	Argentina	Brasil	EUA	Argentina	Brasil
1969-71	31,2	0,0	2,4	78,7	0,0	8,7
1989-91	52,9	11,1	18,5	39,1	18,0	22,3
1999-2001	75,5	24,9	38,0	33,9	23,2	26,6
2001	79,1	27,0	41,5	32,1	24,0	27,9

Fonte: Schnepf, 2001, *cit.* Wilkinson, 2002

A Tabela 33 apresenta o rendimento da produção de soja nos três maiores produtores. A produção brasileira é a que apresentou maiores taxas de crescimento do rendimento entre 1970 e 2001, chegando a superar o da produção norte-americana.

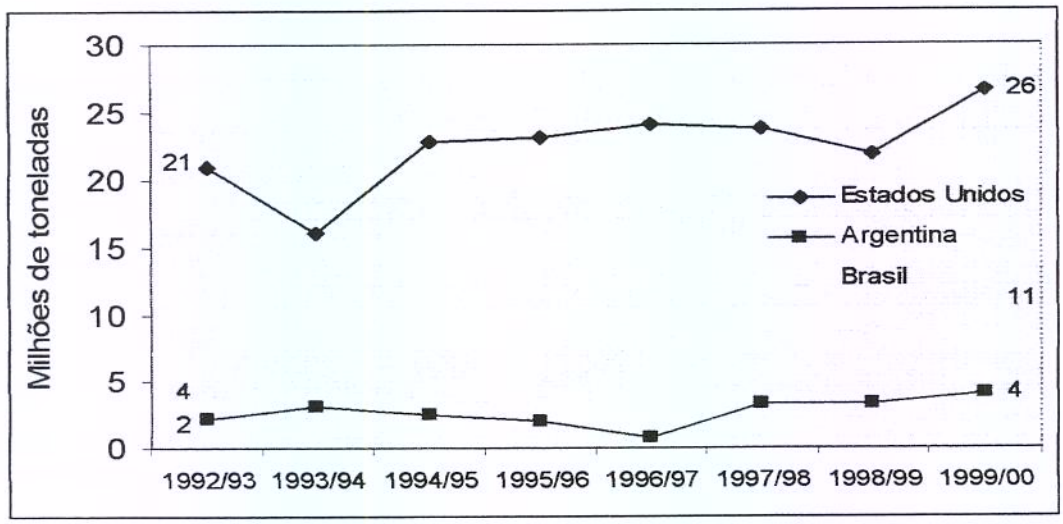
Tabela 33. Soja: Evolução do rendimento (mt/ha) nos três principais produtores mundiais

Ano	EUA	Argentina	Brasil
1969-71	1,83	1,28	1,22
1989-91	2,26	2,31	1,79
1999-2001	2,55	2,52	2,65
2001	2,64	2,52	2,68

Fonte: Schnepf, 2001, *cit.* Wilkinson, 2002

A Figura 36 apresenta a evolução das exportações dos três maiores produtores. O Brasil é o segundo exportador mundial, com 11 milhões de toneladas em 2000. As participações das exportações brasileiras no mercado mundial aumentaram de 13% em 1992 para 24% em 2000. No mesmo período as exportações dos Estados Unidos reduziram de 70% para 56%.

Figura 36. Exportação de soja pelos principais produtores mundiais – 1992/93 a 2000 (em milhões de toneladas)



O agronegócio brasileiro vem nos últimos anos aumentando a produção e as exportações de grãos. A produção agrícola brasileira está ganhando mercados mesmo sob intensa restrições, barreiras e subsídios praticados em diversos países, principalmente nos Estados Unidos e nos países da União Européia. A produção de soja brasileira, por exemplo, é a mais competitiva do mundo e a participação da exportações do Brasil para os maiores compradores mundiais vem aumentando nos últimos anos.

Há uma tendência entre os críticos da adoção de transgênicos no Brasil em interpretar este aumento espetacular das exportações brasileiras como uma sinalização inequívoca do mercado consumidor em dar preferência pela soja tradicional. Entretanto, existem outros dados que dificultam esta interpretação. A identificação do fator "preferência por soja convencional" como explicação isolada para o aumento das exportações brasileira é dificultada pela evolução de outras quatro variáveis:

i. O desempenho comercial da Argentina, que aumentou suas exportações mesmo uma taxa de adoção da soja transgênica superior a 90%;

ii. Aumento dos custos de produção da soja nos Estados Unidos;

iii. Mudanças na estrutura da demanda mundial: a Ásia passou a ser na década de 90 a maior importadora mundial de soja;

iv. A evolução do preço para soja convencional;

Em termos quantitativos, a Tabela 34 mostra que tanto o Brasil quanto a Argentina aumentaram significativamente suas participações no mercado mundial de soja na década de 90. Entre 1971 e 2001, participação no comércio internacional dos Estados Unidos caiu de 79% para 32%. No mesmo período a participação da Argentina aumentou de zero para 24% e a do Brasil, de 9,7% para 28%.

A Argentina também apresentou excelente desempenho na exportação de derivados da soja. Ela é atualmente a maior exportadora de farelo de soja do mundo, posição que era ocupada pelo Brasil até 1997. A Tabela 35 mostra que entre 1996 e 2003, enquanto a exportação de farelo de soja do Brasil aumentou de 8 para 14 milhões de toneladas, a da Argentina aumentou de 8 para 18 milhões de toneladas. Em 2003, a Argentina respondeu por 41,3% das exportações mundiais de farelo e por 48% das de óleo de soja (FNP, 2003).

Tabela 34. Soja: Evolução da produção (milhões de toneladas) e participação nas exportações mundiais (em %)

Ano	Produção (mmt)			Comércio Internacional (%)		
	EUA	Argentina	Brasil	EUA	Argentina	Brasil
1969-71	31,2	0,0	2,4	78,7	0,0	8,7
1989-91	52,9	11,1	18,5	39,1	18,0	22,3
1999-2001	75,5	24,9	38,0	33,9	23,2	26,6
2001	79,1	27,0	41,5	32,1	24,0	27,9

Fonte: Schnepf, 2001, *cit.* Wilkinson, 2002

Tabela 35. Exportação de Farelo de Soja pelos principais produtores mundiais (milhões de toneladas)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
EUA	6	8	6	7	7	7	6	5
Argentina	8	8	12	14	14	15	17	18
Brasil	11	10	10	10	9	11	13	14

Fonte: Pessoa, 2003.

A Argentina conseguiu aumentar suas exportações mesmo adotando a soja transgênica, o que é contraditório com o argumento de que existe no mercado mundial uma preferência pela soja tradicional. Na Argentina estima-se que mais de 90% da produção seja de soja transgênica resistente a inseticida (Trigo et al, 2003).

Os estudos mostram que a adoção de transgênicos na Argentina, em vez de prejudicá-la comercialmente, garantiu a sua maior participação no mercado mundial no decorrer da década de 90. A Argentina tem um sério problema de escassez de terra e a adoção de transgênicos contribuiu para o aumento da produtividade e para o aumento da área de plantação direta, o que permitiu o aumento da produção de soja sem prejuízos para a produção de outras culturas importantes para a sua economia, como o milho e o trigo. (Trigo et al, 2003).

Um argumento freqüentemente utilizado é o de que a perda de *market-share* no mercado de soja mundial pelos Estados Unidos foi conseqüência da adoção da soja transgênica neste país. Mas uma análise da estrutura de custos de produção de soja nas principais regiões produtoras do mundo dificulta a comprovação deste argumento.

O Quadro 18 mostra os custos de produção de soja nos três maiores produtores mundiais, onde é se visualiza a desvantagem dos Estados Unidos em relação a Brasil e a Argentina. Apesar de ter custos variáveis menores, o seu custo fixo é muito elevado, principalmente o custo da terra. Para Wilkinson (2002) a participação no mercado mundial dos Estados Unidos começou a cair em 1997 por falta de competitividade de preços e não pela preferência por soja convencional. Os efeitos de oposição aos transgênicos por parte dos países europeus começaram a afetar o mercado apenas no final da década e as variedades produzidas e comercializadas neste período eram aquelas aprovadas para comercialização na União Européia (Wilkinson, 2002).

Por outro lado, a produtividade da produção de soja brasileira aumentou de 2,3 para 2,8 ton/há entre 1996 e 2002, um crescimento médio de 2,63% ao ano. Portanto, fica difícil saber se a maior participação do Brasil no mercado mundial foi em função do aumento da competitividade-preço da sua produção ou da preferência pela soja convencional. O comportamento recente dos preços dos dois tipos de soja parece favorecer a primeira hipótese, já que até o momento não existe ainda um mercado disposto a pagar um preço diferenciado pela soja convencional.

Quadro 18. Custo de Produção da Soja: Estado Unidos, Brasil e Argentina

Custo	EUA	Paraná (Br)	M. G. (Br)	BA/SF (Arg)	Chaco(Arg)
Custos Variáveis					
Sementes	19,77	16,69	11,23	n/a	17,90
Fertilizantes	8,22	22,66	44,95	n/a	0,00
Químicos	27,31	20,56	39,97	n/a	16,90
Oper/Maqu	20,19	26,88	18,22	n/a	24,00
Juros	1,81	5,63	12,11	n/a	n/a
Salários	1,29	22,72	5,58	n/a	4,30
Colheita	n/a	n/a	n/a	n/a	22,24
Misc	n/a	2,00	n/a	n/a	n/a
Tot Var	78,59	115,14	132,05	95,29	85,34
Custos Fixos					
Depreciação	47,99	41,04	8,97	19,08	
Terra	87,96	14,28	5,84	62,72	
Impostos	6,97	1,63	0,55	n/a	
Overhead	13,40	n/a	n/a	20,67	
Tot Fixos	156,32	56,95	30,01	102,47	
Custos Totais	234,91	172,09	162,08	198,76	
Rend(bush/acre)	46,00	41,35	41,65	50,60	
Custos Var	1,71	2,78	3,17	1,90	
Custos Fixos	3,40	1,38	0,72	2,02	
Custos Totais	5,11	4,16	3,89	3,92	

Fonte: Schnepf, 2001, cit. Wilkinson, 2002.

Se do lado da oferta a grande mudança na década passada no mercado mundial de soja foi o aumento da participação da América Latina, especialmente Argentina e Brasil, do lado da demanda a grande novidade foi o aumento da participação da Ásia na importação mundial (Tabela 36). Sua participação passou de 30% em 1996/97 para 72% em 2003/04. Grande parte deste aumento da demanda asiática foi resultado do aumento da demanda da China, que em 2003/04 representa 29% da importação mundial, a mesma participação da União Européia.

Tabela 36. Importação Mundial de Soja por Regiões

	Mil toneladas Métricas		Participação em %	
	1996/97	2003/04	1996/97	2003/04
União Européia	14572	18296	41%	29%
China	2274	18500	6%	29%
Japão	5043	5050	14%	8%
Taiwan	2632	2260	7%	4%
Tailândia	550	1800	2%	3%
Sub-Total Ásia	10499	27610	30%	43%
México	2720	5000	8%	8%
Outros	7621	13196	22%	21%
Total	35412	64102	100%	100%

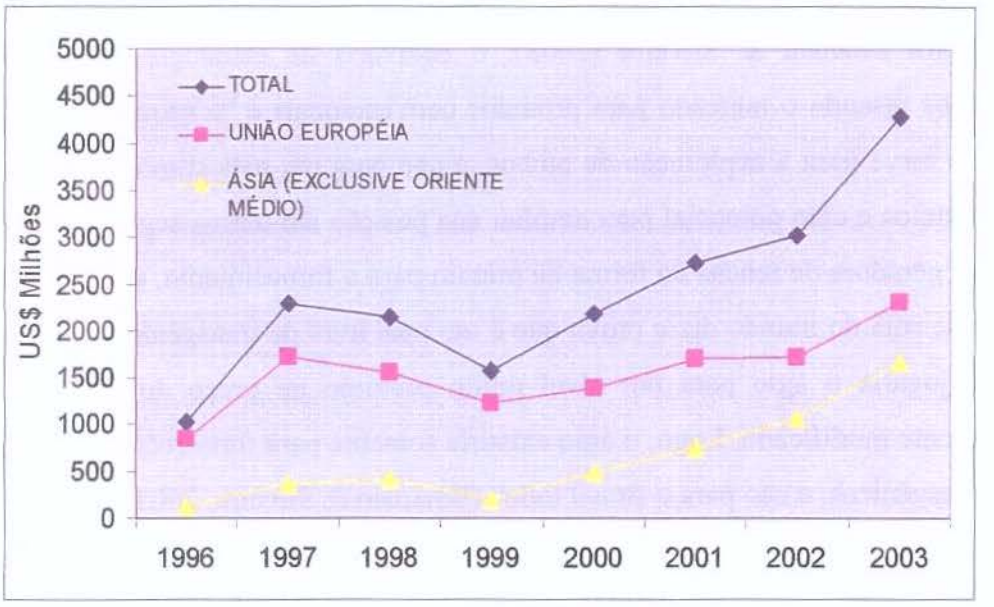
Fonte: FNP, 2004.

A expansão do mercado chinês pode reduzir os possíveis ganhos com a soja tradicional, uma vez que este país, até o momento, não tem colocado restrições quanto a produção e comercialização de cultivos transgênicos. Portanto, dado o aumento da demanda de países indiferentes entre soja tradicional e transgênica, é improvável que os produtores de soja tradicional consiga melhores preços.

A Figura 37 mostra a evolução das exportações brasileiras entre 1996 e 2003 para a União Européia e para a Ásia. Em termos absolutos, o Brasil aumentou as exportações para as duas regiões. Mas em termos relativos, a participação da Ásia aumentou de 12% para 38% entre 1996 e 2003. Enquanto que a participação da Europa caiu de 82% para 53% (Figura 38).

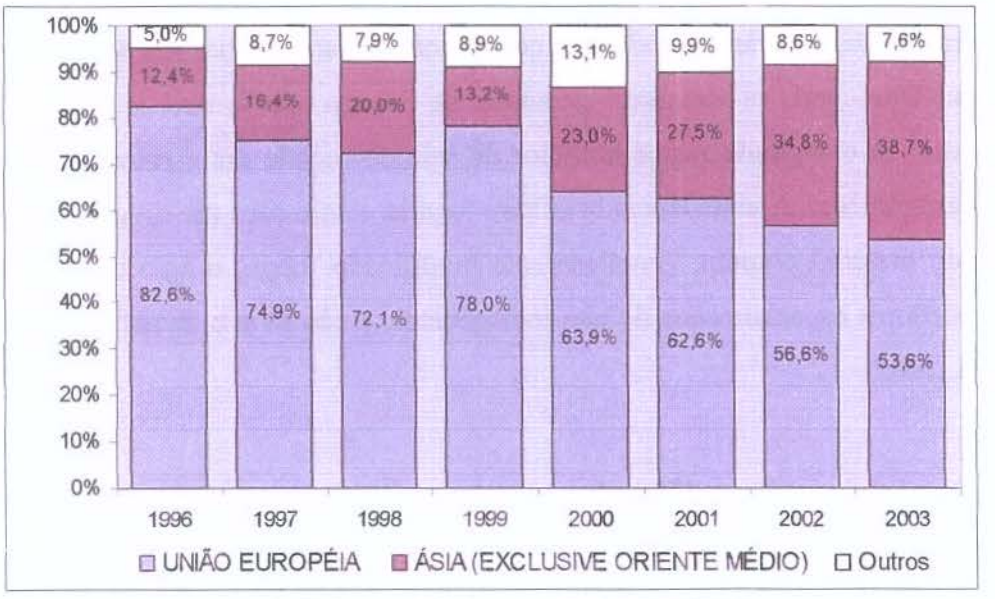
Dada a indiferença dos países asiáticos em relação ao tipo da soja, quanto maior a participação deles no mercado comprador, menor será a possibilidade do Brasil conseguir um preço melhor para a soja convencional. Além do mais, o aumento da competitividade da Argentina e de outros países com a redução de custos da soja transgênica poderão resultar na perda de participação da soja brasileira no mercado mundial. Tudo indica que se a Ásia continuar aumentando sua participação no mercado mundial, a competitividade dependerá da variável preço.

Figura 37. Exportação Brasileira de Soja entre 1996 e 2003 (Em milhões de US$): Principais Compradores



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Secex.

Figura 38. Exportação Brasileira de Soja entre 1996 e 2003: Principais Compradores (Em %)



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados da Secex.

Um dos argumentos econômicos para a não adoção da soja transgênica é a de que existe um mercado disposto a pagar um prêmio pela soja convencional. No caso do Brasil, entretanto, mesmo que exista de fato um mercado disposto a pagar um prêmio para a soja

convencional, ainda assim não há garantias de que o Brasil se beneficiará caso torne um país "livre de transgênicos".

Para Buanain & Silveira (2003), o equívoco da estratégia de proibição dos transgênicos visando o mercado para produtos convencionais é "o esquecimento de que a medida só serve para a exploração de nichos, e não para um país como o Brasil, líder em vários produtos e com potencial para ampliar sua posição em outros segmentos. Qual seria a escassez geradora de rendas na forma de prêmio para o fornecimento, se o segundo maior produtor de soja do mundo diz e prova que é um país livre de transgênicos? A abundância brasileira jogaria o ágio para um nível muito próximo ao preço do material comum, geneticamente modificado. Logo, o ágio existiria somente para fornecedores especializados de não-transgênicos, e não para o Brasil todo" (Buainain & Silveira, 2003).

Assim, mesmo que exista um mercado disposto pagar um prêmio para a soja convencional, ainda assim não há garantias de que o Brasil se beneficiará caso torne um país "livre de transgênicos". Para Buanain & Silveira (2003), o equívoco da estratégia de proibição dos transgênicos visando o mercado para produtos convencionais é "o esquecimento de que a medida só serve para a exploração de nichos, e não para um país como o Brasil, líder em vários produtos e com potencial para ampliar sua posição em outros segmentos. Qual seria a escassez geradora de rendas na forma de prêmio para o fornecimento, se o segundo maior produtor de soja do mundo diz e prova que é um país livre de transgênicos? A abundância brasileira jogaria o ágio para um nível muito próximo ao preço do material comum, geneticamente modificado. Logo, o ágio existiria somente para fornecedores especializados de não-transgênicos, e não para o Brasil todo" (Buainain & Silveira, 2003).

5.6. Considerações Finais

Apesar do grande peso do agronegócio mundial e da forte infra-estrutura científica e tecnológica no campo da biotecnologia moderna, o Brasil tem baixa participação na produção mundial de cultivos geneticamente modificados. Até o momento não está evidente que a estratégia de não adoção destes cultivos será a melhor para a competitividade da produção agrícola do país.

No curto prazo, o Brasil deve levar em consideração ao tomar decisões quanto à adoção ou não de transgênicos na agricultura as normas técnicas impostas pelos compradores quanto à necessidade de rastreamento e rotulagem. As estratégias deverão considerar os possíveis impactos destas exigências sobre o custo de produção.

A necessidade de rotular e rastrear só faz sentido quando existem as duas sojas no mercado e ao mesmo tampo não é possível garantir de antemão a origem de cada uma. Este é o caso de algumas regiões do Brasil, com a Região Sul, onde há produção de soja transgênica clandestina. Os custos adicionais com rotulagem seriam dispensados em casos extremos de adoção ou de proibição total e naqueles casos em que fosse possível separar geograficamente a produção dois tipos de soja. Como não há possibilidade de qualquer uma das três estratégias serem adotas no curto prazo e dado a desconfiança do público europeu de que a produção brasileira não é mais totalmente convencional, é bem provável que o Brasil será obrigado a adotar o sistema de rastreabilidade e de rotulagem se quiser aproveitar o mercado para a soja convencional, o que reduziria ainda mais a suposta vantagem econômica para o agricultor.

O Quadro 19 resume as possíveis estratégias frente as barreiras técnicas e seus custos e benefícios. A conclusão é que a situação interna atual – indefinição institucional e plantação clandestina de soja – num contexto de exigências externas de rastreamento e de rotulagem, implica em aumento de custos de produção, o que poderá reduzir a competitividade brasileira frente aos dois principais concorrentes: Estados Unidos e Argentina. Estes dois países teriam duas vantagens em relação ao Brasil:

i. Nas regiões onde toda a produção é transgênica, não haveria a necessidade de rastreamento, o que evitaria assim o aumento dos custos;
ii. Estes países, principalmente os Estados Unidos, estão mais equipados tecnologicamente para realizar um rastreamento mais eficiente e mais barato.

Quadro 19. Adoção de Transgenicos: Custos, Benefícios e Riscos segundo a Estratégia Escolhida

Estratégias	Curto e Médio Prazo		Riscos no Longo Prazo
	Custos adicionais com Rotulagem e rastreabilidade	Benefícios	
Adoção Zero	Zero	Prêmio para soja convencional	-Paralisação das pesquisas;
Adoção Total	Zero	Redução do custo de produção e aumento da produtividade	Barreiras Absolutas -Mudança da opinião pública e extinção das barreiras técnicas
Liberalização com segmentação geográfica	Zero	Prêmio para soja convencional Redução do custo de produção e aumento da produtividade para a soja transgênica	Perda de competitividade da produção de algumas regiões em função das diferenças físicas: clima, incidência de pragas e etc.
Situação Atual	Alto	Incerto	-Estagnação das pesquisas - Perda de mercados -Redução do rendimento em função da etiquetação e da rastreabilidade

Fonte: Elaboração Própria.

Além dos impactos econômicos imediatos, Buainain&Silveira (2003) chamam a atenção para o "**caráter cumulativo da inovação**". Seguindo o mesmo raciocínio de Perez (2001)[28], argumentam que "dificilmente os países que ficam de fora da primeira onda conseguem recuperar o tempo e o espaço perdidos e inserir-se favoravelmente mais adiante" (Buainain & Silveira, 2003).

Para estes autores, a diferenciação de produtos e o controle de processos – exigências do mercado mundial – baseiam-se na biotecnologia. Entretanto, "não há progressos substantivos nessa área quando se restringem, por antecipação, pesquisas e inovações viabilizadas pela genética. Neste momento, barrar os transgênicos significa excluir o Brasil do processo da revolução tecnológica que, ao que tudo indica, se afirmará como um dos mais importantes paradigmas do século XXI" (Buainain & Silveira, 2003).

Portanto, a utilização de transgênicos no Brasil, além dos impactos econômicos no curto prazo – aumento da produtividade e redução dos custos de produção – é condição necessária para a competitividade futura do agronegócio brasileiro e condição necessária para o desenvolvimento da biotecnologia no país. Mesmo que não houvessem ganhos sociais na adoção dos produtos transgênicos da primeira geração – o que não é verdade – ainda seria vantajoso adotá-los do ponto de vista estratégico.

[28] Ver Capítulo 1, item 1.3.

Considerações Finais

Em termos gerais pode-se concluir que a inserção brasileira no mercado de produtos biotecnológicos é problemática e para mudar este quadro serão necessárias políticas industriais mais amplas, que incluem o fomento não apenas da pesquisa biotecnológica em si, mas também daquelas atividades complementares, como o P&D de novas drogas. O conhecimento e os novos produtos e processos desenvolvidos pelas universidades e pelas pequenas empresas de biotecnologia são na maioria das vezes "insumos" para outros setores. Portanto, sem a demanda destes setores dificilmente se viabilizará uma rede de inovação em biotecnologia no país. Por outro lado, a situação caótica relacionada aos aspectos regulatórios, gera grandes incertezas e desestimula as pesquisas básicas e principalmente os investimentos privados na biotecnologia vegetal.

Do início dos anos 80, quando surgiu no mercado o primeiro produto da engenharia genética, até hoje, a inserção da biotecnologia moderna em diversos setores produtivos cresceu sistematicamente. Este crescimento, entretanto, apresentou uma concentração geográfica (países desenvolvidos) e uma concentração setorial (saúde humana e agricultura). Apesar do intenso debate e da desconfiança por parte da opinião pública em relação aos produtos da engenharia genética, nos últimos 20 anos cresceram o volume de recursos destinados às pesquisas em instituições públicas e privadas, assim como cresceram também a quantidade de empresas de biotecnologia e a quantidade de novos produtos e processos.

O que a evolução destas variáveis mostra é que a biotecnologia está-se tornando cada vez mais importante para a competitividade das empresas e dos países. Estados Unidos, Europa e Japão, têm a biotecnologia como um setor estratégico para enfrentar os diversos problemas futuros. Além da competitividade num mercado global, ela é vista também como solução para problemas como a escassez de alimentos, a cura para diversas doenças infecto-contagiosas, a produção de energia a partir de fontes renováveis e os problemas ambientais.

Alguns países em desenvolvimento, como Brasil, Índia e China, também reconhecem a importância estratégica da biotecnologia e vêm tentando aproximar-se da fronteira científica e tecnológica estabelecida pelos países desenvolvidos.

No caso específico do Brasil, os esforços recentes para aproximar-se da fronteira do conhecimento se materializaram através da criação das redes de estudos genômicos, com o financiamento direto do setor público e o apoio de diversas instituições de ensino e pesquisa espalhadas pelo país. Além da criação dessas redes, soma-se o papel de destaque desempenhado pelas instituições chave no ensino, pesquisa e produção em diversos segmentos, com destaque para os imunobiológicos (Fiocruz e Butantã) e para a produção de sementes (Embrapa).

Por outro lado, os avanços no campo da pesquisa ainda não foram suficientes para gerarem resultados positivos em termos de competitividade externa e nem mesmo para atender algumas necessidades básicas da população. O Brasil continua não apenas sendo importador de equipamentos e insumos, mas também de produtos finais, como medicamentos e hemoderivados. A contradição da inserção externa do Brasil no campo da biotecnologia nos anos 90 é que ao mesmo tempo em que se inseriu na rede genômica mundial, fato único entre os países em desenvolvimento, teve o seu déficit de produtos biotecnológicos na área da saúde aumentado de US$ 133 milhões em 1989 para US$ 1,2 bilhão em 2002.

A pesquisa básica representa o fator determinante na ampliação da base de conhecimento, que por sua vez amplia as possibilidades técnicas de inovação. Mas a transformação dos novos conhecimentos em inovação, e a transformação desta em produtos e serviços novos e economicamente viáveis, é um processo complexo e que exige a participação de diversos agentes e a criação de ambiente institucional muito específico. Como visto no Capítulo 2, de forma bastante resumida, a inovação, a produção e a comercialização de um novo produto em biotecnologia moderna exige:

i. Interação entre diversos agentes: Universidades, Instituições de Pesquisa, NEBs e EEs;
ii. Criação de novas instituições: Normas de Biossegurança e de Direito de Propriedade Intelectual;

Os processos e produtos biotecnológicos são de grande complexidade e de difícil acesso ao público consumidor, o que resulta em grande dose de risco para o investidor privado. A criação de redes de relações entre os diversos agentes visa em parte minimizar estes riscos. Os produtos desenvolvidos através de alianças têm maior probabilidade de sucesso comercial.

O que se observa é que a base de conhecimento científico e a competência acadêmica não são obstáculos para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil. Entretanto, apesar das oportunidades criadas pelas pesquisas em genômica e em engenharia genética, a inovação e a produção no Brasil continuam incipientes. No caso da saúde humana, o grande problema está na quase completa ausência de pesquisas na busca de novos produtos em território nacional. No caso da agricultura, apesar da importância deste setor na economia do país e do fato do Brasil ser um super NARs, fatores de ordem institucionais, principalmente aqueles relacionados com a biossegurança, vem impedindo o desenvolvimento da pesquisa, da produção e da comercialização.

No campo específico da saúde humana, apesar da infra-estrutura científica (universidades e instituições-chave) e da existência de um parque industrial significativo, o predomínio dos grandes laboratórios multinacionais no mercado interno tem causado uma inserção assimétrica do Brasil no comércio externo.

Na década de 90, período em que a pesquisa em biotecnologia no país apresentou grandes avanços, foi também o período em que a indústria farmacêutica mundial passou por grandes transformações, resultando numa nova divisão internacional dos estágios tecnológicos. Nesse contexto, a industria farmacêutica brasileira passou por um processo de reestruturação produtiva, resultante da nova divisão internacional da produção. No mesmo período a indústria brasileira foi afetada também pelas reformas econômicas que enfraqueceram as empresas nacionais e facilitaram o avanço do processo de desnacionalização.

A desnacionalização da produção de medicamentos, além dos problemas já apontados, como o elevado déficit na balança comercial e o problema das doenças negligenciadas, serve com obstáculo ao desenvolvimento da biotecnologia no país. Sem uma maior internalização da cadeia produtiva, sobretudo as fases inicias – P&D e produção de fármacos – dificilmente as pesquisas científicas das universidades resultaram em

inovação no Brasil. Os grandes laboratórios multinacionais tendem a concentrar suas pesquisas nas matrizes e nas classes terapêuticas com maior volume de vendas no mercado mundial e os laboratórios nacionais, são pequenos e com poucas condições financeiras e tecnológicas para investimento em biotecnologia moderna.

O fato é que faltou nos anos 90 uma política industrial para o setor farmacêutico que pudesse dar uma contrapartida a política científica tecnológica. Países como a Índia, que adotaram um conjunto de políticas – comerciais, industriais, tecnológicas e sociais – concatenadas entre si, conseguiram reverter o quadro de dependência externa de produtos, tecnologias e capital. Atualmente a Índia é um grande exportador de medicamentos e os laboratórios nacionais têm 70% de participação no mercado interno.

No caso da biotecnologia vegetal, o Brasil possui condições para tornar-se um centro de excelência em pesquisas e inovação. É o único entre os países desenvolvidos que é considerado um super NARs e ao mesmo tempo é um grande *player* no agronegócio mundial. Entretanto, problemas de ordem jurídica e institucional no plano interno estão impedindo a inserção brasileira na comércio internacional de produtos biotecnológicos.

A indefinição sobre a situação dos transgênicos no Brasil prejudica as pesquisas e principalmente os investimentos privados . Em cinco anos, deste 1998, ano da proibição pela justiça da comercialização de transgênicos no Brasil, as pesquisas em biotecnologia vegetal sofreram retração. Os conflitos na justiça criam um ambiente de grande incerteza e redirecionam os recursos para pesquisas em outras áreas do conhecimento. As pesquisas com culturas transgênicas com atividades biocida (inseticidas biológicos) também foram reduzidas em cerca de 20% entre o ano de 2000 e 2002. Segundo a CTNBio, em 2000 existiam 207 pesquisas autorizadas com produtos transgênicos e em 2002 este número caiu para 86.

Outro problema no Brasil é que a discussão sobre os transgênicos está restrita aos produtos da primeira geração, em especial a soja RR desenvolvida pela Monsanto. Mesmo que fosse verdade que este produto traz poucos benefícios para os produtores e consumidores, não justificaria a proibição das pesquisas, produção e comercialização. O domínio dessa primeira fase do desenvolvimento científico e tecnológico é fundamental para dominar as fases seguintes. Os produtos da segunda e terceira geração, além de

benefícios comerciais, trarão também benefícios sociais, com a produção de grãos, cereais, frutos e legumes resistentes a fungos e bactérias; variedades com maior conteúdo de fibras, vitaminas e gorduras e variedades mais adequadas a condições especiais de meio ambiente, como altas temperaturas, baixa pluviosidade e solos de elevado teor de salinidade já estão sendo desenvolvidos. Os impactos positivos desses produtos são muitos: melhoria da qualidade nutricional de produtos de alimentação básica para a população pobre (ex. arroz e feijão); redução da contaminação ambiental pelo uso intensivo de defensivos agrícolas; redução de perda de solo fértil devido à maior difusão de práticas adequadas aos solos tropicais, como o cultivo mínimo e o plantio direto; elevação da produtividade; re-incorporação ao cultivo de terras abandonadas por problemas ambientais (em geral em regiões de elevada pobreza rural); proteção da biodiversidade etc. Na 3ª geração, além da produção de alimentos, há ainda a possibilidade de produzir os bio-fármacos e outros produtos biodegradáveis, que poderão trazer grande benefícios para a preservação do meio ambiente.

A biotecnologia moderna será fundamental para o Brasil no futuro. Para se manter entre os primeiros do *ranking* no mercado de produtos agrícolas não basta contar somente com recursos naturais. Mudanças no cenário mundial apontam para um mercado de *commodities* extremamente competitivo, com projeções de quedas de preços e das margens da rentabilidade. Sobreviver nesse mercado, caracterizado por grande instabilidade de preços, depende de fatores como tecnologia, escala e gestão sistêmica para reduzir os custos na cadeia produtiva. As exigências do mercado mundial estão cada vez maiores em relação a qualidade dos produtos – cor, sabor, textura, tamanho, conteúdo nutricional e etc. Para participar deste mercado é necessário dominar diversas tecnologias, inclusive a biotecnologia moderna. Portanto, as resistências quanto à utilização desta tecnologia pode implicar no futuro um papel medíocre no agronegócio mundial.

Referências Bibliográficas

ABPI – ASSOCIATION OF THE BRITISH PHARMACEUTICAL INDUSTRY. **Facts & Statistics from the pharmaceutical industry,** 2003.(http://www.abpi.org.uk/statistics/intro.asp)

ABRABI. Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia. (www.abrabi.com.br)

ANTUNES, A. M. S. **A necessidade de criação de ligação entre os atores da academia, empresas e governo como política de incentivo da biotecnologia no País**. Congresso Brasileiro de Biotecnologia – Desenvolvimento & Conservação, ABRABI, 14/04/2003.

ASSAD, A. (Coord.) **Programa Nacional de Biotecnologia e Recursos Genéticos**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia – Departamento de Programas Temáticos, 2001. (Documento para consulta pública)

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth. **Industrial and Corporate Change**, v.2, n° 2, 1993, p. 157-211.

BONACELLI, M. B. Determinantes da evolução da biotecnologia nos anos 90: a cooperação empresarial. **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, vol. 10, p. 72-92, 1993.

BONNY, S. **Success factors, issue s and prospects for the first GM crops: the case of Roundup Ready® soybean in the USA**. International Consortium on Agricultural Biotechnology Research (ICABR). 7 th ICABR International Conference on Public Goods and Public Policy for Agricultural Biotechnology. Ravello (Italy), June 29 – July 3, 2003.

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. **Biotecnologia Simplificada**. Viçosa: Ed. UFV, 2001.

BORZANI, W.; (Coord.) **Biotecnologia Industrial**. São Paulo: E. Bucher, 2001. (3 volumes).

CALLON, M. (1992).The dynamics of Techno-Econmic Networks. *In:* Coombs, R. *et al.* (Eds.) **Technological Change and Company Strategies**, Capítulo 4, 72-102. Academic Press Limited: UK.

CAMARA DE INDUSTRIA DEL URUGUAI (CIU). **La Industria Farmaceutica en el Uruguai.** Departamento de Estudios Económicos, 2000. (Informes Setoriales). Disponível em http://www.ciu.com.uy/informesectoriales.html.

CAPALBO, D.M.F.; MORAES, I.O.; ARRUDA, R. O. M.; MORAES, R.O. Aplicação da engenharia a processos biotecnológicos: o caso dos biopesticidas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano 4, Nº 23, novembro/dezembro de 2001.

CARVALHO, A.P. Biotecnologia. In. SCHWARTZMAN, S. **Ciência e Tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa tecnológica e científica**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1996.

CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB). www.cib.org.br

COMISSÃO DAS COMUNIDAS EUROPÉIAS. **Uma visão Estratégica das ciências da vida e da biotecnologia**. Bruxelas, 2001. (Documento de Consulta)

CUBERO, J. I. **Historia de la Biotecnología Vegetal**. Trábalo apresentado na I JORNADAS SOBRE PRODUCTOS TRANSGÉNICOS EN AGRICULTURA ,13-15 de noviembre de 2000. Disponivel no sitio da Universidade de Granada, Espanha: http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/cubero.htm).

COUTINHO, H. L. C. **Diversidade Microbiana e Agricultura Sustentável**. Base de Dados Tropicais – BDT. Disponível na web, no endereço: http://www.bdt.fat.org.br/publicacoes/padct/bio/cap9/1/.

DAFFRE, S. Peptídeos Antibióticos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano 4, Nº 23, novembro/dezembro de 2001.

DANI, S. U. Terapia Gênica. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento.** Ano 2, Número 12 - Janeiro/Fevereiro 2000

DI CIERO, L. Proteômica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 5, Nº 29, novembro/dezembro de 2002.

DIAS NETO, E. Projetos Genoma de Parasitas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano 1, Número 2 - Julho/Agosto 1997

DIMASI, J. A. ; HANSEN, R. W.; GRABOWSKI, H. G. **The Price of Innovation: New Estimates of Drug Development Costs**. Journal of Health Economics 22 (2003)

DÖBEREINER, J. A importância da fixação biológica de nitrogênico para a agricultura sustentável. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 1, Nº 1, Maio de 1997. (www.biotecnologia.com.br)

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. **La economia del cambio técnico y el comercio internacional**. México, D. F.: CONAYT, 1993.

EFPIA – EUROPEAN FEDERATION OF PHARMACEUTICAL INDUSTRIES AND ASSOCIATIONS. **Annual Reports**, 2003. (http://www.efpia.org/6_publ/default.htm)

ELBEHRI, A.; MACDONALD, S. Estimating the Impact of Transgenic *Bt* Cotton on West and Central Africa: A General Equilibrium Approach. **World Development** [forthcoming, 2005]

ERNST & YOUNG (2002). **Relatório Anual – The Biotechnology Report** – Focus on Fundamentals, 2002.

ETC GROUP. Communiqué Globalizacion SA – **Concentracion del poder corporativo: La agenda olvidada**. Julho/Agosto de 2001.

EUROPEAN FEDERATION OF BIOTECHNOLOGY. **Made by Genetic Engineering**. http://www.efbweb.org

FAPESP. Programa Genoma-FAPESP. Disponível em http://www.fapesp.br/materia.php?data[id_materia]=56. Acesso em 20/10/2003.

FAPESP. Imunobiológicos: rumo à auto-suficiência. **Revista Pesquisa Fapesp**, n° 87, maio de 2003.

FAPESP. Dupla Hélice: 50 anos. **Revista Pesquisa Fapesp**, n° 88, abril de 2003. (Suplemento Especial)

FARIA, M. R.; MAGALHÃES, B. P. O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Ano 4, Número 22 - Setembro/Outubro 2001

FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. Cambridge: MIT, 1982.

FRENKEL, J. Industria Farmacêutica. **Estudo de Competitividade por Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio.** Campinas: NEIT/IE/Unicamp; Brasília: MDIC e MCT, 2002.

GADELHA, C. A. **Biotecnologia em saúde: um estudo da mudança tecnológica na industria farmaceutica e das perspectivas do seu desenvolvimento no Brasil**. Campinas: IE/UNICAMP, 1990. (Dissertação de mestrado)

GADELHA, C. Complexo da Saúde. **Estudo de Competitividade por Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. Campinas: NEIT/IE/Unicamp; Brasília: MDIC e MCT, 2002.

GANGULI, P. **The Pharmaceutical Industry in India**. Business Briefing, Pharmatech, 2003.

GEREZ, J. C. Indústria Farmacêutica: histórico, mercado e competição. **Ciência Hoje**, vol. 15, nº 89, abril de 1993.

GIANESSI, L.P. *et al.* **Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest Management in US Agriculture**. An Analysis of 40 Case Studies. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, DC, 2002.

GIANESSI, L.P. *et al.* **Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest Management in US Agriculture**. An Analysis of 40 Case Studies. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, DC, 2002.

GUERRANTE, R. S. **Transgênicos: uma visão estratégica**. Rio de Janeiro: Ed. Interciencia, 2003.

HUANG, J. *et al.* Biotechnology as an alternative to chemical pesticides: a case study of Bt cotton in China. **Agricultural Economics,** 29, 2003, p.55–67.

HUBBELL, B.J., AND R. WELSH. Transgenic crops: Engineering a more sustainable agriculture? **Agriculture and Human Values** 15: 43-56, 1998.

INTER-DEPARTMENTAL GROUP ON MODERN BIOTECHNOLOGY. Report, outubro de 2002.

ISAAA. **Plantas Transgenicas, Produtos da Biotecnologia**. Pocket n.2. Tradução: Associação Nacional de Biossegurança (ANBio).www.anbio.org.Br

IZIQUE, C. Crise, virtudes e oportunidades: importação de equipamentos e insumos eleva o custo de pesquisa no Brasil. **Pesquisa Fapesp**, n. 82, dez. 2002.

JAMES, C. 2002. **Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2002**. ISAAA Briefs No. 27. ISAAA: Ithaca, NY, 2002. (www.isaaa.org)

KUPFER, D. **Mudança Estrutural nas Empresas e Grupos Líderes da Economia Brasileira na Década de 90**. Instituto de Economia, UFRJ: Grupo Industria e Competitividade, 2001. (Texto para discussão)

LARACH, M. A. **El comercio de los productos transgénicos: El estado del debate internacional**. Santiago do Chile: CEPAL, 2001. (Série Comércio Internacional).

LIEBESKIND, J. P., *et al*. **Social networks, learning and flexibility: sourcing scientific knowledge in new biotechnology firms**. Cambridge: NBER, 1995. (Working Paper 5320)

LIMA, B. D. A produção de insulina humana por engenharia genética. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 4, Nº 23, novembro/dezembro de 2001.

LUIZA, V. L. **Acceso a medicamentos: conceptos, polémicas y indicadores**. Tercer Seminario Internacional, "Acceso a Medicamentos: Derecho Fundamental, Papel del Estado. Rio de Janeiro, 22 de outubro de 2002.

MANFIO, G. P. & LEMOS, M. F. **Microrganismos e aplicações industriais**. Base de Dados Tropicais – BDT. Disponível na web, no endereço: http://www.bdt.fat.org.br/publicacoes/padct/bio/cap9/4/gilson.html

MANSFIELD, E.; SCHWARTZ, M.; WAGNER, S. Imitation costs and patents: an empirical study. **Economic Journal**, v. 91, 1981.

MARQUES, M. B. **Acessibilidade aos medicamentos: o desafio de vincular ciência, tecnologia, inovação e saúde no Brasil**. Brasília: CGEE, 2002.

MARTIN, P; S. THOMAS. **The Development of Gene Therapy in Europe and the US: A Comparative Análisis**. STEEP Special Report No 5, A SPRU Publication.

MELLO, M. T. L. Patentes em biotecnología. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 15, n. especial, p.67-82, 1998.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DA PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO. **Estatísticas**. (http://www.agricultura.gov.br/).

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. www.mct.gov.br

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDUSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Base de Dados da Secex**, www.mdic.gov.br/comext.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Estatísticas Essenciais, 1999-2000**. Série G. Estatística e Informação para Saúde n. 22. Brasília: 2002.

MORENO, M. **La perspectiva económica en el debate sobre aplicaciones biotecnológicas**. Cursos de verano del Centro Mediterráneo (Universidad de Granada) Almuñécar, 15-19 de Septiembre de 1997. http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/econogen.html

MSF - MÉDICOS SEM FRONTEIRAS (MÉDECINS SANS FRONTIÈRES). **Desequilíbrio Fatal: A Crise de Pesquisa e Desenvolvimento de Drogas para Doenças Negligenciadas**. Campanha de Acesso a Medicamentos Essenciais e Grupo de Trabalho de Drogas para Doenças Negligenciadas, setembro de 2001. www.accessmed-msf.org e www.msf.org

NELSON, R. What is commercial and what is public about technology, and what should be? In. ROSENBERG, N. *et al.* **Technology and the wealth of nations**. Stanford: Stanford University Press, 1992.

NELSON, R.; SAMPAT, B. Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. **Journal of Economic Behaviour & Organization**, Vol. 44, pp. 31-54, 2001.

NETO, E. D. Projeto Genoma de Parasitas. **Revista Biotecnologia Ciência&Desenvolvimento**, Ano 1, Número 2 - Julho/Agosto 1997.

NUTTI, M. R., WATANABE, E; TANNO, G.; SOUZA, T. L. **Aspects of the introduction of biotechnology in international trade**. Global Biotechnology Forum – Bioindustries in Development, Brasília, 22-25 julho, 2003.

ODA, L., CORREIA SOARES, B. Biotecnologia no Brasil. Aceitabilidade pública e desenvolvimento econômico. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 10, p. 162-172, 2001.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Modern Biotechnology and Agricultural Markets: a Discussion of Selected Issues**. Programme of Work of the Committee for Agriculture, 2000.

OLIVEIRA, M. M. Aplicações e Avanços na Área da Biotecnologia Vegetal. **Boletim de Biotecnologia**, nº 66, agosto de 2000. (http://dequim.ist.utl.pt/bbio/)

OLIVEIRA, M. Conhecimento no campo. **Revista Pesquisa Fapesp**, nº 85, março de 2003.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Progress Towards Global Immunization Goals - 2001Summary presentation of key indicators.** Fevereiro de 2003.

ORNL – OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY. **Human Genome Project Information: Pharmacogenomics**, 2003. http://www.ornl.gov/TechResources

---------- **Human Genome Project Information: Gene Therapy**, 2003. http://www.ornl.gov/TechResources

---------- Human Genome Project Information: **History of the Human Genome Project.** http://www.ornl.gov/TechResources

PAREJA, E. I. **Introducion a la Biotecnologia**. Instituto de Biotecnologia, Universidad de Granada, 2003. http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/introbiotec.htm

---------- **Ingeniería genética industrial**. Instituto de Biotecnologia, Universidad de Granada, 2002. http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/biotecgeneral.htm

---------- **Introducción al Proyeto Genoma**. Instituto de Biotecnologia, Universidad de Granada, 1997. http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/genoma-1.html

PATRICIO,I.; MENDONÇA, C. E. R. **Mercados emergentes para biotecnologia no Brasil: notas preliminares. Encontro Nacional de Economia** (19:1991:Curitiba). Anais/ Brasília: Anpec, 1991, 4º vol.

PATRICIO, I. **Biotecnologia e mercados: perspectivas para o caso brasileiro**. Rio de Janeiro: CPDA/UFRRJ, 1993. (Dissertação de Mestrado).

PAUGH, J.; LAFRANCE, J. C. The U.S. **Biotechnology Industry**. U. S. Departament of Commerce Office of Technology Policy, julho de 1997.

PAVITT, K. **Technology and its links with science: measurement and policy implications**. In: The Evolution of scientific research. Wiley, Chichester: CIBA Foundation Conference, 1989. p.50-68.

PEREZ, C. Câmbio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. **Revista de la CEPAL**, nº 75, dezembro de 2001, p. 115-136.

PESSOA, A. Agronegócios e Biotecnología. Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2003. (www.cib.org.br).

PETERS, E. D. **Las Industrias Farmacéutica y Farmoquímica en México y el Distrito Federal**. CEPAL: 2001.

PHRMA NEW MEDICINES & NEW HOPE. **Survey New Medicines in Development**, 2002. http://www.phrma.org/newmedicines/resources/2002-10-21.93.pdf

---------- **Annual Report**, 2001-2002. http://www.phrma.org/publications/publications/annualreport/2002/

---------- **Pharmaceutical Industry**, Profile 2003. http://www.phrma.org/publications/publications/profile02/2003FRONT.pdf

PICCININI, M. S.; PUGA, F. P. **A Balança Comercial Brasileira: o desempenho do perído 1997-2000**. Rio de Janeiro: BNDES, 2001. (Texto para Discussão n. 90)

PNUD. **Informe sobre Desarrollo Humano: Poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano**, 2001. http://www.undp.org/hdr2001/spanish/

RAMÍREZ, P. **Technological alliances in the pharmaceutical industry**. Cromtec/UMIST, 1999.

RAMOS, A. **La transferencia y utilización de biotecnología agroalimentaria y los acuerdos internacionales de comercio e integración económica**. Global Biotechnology Forum – Bioindustries in Development, Brasília, 22-25 julho, 2003.

RAFI COMMUNIQUÉ. **La "Generación 3" de la Biotecnologia**. Novembro/Dezembro de 2000.

ROBBS, C. F.; BITTENCOURT, A. M. Controle Biológico de Insetos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 1, Nº 6, julho/agosto de 1998.

ROESSING, A. C. Aspectos Econômicos da Soja Transgênicas. **Revista de Política Agrícola**, v. 11, n° 2, 2002.

SCHWARTZMAN, S. **Formação da comunidade científica no Brasil**. São Paulo: Editora Nacional; Rio de Janeiro: FINEP, 1979.

SCHATZMAYR, H. G. Vacinas no limiar do século – Brasil: auto-suficiencia ou dependência? **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 1, Nº 3, novembro/dezembro de 1997.

SCHERER, F. M. **Industrial market structure and economic performance**. Boston: Houghton Mifflin, 1990.

SILVA, C. C. A. **Aspectos do sistema imunológico dos insetos.** Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. **Ano 4, Número 24 - Janeiro/Fevereiro 2002**

SILVA, C. L. Vacinas Gênicas: o impacto sobre o controle das doenças infecciosas. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 1, Nº 3, novembro/dezembro de 1997.

SILVA, R. I. **Industria Farmacêutica Brasileira: estrutura e a questão dos preços de transferência**. Rio de Janeiro: Escola de Química, UFRJ, 1999. (Tese de Doutorado).

SILVEIRA, J. M. F. J. ; SALLES FILHO, S. L. M. Biotecnologia. In. VELLOSO, J. P. R. (Coord.) **A nova estratégia industrial e tecnológica: o Brasil e o mundo da III revolução industria**. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1990.

SILVEIRA, J. M. F. J. (Coord) **Avaliação das potencialidades e dos obstáculos à comercialização dos produtos de biotecnologia no Brasil**. Brasília: MCT, 2001.

SILVEIRA, J. M. J.; FUTINO, A. M.; OLALDE, A. R. Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. **Revista Economia e Sociedade nº 18**. Campinas: IE/UNICAMP, 2002.

SILVEIRA, J. M. J.; FONSEGA, M. G. D. **The role of institutional networks the biotechnological building of competence blocks in Brazil: the role of institutions**. Tendências e Fronteiras do Desenvolvimento – Instituto de Econmia da UFRJ, 25-26 de setembro de 2002, Rio de Janeiro

SIQUEIRA, J. O.; A. A. FRANCO. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC: ABEAS, 1988.

SOLLEIRO, J. L. **Propiedad intelectual y su impacto en la difusión de la biotecnología**. Global Biotechnology Forum – Bioindustries in Development, Brasília, 22-25 julho, 2003.

SOUZA, M. V.; FONTES, W.; RICART, C. A. O. Análise de Proteomas: o despertar da era pós genômica. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, Ano 2, Número 7 - Janeiro/Fevereiro 1999

TRIGO, E. *et al.* **Los transgenicos el agricultura argentina**. Global Biotechnology Forum – Bioindustries in Development, Brasília, 22-25 julho, 2003.

TUFTS CENTER FOR THE STUDY OF DRUG DEVELOPMENT. **Impact Report**, v. 5, nº 2, março/abril de 2003. (http://csdd.tufts.edu/InfoServices/ImpactReportPDFs)

VALENTIN, J. **Política de medicamentos genéricos: um estudo do caso brasileiro**. Campinas: Instituto de Economia, Unicamp, 2003. (Dissertação de Mestrado).

VALOIS, A. C. C. Biodiversidade, Biotecnologia e Propriedade Intelectual. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.15, n. especial, p. 21-31, 1998

VERNON, R. International investiment and international trade in the product cycle. **Quartelly Journal of Economics**, vol. 80, maio/1966, p. 190-207.

WADE, N. **Os progressos da engenharia genética: o experimento final**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.

ZARRILLI, S. **International trade in genetically modified organisms and multilateral negotiations**. UNCTAD/DITC/TNCD/1, 5 Julho de 2000.

ZWEIFEL, P.; BREYER, F. **Health Economics**. New York: Oxford University Press, 1997.

Anexos

Brasil: Principais produtos importados em 2001 e 2002 (US$ mil)

Discriminação	2002	Part. (%)	2001	Part. (%)
Petróleo em Bruto	3.303.670	7,0	3.194.152	5,7
Motores, Geradores, Transformadores, etc. Elétricos, Partes	1.686.202	3,6	1.475.411	2,7
Partes e Peças para Veículos Automóveis e Tratores	1.365.241	2,9	1.502.010	2,7
Medicamentos para Medicina Humana e Veterinária	1.352.508	2,9	1.333.254	2,4
Circuitos Integrados e Microconjuntos Eletrônicos	1.250.169	2,6	1.445.558	2,6
Óleos Combustíveis	1.084.008	2,3	1.215.892	2,2
Compostos Heterociclicos, seu Sais e Sulfonamidas	884.407	1,9	1.036.126	1,9
Trigo em Grãos	878.172	1,9	872.074	1,6
Aparelhos Transmissores, Receptores e Componentes	873.371	1,8	1.016.745	1,8
Instrumentos e Aparelhos de Medida, de Verificação, etc.	844.762	1,8	984.829	1,8
Motores e Turbinas p/ Aviação e Suas Partes	821.060	1,7	1.085.435	2,0
Veículos Automóveis de Passageiros, Incl. os CKD	729.818	1,5	1.404.507	2,5
Motores Para Veículos Automóveis e Suas Partes	714.784	1,5	729.234	1,3
Máquinas Automáticas p/ Process.de Dados e suas Unids.	679.281	1,4	971.468	1,7
Naftas	659.400	1,4	1.328.500	2,4
Hulhas, Mesmo Em Pó,mas não Agromeradas	632.667	1,3	566.795	1,0
Rolamentos e Engrenagens, Suas Partes e Peças	613.987	1,3	671.426	1,2
Outros Produtos	*28.858.425*	61,1	*34.738.759*	*62,5*
Total Geral	47.231.932	100,0	55.572.176	100,0

Fonte: MDIC/Secex.

Brasil: Utilização média da capacidade instalada na industria da transformação (em %)

Setores	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Variação %
Total - Indústria de Transformação	84	82	80	83	82	79	-5%
Minerais Não-Metálicos	84	83	78	83	84	82	-2%
Metalúrgica	90	90	87	87	87	88	-2%
Mecânica	78	76	71	78	81	80	3%
Mat. Elétrico e Comunic.	82	75	72	79	75	64	-21%
Material de Transporte	90	81	77	77	76	73	-19%
Madeira	88	85	85	85	90	82	-6%
Mobiliário	83	79	77	80	80	77	-8%
Celulose, Papel e Papelão	90	88	91	93	94	93	3%
Borracha	93	92	91	91	88	90	-3%
Couros e Peles	83	83	85	84	77	78	-5%
Química	84	85	84	86	85	84	-1%
Prod. Farmacêuticos /Veterin.	86	84	74	76	70	65	-24%
Perf.Sabões e Velas	80	79	81	80	77	70	-12%
Prod. Matérias Plásticas	83	79	79	82	81	83	0%
Têxtil	86	83	86	89	88	84	-2%
Vestuário e Artef.Tecidos	81	81	84	86	83	84	3%
Produtos Alimentares	79	77	78	82	81	80	1%
Bebidas	77	74	65	58	66	67	-12%
Fumo	78	81	81	70	69	64	-18%
Editorial e Gráfica	81	82	78	78	73	71	-12%
Diversas	72	75	81	84	81	82	14%

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Industria e Comércio Exterior.

Evolução do Comércio Exterior 1998 a 2001 - Fármacos
USD FOB correntes

ANO	Exportação	Importação	Saldo Comercial
1998	217.000.000	1.197.000.000	-980.000.000
1999	221.000.000	1.080.000.000	-859.000.000
2000	192.000.000	910.300.000	-718.300.000
2001	165.200.000	947.100.000	-781.900.000

Fonte: Secex – ABIQUIF, cit. Gadelha, 2002.

Produtos Biotecnológicos Selecionados – Fármacos e Insumos para a Industria Farmaceutica

	Acidos
2915.11.00	ÁCIDO FÓRMICO

2207.10.00 ÁLCOOL ETÍLICO
2806.10.20 ÁCIDO CLORÍDRICO
2808.00.10 ÁCIDO NÍTRICO
2810.00.10 ÁCIDO BÓRICO
2918.14.00 ÁCIDO CÍTRICO ANIDRO
2918.14.00 ÁCIDO CÍTRICO MONOIDRATADO

Hormonios

2937.11.00 SOMATOTROPINA
2937.12.00 INSULINA
2937.19.20 GONADOTROFINA CORIÔNICA HUMANA
2937.19.40 GONADOTROFINA POSTMENOPÁUSICA HUMANA (MENOTROPINA)
2937.19.50 HUMANA (MENOTROPINA)
2937.19.90 HORMÔNIO FOLÍCULO ESTIMULANTE
2937.22.29 TRIANCINOLONA - HEXACETONIDA
2937.22.90 ACETATO DE BETAMETASONA
2937.22.90 DIPROPIONATO DE BETAMETASONA
2937.22.90 FOSFATO DE BETAMETASONA
2937.22.90 VALERATO DE BETAMETASONA
2937.23.31 ESTRIOL
2937.23.31 SUCCINATO DE ESTRIOL
2937.23.42 FEMPROPIONATO DE ESTRADIOL
2937.23.49 ENANTATO DE ESTRADIOL
2937.23.60 DESOGESTREL
2937.23.70 LINESTRENOL
2937.23.99 GESTODENO
2937.29.50 ESPIRONOLACTONA
2937.29.90 ALGESTONA - ACETOFENIDA
2937.29.90 DEFLAZACORTE
2937.39.11 LEVODOPA
2937.39.90 BITARTARATO DE NORADRENALINA

Aminoácidos

2925.20.19 Arginina e seus outros sais
2925.20.11 Aspartato de L-arginina
2930.90.12 Cisteína
2930.90.36 Carbocisteína
2922.41.90 CLONIXINATO DE LISINA
2922.41.90 IBUPROFENATO DE LISINA
2930.40.10 DL-metionina
2930.40.90 Outras metioninas
2922.41.10 Lisina
2922.41.90 outros

Vitaminas

29362610 Vitamina B12
29362620 Cobamamida
29362630 Hidroxocobalamina e seus sais
29362310 Vitamina B2 (Riboflavina)
29362320 5'-Fosfato sódico de vitamina B2 (5'-fosfato sódico de riboflavina)
29362390 Outros
29362710 Vitamina C
29362720 Ascorbato de sódio
2936.27.90 Outros

29361000	Provitaminas não misturadas
	Antibióticos
2941.10.10	AMPICILINA ANIDRA
2941.10.10	AMPICILINA SÓDICA
2941.10.10	AMPICILINA TRIIDRATADA
2941.10.20	AMOXICILINA SÓDICA
2941.10.20	AMOXICILINA TRIIDRATADA
2941.10.41	PENICILINA G POTÁSSICA
2941.10.42	PENICILINA G BENZATINA
2941.10.43	PENICILINA G PROCAÍNA
2941.10.90	OXACILINA SÓDICA
2941.40.90	GLICINATO DE TIANFENICOL
2941.90.31	CEFTRIAXONA SÓDICA
2941.90.33	CEFALEXINA MONOIDRATADA
2941.90.33	CEFALOTINA SÓDICA
2941.90.61	NISTATINA
2941.90.62	ANFOTERICINA B
2941.90.99	PIVOXISULBACTAM
2941.90.99	SULBACTAM SÓDICO
	Outros Fármacos
2922.49.61	DICLOFENACO DE SÓDIO
2922.49.62	DICLOFENACO DE POTÁSSIO
2922.50.11	CLORIDRATO DE FENILEFRINA
2922.50.19	BITARTARATO DE FENILEFRINA
2922.50.19	FENILEFRINA
2922.50.50	CLORIDRATO DE PROPRANOLOL
2925.20.30	AMITRAZ
2933.99.46	OXFENDAZOL
2933.99.52	ALBENDAZOL
2933.99.53	SULFÓXIDO DE ALBENDAZOL
2933.99.53	MEBENDAZOL
2933.99.54	FEMBENDAZOL
2933.99.56	FLUCONAZOL
2933.99.69	CAPTOPRIL
2933.99.99	TIABENDAZOL
2934.10.30	CAMBENDAZOL
2934.10.90	MELOXICAM
3504.00.11	PEPTONA BACTERIOLÓGICA
3504.00.90	PROTEÍNA HIDROLISADA
3507.90.19	PANCREATINA
3507.90.26	PAPAÍNA
3507.90.29	PEPSINA
3821.00.00	MEIOS DE CULTURA
3822.00.90	REAGENTES ANALÍTICOS

Produtos Selecionados no Capítulo 30 – Produtos Farmaceuticos Finais

Código	Descirção
3002.10	**Frações de sangue**
3002.10.11	SOROS ANTIOFIDICOS E OUTROS SOROS ANTIVENENOSOS

3002.10.12 SORO ANTITETANICO
3002.10.13 SORO ANTICATARRAL
3002.10.14 SORO ANTIPIOGENICO
3002.10.15 SORO ANTIDIFTERICO
3002.10.16 ANTI-SOROS POLIVALENTES
3002.10.19 OUTROS ANTI-SOROS ESPECIF.DE ANIMAIS/PESSOAS,IMUNIZADOS
3002.10.19 OUTROS ANTI-SOROS ESPECIF.DE ANIMAIS/PESSOAS,IMUNIZADOS
3002.10.22 IMUNOGLOBULINA ANTI-RH
3002.10.23 OUTRAS IMUNOGLOBULINAS SERICAS
3002.10.24 CONCENTRADO DE FATOR VIII
3002.10.29 OUTS.FRACOES DO SANGUE,PROD.IMUNOL.MODIF.EXC.MEDICAMENT
3002.10.31 SOROALBUMINA PREPARADO COMO MEDICAMENTO
3002.10.32 PLASMINA (FIBRINOLISINA)
3002.10.33 UROQUINASE
3002.10.34 IMUNOGLOBULINA E CLORIDRATO DE HISTAMINA,ASSOCIADOS
3002.10.35 IMUNOGLOBULINA G,LIOFILIZADA OU EM SOLUCAO
3002.10.36 INTERFERON BETA
3002.10.39 OUTS.FRACOES DO SANGUE,PROD.IMUNOL.MODIF.(MEDICAMENTOS)
3002.20 Vacinas para medicina humana
3002.20.11 VACINA CONTRA A GRIPE,EXC.EM DOSES
3002.20.12 VACINA CONTRA A POLIOMIELITE,EXC.EM DOSES
3002.20.13 VACINA CONTRA A HEPATITE B,EXC.EM DOSES
3002.20.14 VACINA CONTRA O SARAMPO,EXC.EM DOSES
3002.20.15 VACINA CONTRA A MENINGITE,EXC.EM DOSES
3002.20.16 VACINA CONTRA RUBEOLA,SARAMPO E CAXUMBA,EXC.EM DOSES
3002.20.17 OUTRAS VACINAS TRIPLICES,EXC.EM DOSES
3002.20.18 VACINAS ANTICATARRAL E ANTIPIOGENICO,EXC.EM DOSES
3002.20.18 VACINAS ANTICATARRAL E ANTIPIOGENICO,EXC.EM DOSES
3002.20.19 OUTRAS VACINAS PARA MEDICINA HUMANA,EXC.EM DOSES
3002.20.21 VACINA CONTRA A GRIPE,EM DOSES
3002.20.22 VACINA CONTRA A POLIOMIELITE,EM DOSES
3002.20.23 VACINA CONTRA A HEPATITE B,EM DOSES
3002.20.24 VACINA CONTRA O SARAMPO,EM DOSES
3002.20.25 VACINA CONTRA A MENINGITE,EM DOSES
3002.20.26 VACINA CONTRA RUBEOLA,SARAMPO E CAXUMBA,EM DOSES
3002.20.27 OUTRAS VACINAS TRIPLICES,EM DOSES
3002.20.28 VACINAS ANTICATARRAL E ANTIPIOGENICO,EM DOSES
3002.20.29 OUTRAS VACINAS PARA MEDICINA HUMANA,EM DOSES
3002.90 Reagentes e outros
3002.90.10 REAGENTES DE ORIGEM MICROBIANA PARA DIAGNOSTICO
3002.90.20 ANTITOXINAS DE ORIGEM MICROBIANA
3002.90.20 ANTITOXINAS DE ORIGEM MICROBIANA
3002.90.30 TUBERCULINAS
3002.90.91 OUTRAS TOXINAS,CULTURAS DE MICROORGANISMOS,P/SAUDE ANIM
3002.90.92 OUTRAS TOXINAS,CULTURAS DE MICROORGANISMOS,P/SAUDE HUMA
3002.90.93 SAXITOXINA
3002.90.94 RICINA
3002.90.99 OUTRAS TOXINAS,CULTURAS DE MICROORGANISMOS,PRODS.SEMELH
3003 Antibióticos, Hormômios e Vitaminas (Exc. Em doses)
3003.10 Contendo penicilinas ou seus derivados com a estrutura de ácido penicilânico,ou estreptomicinas ou seus derivados

3003.10.11 MEDICAMENTO CONT.AMPICILINA OU SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.10.12 MEDICAMENTO CONT.AMOXICILINA OU SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.10.13 MEDICAMENTO CONT.PENICILINA G BENZATINICA,EXC.EM DOSES
3003.10.14 MEDICAMENTO CONT.PENICILINA G POTASSICA,EXC.EM DOSES
3003.10.15 MEDICAMENTO CONT.PENICILINA G PROCAINICA,EXC.EM DOSES
3003.10.19 MEDICAMENTO CONT.OUTS.PENICILINAS/DERIVS.EXC.EM DOSES
3003.10.20 MEDICAMENTO CONT.ESTREPTOMICINAS/DERIVADOS EXC.EM DOSES
3003.20 Contendo outros antibióticos
3003.20.11 MEDICAMENTO CONTENDO CLORANFENICOL,ETC.EXC.EM DOSES
3003.20.19 MEDICAMENTO CONT.ANFENICOIS/OUTS.DERIVADOS EXC.EM DOSES
3003.20.21 MEDICAMENTO CONT.ERITROMICINA/SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.20.29 MEDICAMENTO CONT.MACROLIDIOS/OUTS.DERIVS.EXC.EM DOSES
3003.20.31 MEDICAMENTO CONT.RIFAMICINA SV SODICA,EXC.EM DOSES
3003.20.32 MEDICAMENTO CONTENDO RIFAMPICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.39 MEDICAMENTO CONT.ANSAMICINAS/OUTS.DERIVS.EXC.EM DOSES
3003.20.41 MEDICAMENTO CONT.CLORIDRATO DE LINCOMICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.49 MEDICAMENTO CONT.LINCOSAMIDAS/OUTS.DERIVS.EXC.EM DOSES
3003.20.51 MEDICAMENTO CONTENDO CEFALOTINA SODICA,EXC.EM DOSES
3003.20.52 MEDICAMENTO C/CEFACLOR/CEFALEXINA MONOIDRATAD.EXC.DOSES
3003.20.59 MEDICAMENTO C/CEFALOSPORINAS/CEFAMICINAS/ETC.EXC.DOSES
3003.20.61 MEDICAMENTO CONT.SULFATO DE GENTAMICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.62 MEDICAMENTO CONT.DAUNORUBICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.63 MEDICAMENTO CONT.PIRARUBICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.69 MEDICAMENTO CONT.AMINOGLICOSIDIOS/OUTS.DERIVS.EXC.DOSES
3003.20.71 MEDICAMENTO CONTENDO VANCOMICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.72 MEDICAMENTO CONTENDO ACTINOMICINAS,EXC.EM DOSES
3003.20.79 MEDICAMENTO CONT.POLIPEPTIDIOS/OUTS.DERIVS.EXC.EM DOSES
3003.20.91 MEDICAMENTO CONTENDO MITOMICINA,EXC.EM DOSES
3003.20.92 MEDICAMENTO CONTENDO FUMARATO DE TIAMULINA,EXC.EM DOSES
3003.20.93 MEDICAMENTO CONT.BLEOMICINAS OU SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.20.94 MEDICAMENTO CONTENDO IMIPENEM,EXC.EM DOSES
3003.20.99 MEDICAMENTO CONTENDO OUTROS ANTIBIOTICOS,EXC.EM DOSES
3003.30 Contendo hormônios ou outros produtos da posição 29.37, mas não contendo antibióticos
3003.31.00 MEDICAMENTO CONT.INSULINA,N/CONT.ANTIBIOT.EXC.EM DOSES
3003.39.11 MEDICAMENTO C/HORMONIO CRESCIM.(SOMATROFINA),EXC.DOSES
3003.39.12 MEDICAMENTO C/HCG (GONADOTROFINA CORIONICA),EXC.DOSES
3003.39.13 MEDICAMENTO CONT.MENOTROPINAS,N/CONT.ANTIBIOT.EXC.DOSES
3003.39.14 MEDICAMENTO CONTENDO ACTH (CORTICOTROFINA),EXC.EM DOSES
3003.39.15 MEDICAMENTO CONT.PMSG (GONADOTROFINA SERICA),EXC.DOSES
3003.39.16 MEDICAMENTO CONT.SOMATOSTATINA/SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.39.17 MEDICAMENTO CONTENDO ACETATO DE BUSERELINA,EXC.EM DOSES
3003.39.18 MEDICAMENTO CONT.TRIPTORELINA/SEUS SAIS,EXC.EM DOSES
3003.39.19 MEDICAMENTO CONT.LEUPROLIDA OU SEU ACETATO,EXC.EM DOSES
3003.39.21 MEDICAMENTO CONTENDO LH-RH (GONADORELINA),EXC.EM DOSES
3003.39.22 MEDICAMENTO CONTENDO OXITOCINA,EXC.EM DOSES
3003.39.23 MEDICAMENTO CONTENDO SAIS DE INSULINA,EXC.EM DOSES
3003.39.24 MEDICAMENTO CONTENDO TIMOSINAS,EXC.EM DOSES
3003.39.25 MEDICAMENTO CONTENDO OCTRETIDA,EXC.EM DOSES
3003.39.26 MEDICAMENTO CONTENDO GOSERELINA,EXC.EM DOSES
3003.39.29 MEDICAMENTO C/OUTS.HORMON.POLIPEPTIDICOS,ETC.EXC.DOSES
3003.39.31 MEDICAMENTO CONT.HEMISSUCCINATO DE ESTRADIOL,EXC.DOSES

3003.39.32 MEDICAMENTO CONT.FEMPROPIONATO DE ESTRADIOL,EXC.DOSES
3003.39.33 MEDICAMENTO CONT.ESTRIOL OU SEU SUCCINATO,EXC.EM DOSES
3003.39.34 MEDICAMENTO CONTENDO ALILESTRENOL,EXC.EM DOSES
3003.39.35 MEDICAMENTO CONTENDO LINESTRENOL,EXC.EM DOSES
3003.39.36 MEDICAMENTO CONT.ACETATO MAGESTROL,FORMESTANO,EXC.DOSES
3003.39.37 MEDICAMENTO CONTENDO DESOGESTREL,EXC.EM DOSES
3003.39.39 MEDICAMENTO CONT.OUTS.ESTROGENIOS/PROGESTOGEN.EXC.DOSES
3003.39.81 MEDICAMENTOS CONT.LEVOTIROXINA SODICA,EXC.EM DOSES
3003.39.82 MEDICAMENTOS CONT.LIOTIRONINA SODICA,EXC.EM DOSES
3003.39.90 MEDICAMENTO CONT.OUTS.HORMONIOS/DERIVS.ETC.EXC.EM DOSES
3003.90 Vitaminas, aminoácidos e outros
3003.90.11 MEDICAMENTO C/FOLINATO CALCIO (LEUCOVORINA),EXC.DOSES
3003.90.13 MEDICAMENTO CONT.HIDROXOCOBALAMINA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.15 MEDICAMENTO CONT.D-PANTOTENATO DE CALCIO,ETC.EXC.DOSES
3003.90.19 MEDICAMENTO C/OUTS.VITAMINAS,PROVITAM.DERIVS.EXC.DOSES
3003.90.21 MEDICAMENTO CONTENDO ESTREPTOQUINASE,EXC.EM DOSES
3003.90.23 MEDICAMENTO CONTENDO DEOXIMBONUCLEASE,EXC.EM DOSES
3003.90.29 MEDICAMENTO C/OUTS.ENZIMAS,N/CONT.VITAMS.ETC.EXC.DOSES
3003.90.31 MEDICAMENTO CONTENDO PERMETRINA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.32 MEDICAMENTO CONT.ACIDO DEIDROCOLICO,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.33 MEDICAMENTO C/ACIDO GLUCONICO/SAIS/ESTERES,EXC.EM DOSES
3003.90.34 MEDICAMENTO C/ACIDO O-ACETILSALICILICO/ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.35 MEDICAMENTO C/TIRATRICOL/LACTOFOSFATO CALCIO,EXC.DOSES
3003.90.36 MEDICAMENTO CONT.ACIDO LACTICO/SAIS/ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.37 MEDICAMENTO CONT.ACIDO FUMARICO/SAIS/ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.39 MEDICAMENTO C/OUTS.ACIDOS CARBOXILICOS,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.46 MEDICAMENTO C/CLORIDRATO DE FENILEFRINA,ETC.EXC.DOSES
3003.90.47 MEDICAMENTO CONT.DICLOFENACO DE SODIO,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.48 MEDICAMENTO CONT.MELFALANO,CLORAMBUCIL,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.49 MEDICAMENTO C/OUTS.COMPOSTOS FUNCAO AMINA,ETC.EXC.DOSES
3003.90.51 MEDICAMENTO CONTENDO METOCLOPRAMIDA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.52 MEDICAMENTO CONT.ATENOLOL/PRILOCAINA/ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.56 MEDICAMENTO CONT.AMITRAZ OU CIPERMETRINA,EXC.EM DOSES
3003.90.58 MEDICAMENTO CONT.CARMUSTINA/LOMUSTINA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.59 MEDICAMENTO C/OUTS.COMP.FUNC.CARBOXIAMIDA,ETC.EXC.DOSES
3003.90.61 MEDICAMENTO C/DINITRATO DE ISOSSORBIDA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.67 MEDICAMENTO CONT.CARBOCISTEINA OU SULFIRAM,EXC.EM DOSES
3003.90.68 MEDICAMENTO CONTENDO ETOPOSIDO,EXC.EM DOSES
3003.90.69 MEDICAMENTO C/OUTS.TIOCOMPOSTOS ORGAN.ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.73 MEDICAMENTO C/OXIFENDAZOL/ALBENDAZOL,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.74 MEDICAMENTO CONT.TRIAZOLAM/ALPRAZOLAM,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.76 MEDICAM.C/AC.2-(2 METIL-3 CLOROANILINA) NICOT.EXC.DOSES
3003.90.78 MEDICAMENTO C/CICLOSPORINA A,FLUSPIRILENO,ETC.EXC.DOSES
3003.90.79 MEDICAM.C/OUTS.COMP.HETEROC.HETEROAT.NITROG.EXC.DOSES
3003.90.82 MEDICAMENTO C/SULFADIAZINA/SEU SAL SODICO,ETC.EXC.DOSES
3003.90.83 MEDICAMENTO CONT.KETAZOLAM/SULPIRIDA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.86 MEDICAMENTO C/FUROSEMIDA/CLORTALIDONA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.89 MEDICAMENTO C/OUTS.COMPOST.HETEROCICL.ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.91 MEDICAMENTO CONTENDO EXTRATO DE POLEN,EXC.EM DOSES
3003.90.92 MEDICAMENTO CONT.DISOFENOL/CRISAROBINA,ETC.EXC.EM DOSES
3003.90.93 MEDICAMENTO CONTENDO DICOFLENACO RESINATO,EXC.EM DOSES

3003.90.94 MEDICAMENTO CONTENDO SILIMARINA,EXC.EM DOSES
3003.90.95 MEDICAMENTO CONT.PROPOFOL,BUSULFANO,MITOTANO,EXC.DOSES
3003.90.99 OUTS.MEDICAM.CONT.PRODS.MISTURADOS,P/FINS TERAPEUT.ETC.

3004 *Antibióticos, Hormômios e Vitaminas (Em doses)*

3004.10 Contendo penicilinas ou seus derivados, com estrutura de ácido penicilânico, ou estreptomicinas ou seus derivados

3004.10.11 MEDICAMENTO CONTENDO AMPICILINA OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.10.12 MEDICAMENTO CONTENDO AMOXICILINA OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.10.13 MEDICAMENTO CONTENDO PENICILINA G BENZATINICA,EM DOSES
3004.10.14 MEDICAMENTO CONTENDO PENICILINA G POTASSICA,EM DOSES
3004.10.15 MEDICAMENTO CONTENDO PENICILINA G PROCAINICA,EM DOSES
3004.10.19 MEDICAMENTO CONT.OUTS.PENICILINAS/SEUS DERIVS.EM DOSES
3004.10.20 MEDICAMENTO CONT.ESTREPTOMICINAS/SEUS DERIVS.EM DOSES

3004.20 Contendo outros antibióticos

3004.20.11 MEDICAMENTO C/CLORANFENICOL/SEU PALMITATO,ETC.EM DOSES
3004.20.19 MEDICAMENTO CONTENDO ANFENICOIS/OUTROS SAIS,EM DOSES
3004.20.21 MEDICAMENTO CONTENDO ERITROMICINA OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.20.29 OUTROS MEDICAMENTOS CONT.MACROLIDEOS/DERIVADOS,EM DOSES
3004.20.31 MEDICAMENTO CONTENDO RIFAMICINA SV SODICA,EM DOSES
3004.20.32 MEDICAMENTO CONTENDO RIFAMPICINA,EM DOSES
3004.20.39 OUTROS MEDICAMENTOS CONT.ANSAMICINAS/DERIVADOS,EM DOSES
3004.20.41 MEDICAMENTO CONTENDO CLORIDRATO DE LINCOMICINA,EM DOSES
3004.20.49 OUTROS MEDICAMENTOS CONT.LINCOSAMIDAS/DERIVADOS,EM DOSE
3004.20.51 MEDICAMENTO CONTENDO CAFALOTINA SODICA,EM DOSES
3004.20.52 MEDICAMENTO C/CEFACLOR/CEFALEXINA MONOIDRATADS.EM DOSES
3004.20.59 OUTROS MEDICAMENTOS CONTENDO CEFALOSPORINAS,ETC.EM DOSE
3004.20.61 MEDICAMENTO CONTENDO SULFATO DE GENTAMICINA,EM DOSES
3004.20.62 MEDICAMENTO CONTENDO DAUNORUBICINA,EM DOSES
3004.20.63 MEDICAMENTO CONTENDO PIRARUBICINA,EM DOSES
3004.20.69 OUTS.MEDICAMENTOS CONT.AMINOGLUCOSIDIOS/DERIVS.EM DOSES
3004.20.71 MEDICAMENTO CONTENDO VANCOMICINA,EM DOSES
3004.20.72 MEDICAMENTO CONTENDO ACTINOMICINAS,EM DOSES
3004.20.79 OUTS.MEDICAMENTOS CONT.POLIPEPTIDEOS/DERIVADOS,EM DOSES
3004.20.91 MEDICAMENTO CONTENDO MITOMICINA,EM DOSES
3004.20.92 MEDICAMENTO CONTENDO FUMARATO DE TIAMULINA,EM DOSES
3004.20.93 MEDICAMENTO CONTENDO BLEOMICINAS OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.20.94 MEDICAMENTO CONTENDO IMIPENEM,EM DOSES
3004.20.99 MEDICAMENTOS CONTENDO OUTROS ANTIBIOTICOS,EM DOSES

3004.30 Contendo hormônios ou outros produtos da posição 29.37, mas não contendo antibióticos

3004.31.00 MEDICAMENTO CONTENDO INSULINA,EM DOSES
3004.32.00 MEDICAMENTO C/HORMONIOS CORTICOSSUPRA-RENAIS,EM DOSES
3004.39.11 MEDICAMENTO C/HORMONIO CRESCIM.(SOMATOTROFINA),EM DOSES
3004.39.12 MEDICAMENTO CONT.HCG (GONADOTROFINA CORIONICA),EM DOSES
3004.39.13 MEDICAMENTO CONTENDO MENOTROPINAS,EM DOSES
3004.39.14 MEDICAMENTO CONTENDO ACTH (CORTICOTROFINA),EM DOSES
3004.39.15 MEDICAMENTO CONT.PMSG (GONADOTROFINA SERICA),EM DOSES
3004.39.16 MEDICAMENTO CONT.SOMATOSTATINA OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.39.17 MEDICAMENTO CONTENDO ACETATO DE BUSERELINA,EM DOSES
3004.39.18 MEDICAMENTO CONTENDO TRIPTORELINA OU SEUS SAIS,EM DOSES
3004.39.19 MEDICAMENTO CONTENDO LEUPROLIDE,EM DOSES
3004.39.21 MEDICAMENTO CONTENDO LH-RH (GONADORELINA),EM DOSES

3004.39.22 MEDICAMENTO CONTENDO OXITOCINA,EM DOSES
3004.39.23 MEDICAMENTO CONTENDO SAIS DE INSULINA,EM DOSES
3004.39.24 MEDICAMENTO CONTENDO TIMOSINAS,EM DOSES
3004.39.25 MEDICAMENTO CONTENDO CALCITONINA,EM DOSES
3004.39.26 MEDICAMENTO CONTENDO OCTREOTIDA,EM DOSES
3004.39.27 MEDICAMENTO CONTENDO GOSERELINA,EM DOSES
3004.39.29 MEDICAM.C/OUTROS HORMONIOS POLIPEPTIDICOS,ETC.EM DOSES
3004.39.31 MEDICAMENTO CONT.HEMISSUCCINATO DE ESTRADIOL,EM DOSES
3004.39.32 MEDICAMENTO CONT.FEMPROPIONATO DE ESTRADIOL,EM DOSES
3004.39.33 MEDICAMENTO CONTENDO ESTRIOL OU SEU SUCCINATO,EM DOSES
3004.39.34 MEDICAMENTO CONTENDO ALILESTRENOL,EM DOSES
3004.39.35 MEDICAMENTO CONTENDO LINESTRENOL,EM DOSES
3004.39.36 MEDICAMENTO CONT.ACETATO MEGESTROL,FORMESTANO,EM DOSES
3004.39.37 MEDICAMENTO CONTENDO DESOGESTREL,EM DOSES
3004.39.39 MEDICAMENTO C/OUTS.ESTROGENIOS/PROGESTOGENIOS,EM DOSES
3004.39.81 MEDICAMENTOS COM LEVOTIROXINA SODICA,EM DOSES
3004.39.82 MEDICAMENTOS COM LIOTIRONINA SODICA,EM DOSES
3004.39.90 OUTS.MEDICAMENTOS C/HORMONIOS/DERIV/ASTEROIDES,EM DOSES

Vitaminas, aminoácidos e outros

3004.50.10 MEDICAMENTO C/FOLINATO DE CALCIO (LEUCOVORINA),EM DOSES
3004.50.20 MEDICAMENTO C/AC.NICOTINICO/SEU SAL SODICO,ETC.EM DOSES
3004.50.30 MEDICAMENTO C/HIDROXOCOVALAMINA/SEUS SAIS,ETC.EM DOSES
3004.50.40 MEDICAMENTO CONTENDO VITAMINA A1 (RETINOL),ETC.EM DOSES
3004.50.50 MEDICAMENTO CONT.D-PANTOTENATO DE CALCIO/ETC.EM DOSES
3004.50.60 MEDICAMENTO CONT.ACIDO RETINOICO (TRETINOINA),EM DOSES
3004.50.90 MEDICAMENTO C/OUTS.VITAMINAS/PROVITAMINAS,ETC.EM DOSES
3004.90.11 MEDICAMENTO CONTENDO ESTREPTOQUINASE,EM DOSES
3004.90.12 MEDICAMENTO CONTENDO L-ASPARAGINASE,EM DOSES
3004.90.13 MEDICAMENTO CONTENDO DEOXIRRIBONUCLEASE,EM DOSES
3004.90.19 MEDICAMENTO CONTENDO OUTRAS ENZIMAS,EM DOSES
3004.90.21 MEDICAMENTO C/PERMETRINA/NITRATO PROPATILA,ETC.EM DOSES
3004.90.22 MEDICAMENTO CONTENDO ACIDO DEIDROCOLICO,ETC.EM DOSES
3004.90.23 MEDICAMENTO CONT.ACIDO GLUCONICO/SAIS/ESTERES,EM DOSES
3004.90.24 MEDICAMENTO CONT.ACIDO O-ACETILSALICILICO,ETC.EM DOSES
3004.90.25 MEDICAM.CONT.TIRATRICOL/LACTOFOSFATO CALCIO,EM DOSES
3004.90.26 MEDICAMENTO CONT.ACIDO LACTICO/SEUS SAIS,ETC.EM DOSES
3004.90.27 MEDICAMENTO CONT.ACIDO FUMARICO/SEUS SAIS,ETC.EM DOSES
3004.90.29 OUTS.MEDICAM.C/AC.MONOCARBOXIL.ACICL.N/SAT.ETC.EM DOSES
3004.90.36 MEDICAMENTO CONT.CLORIDRATO DE FENILEFRINA,ETC.EM DOSES
3004.90.37 MEDICAMENTO CONTENDO DICLOFENACO DE SODIO,ETC.EM DOSES
3004.90.38 MEDICAMENTO CONTENDO MELFALANO,CLORAMBUCIL,ETC.EM DOSES
3004.90.39 OUTROS MEDICAM.C/COMPOSTOS DE FUNCAO AMINA,ETC.EM DOSES
3004.90.41 MEDICAMENTOS C/METOCLOPRAMIDA/CLORIDRATO,ETC.EM DOSES
3004.90.42 MEDICAMENTO CONT.ATENOLOL/PRILOCAINA,ETC.EM DOSES
3004.90.46 MEDICAMENTO CONTENDO AMITRAZ OU CIPERMETRINA,EM DOSES
3004.90.49 OUTS.MEDICAM.C/COMP.DE FUNCAO CARBOXIAMIDA,ETC.EM DOSES
3004.90.57 MEDICAMENTO CONTENDO CARBOCISTEINA OU SULFIRAM,EM DOSES
3004.90.63 MEDICAMENTO CONT.OXIFENDAZOL/ALBENDAZOL,ETC.EM DOSES
3004.90.64 MEDICAMENTO CONTENDO TRIAZOLAM/ALPRAZOLAM,ETC.EM DOSES
3004.90.68 MEDICAMENTO C/CICLOSPORINA A,FLUSPIRILENO,ETC.EM DOSES
3004.90.69 OUTS.MEDICAM.C/COMP.HETEROCICL.HETEROAT.NITROG.EM DOSES

3004.90.71 MEDICAMENTO C/LEVAMISOL/SEUS SAIS/TETRAMISOL,EM DOSES
3004.90.72 MEDICAMENTO C/SULFADIAZINA/SEU SAL SODICO,ETC.EM DOSES
3004.90.73 MEDICAMENTO CONTENDO KETAZOLAM/SULPIRIDA,ETC.EM DOSES
3004.90.76 MEDICAMENTO CONT.FUROSEMIDA/CLORTALIDONA,ETC.EM DOSES
3004.90.91 MEDICAMENTO CONTENDO EXTRATO DE POLEN,EM DOSES
3004.90.92 MEDICAMENTO CONTENDO DISOFENOL/CRISAROBINA,ETC.EM DOSES
3004.90.93 MEDICAMENTO CONTENDO DICLOFENACO RESINATO,EM DOSES
3004.90.94 MEDICAMENTO CONTENDO SILIMARINA,EM DOSES
3004.90.95 MEDICAMENTO CONT.PROPOFOL,BUSULFANO,MITOTANO,EM DOSES
3004.90.99 OUTROS MEDICAM.CONT.PRODS.P/FINS TERAPEUTICOS,ETC.DOSES

Brasil: Comércio externo de biotecnologia durante a década de 90

Ano	Exportações US$ milhões	Importações US$ milhões	B. Comercial
1989	40,8	174,0	-133,2
1990	40,0	365,5	-325,6
1991	35,0	702,9	-667,9
1992	102,8	288,3	-185,6
1993	140,9	416,1	-275,2
1994	164,3	603,8	-439,4
1995	214,0	725,5	-511,5
1996	213,5	999,8	-786,3
1997	178,8	1126,7	-947,8
1998	188,9	1233,9	-1045,0
1999	241,6	1481,5	-1239,9
2000	176,3	1380,0	-1203,7
2001	261,9	1594,2	-1332,3
2002	366,8	1575,3	-1208,5

Fonte: Elaborado a partir de dados do Sistema Alice/Secex.

Figura 39. Brasil: comércio externo do Grupo 1 na década de 90

(US$ Milhões)

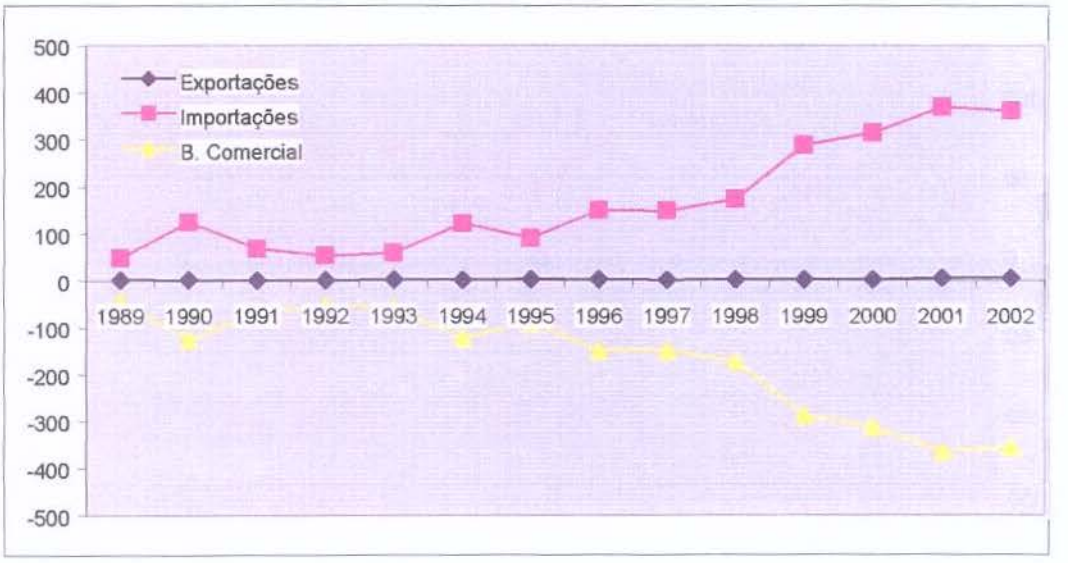


Figura 40. Brasil: comércio externo de frações de sangue (hemoderivados e soros) na década de 90 US$ Milhões

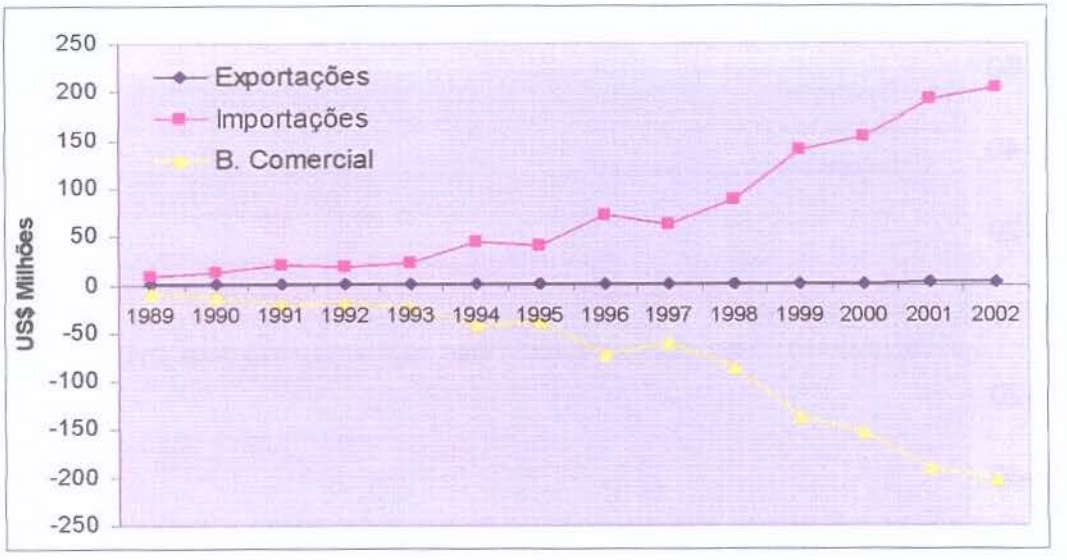
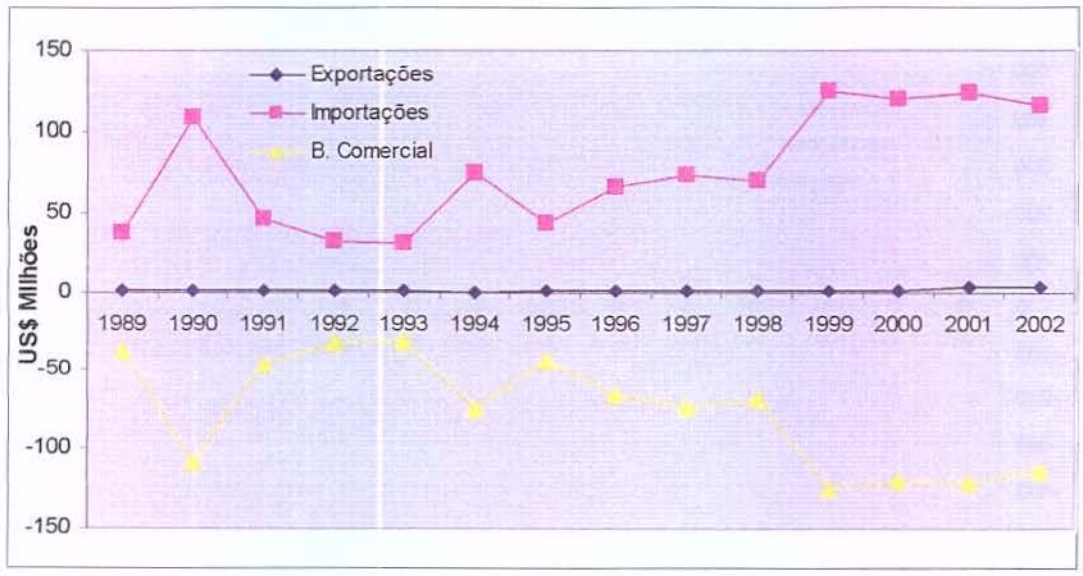


Figura 41. Brasil: comércio externo de vacinas na década de 90 US$ Milhões



Fonte: Secex.

Figura 42. Brasil: comércio externo de reagentes na década de 90 US$ Milhões

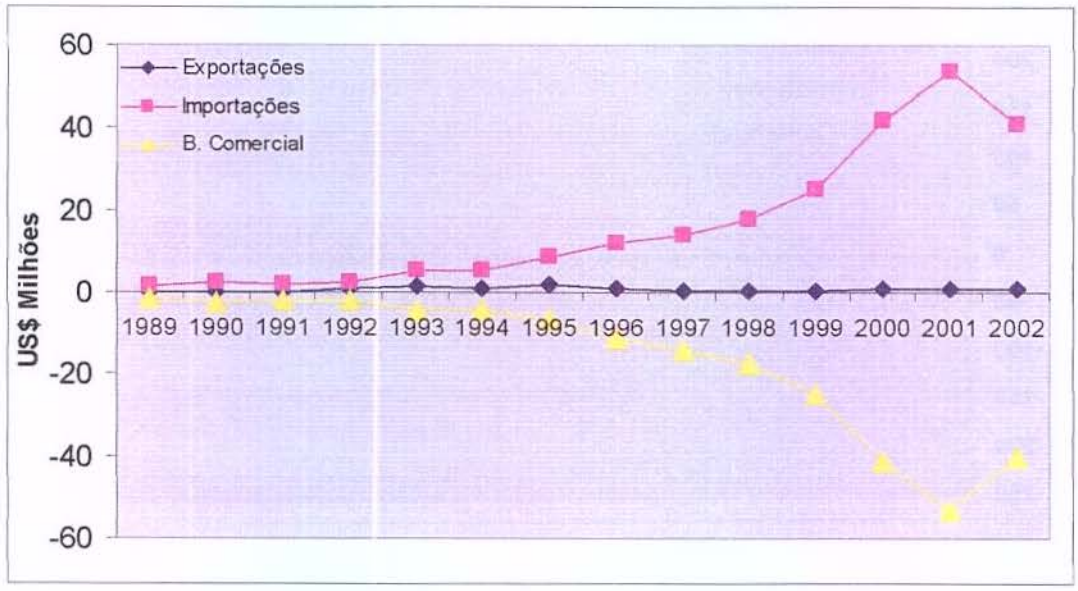


Figura 43. Brasil: Comércio externo de antibióticos nos anos 90 – Total (fármacos e medicamentos)

(US$ Milhões)

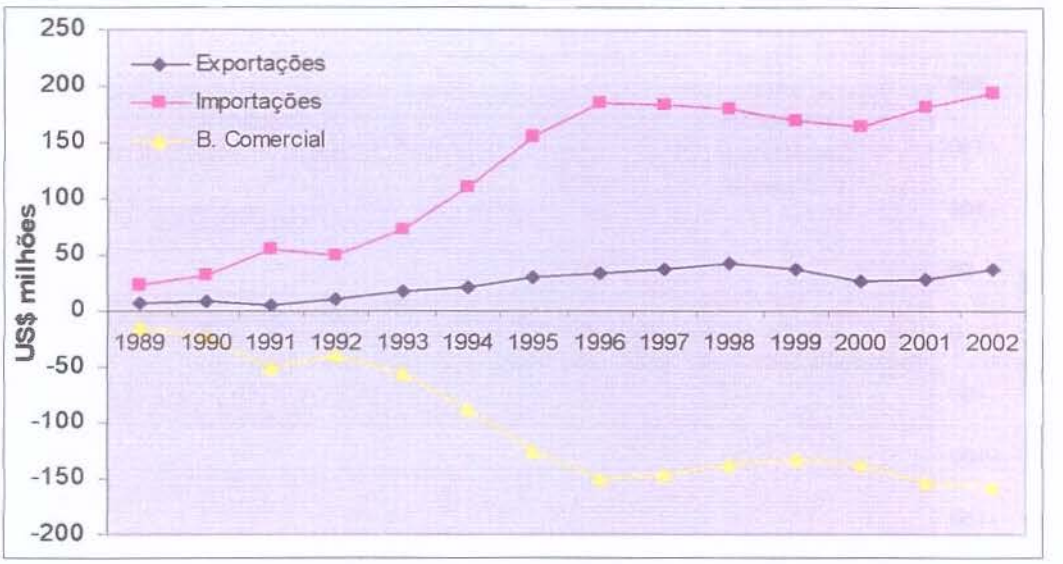


Figura 44. Brasil: Comércio externo de hormônios nos anos 90 – Total (fármacos e medicamentos)

(US$ milhões)

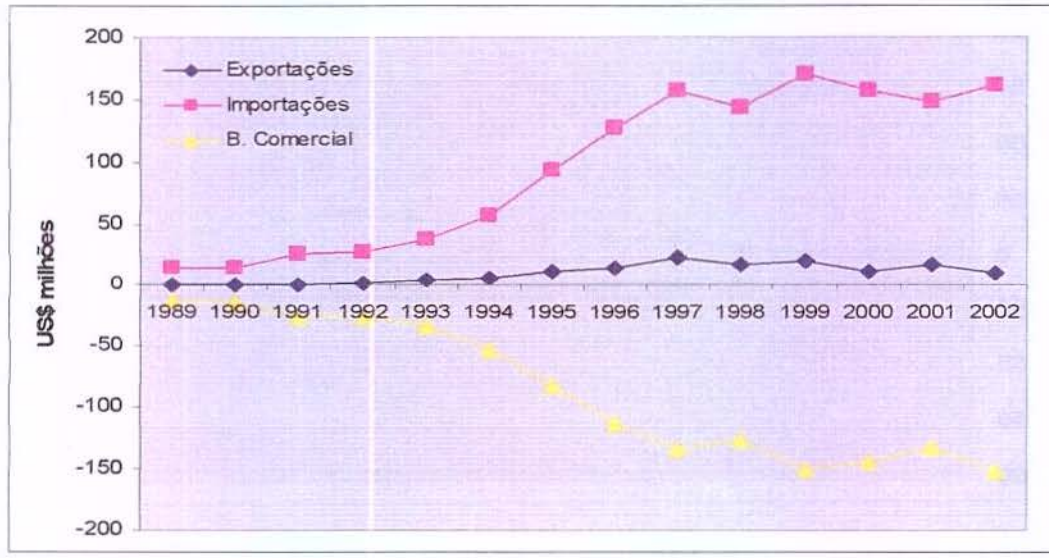


Figura 45. Comércio Exterior de outros Produtos Biotecnológicos

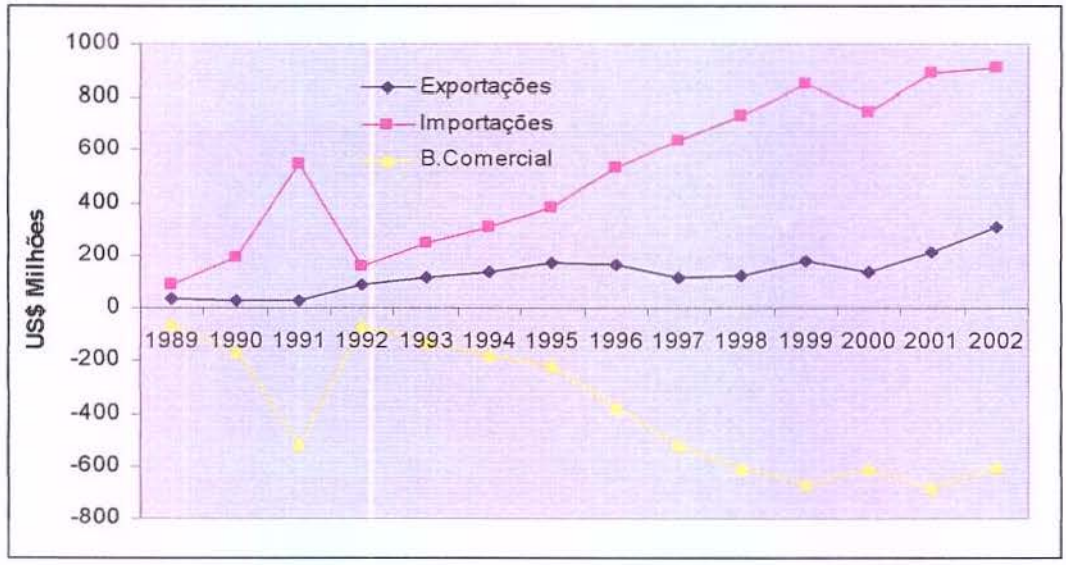
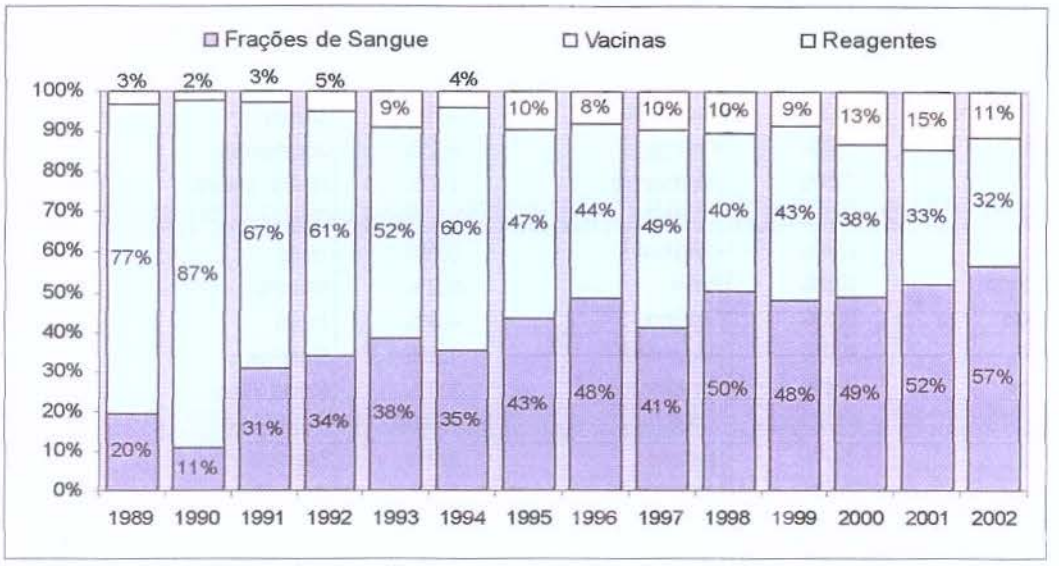


Figura 46. Importação de frações de sangue (soros e Hemoderivados), vacinas e reagentes (% do total)



Importação da Indústria Farmacêutica Brasileira 10 principais países (US$ FOB)

	1989		1994		1999
Cuba	28,100,000	EUA	65,703,.237	EUA	369,864,765
Suiça	13,308,969	Suiça	49,135,225	Alemanha	145,282,338
EUA	11,949,348	Reino Unido	47,402,501	França	116,986,275
Alemanha	7,550,497	Cuba	39,519,438	Suiça	112,899,767
Reino Unido	6,173,166	Bélgica	37,906,304	Alemanha	95,418,716
França	6,040,164	Alemanha	34,401,575	Reino Unido	85,428,871
Itália	5,408,690	França	32,331,842	Itália	77,881,189
Bélgica	5,098,647	Itália	27,690,222	Áustria	69,096,181
Canadá	1,960,579	Argentina	16,075,154	Canadá	68,469,904
Espanha	1,947,809	Porto Rico	8,879,972	México	66,141,789
TOTAL	99,618,817	TOTAL	413,778,856	TOTAL	1,511,739,862

Fonte: Callegari, 2000, cit. Gadelha, 2002.

Exportação da Indústria Farmacêutica Brasileira 10 principais países (US$ FOB)

	1989		1994		1999
Alemanha	7.579.869	Argentina	17.063.878	Argentina	88.226.623
Itália	5.395.935	Itália	9.333.025	México	22.570.919
Suiça	4.169.128	Alemanha	8.275.124	Venezuela	16.272.084
Holanda	2.613.631	Chile	6.220.692	Colômbia	16.169.352
México	2.284.022	Colômbia	5.606.845	Chile	13.843.018
Panamá	1.988.711	México	5.444.348	Panamá	9.051.577
Chile	1.828.893	Venezuela	4.081.997	Uruguai	8.937.329
Uruguai	1.667.418	França	3.293.976	Peru	7.780.214
França	1.664.008	Uruguai	2.997.923	Suiça	7.235.898
Colômbia	1.541.859	Panamá	2.430.686	Holanda	5.739.160
TOTAL	37,360,613	TOTAL	83,182,084	TOTAL	231,557,980

Fonte: Callegari, 2000, cit. Gadelha, 2002.

Os 15 principais fornecedores de produtos biotecnológicos para o Brasil

1989		1995		2002	
País	Participação %	País	Participação %	País	Participação %
Cuba	16,2%	Estados Unidos	14,4%	Estados Unidos	21,0%
Suíça	15,2%	Suíça	11,7%	França	10,6%
Estados Unidos	10,9%	Reino Unido	8,6%	Suíça	8,6%
Alemanha	9,1%	França	8,2%	Alemanha	7,7%
Itália	7,5%	Alemanha	7,7%	Reino Unido	6,5%
Total 5+	58,8%	Total 5+	50,7%	Total 5+	54,3%
França	6,4%	Bélgica	6,5%	Itália	5,2%
Reino Unido	5,6%	Itália	5,2%	Irlanda	3,6%
Dinamarca	5,3%	México	4,9%	Índia	3,4%
Argentina	4,0%	Argentina	4,2%	Bélgica	3,2%
Porto Rico	3,4%	Dinamarca	3,9%	Porto Rico	3,1%
Total 10+	83,3%	Total 10+	75,4%	Total 10+	72,8%
Bélgica	3,3%	Irlanda	3,0%	México	3,0%
Japão	3,2%	Uruguai	2,5%	Argentina	2,7%
Países Baixos	2,0%	Cuba	2,1%	Áustria	2,6%
Espanha	1,6%	Rússia	2,0%	Espanha	2,4%
México	1,2%	Espanha	1,8%	Japão	2,3%
Total 15+	94,7%	Total 15+	86,9%	Total 15+	85,9%

Os 15 principais compradores de produtos biotecnológicos do Brasil

1989		1995		2002	
País	Participação %	País	Participação %	País	Participação %
Japão	20,5%	Japão	31,3%	Argentina	12,4%
Argentina	10,8%	Argentina	17,4%	México	10,8%
Itália	7,0%	Países Baixos	9,5%	Coréia do Sul	9,9%
Porto Rico	6,5%	Chile	6,7%	Japão	9,3%
México	5,7%	Estados Unidos	6,6%	Jamaica	6,2%
Total 5+	50,6%	Total 5+	71,7%	Total 5+	48,6%
França	5,5%	Venezuela	3,8%	Venezuela	6,0%
Uruguai	4,2%	Coréia do Sul	2,8%	Colômbia	5,7%
Alemanha	3,8%	Colômbia	2,3%	Estados Unidos	4,2%
Chile	3,7%	Peru	2,2%	Países Baixos	3,8%
Panamá	3,0%	França	2,0%	Nigéria	3,6%
Total 10+	70,9%	Total 10+	84,7%	Total 10+	72,0%
Venezuela	2,9%	África do Sul	1,9%	Chile	3,0%
Países Baixos	2,8%	Uruguai	1,8%	Hong Kong	2,8%
Estados Unidos	2,8%	Bolívia	1,7%	Costa Rica	2,8%
África do Sul	2,8%	Alemanha	1,7%	Suécia	2,3%
Nigéria	1,7%	Paraguai	1,2%	Peru	1,4%
Total 15+	84,0%	Total 15+	93,0%	Total 15+	84,3%

Principais fornecedores de antibióticos para o Brasil (% do total)

1990		1996		2002	
País	%	País	%	País	%
Suíça	22%	Estados Unidos	16%	Estados Unidos	19%
Estados Unidos	20%	Itália	14%	Itália	14%
Reino Unido	11%	México	12%	Índia	13%
Alemanha	11%	Suíça	11%	México	9%
Áustria	8%	Reino Unido	7%	Japão	7%
Total 5+	71%	Total 5+	60%	Total 5+	61%
Itália	6%	Alemanha	6%	Espanha	5%
França	5%	Espanha	5%	França	5%
Bermudas	5%	Argentina	5%	Áustria	4%
Espanha	4%	Uruguai	4%	Reino Unido	3%
Panamá	2%	França	3%	Argentina	3%
Total 10+	92%	Total 10+	83%	Total 10+	81%
Japão	2%	Índia	3%	Porto Rico	3%
Porto Rico	1%	Coréia do Sul	2%	Alemanha	2%
México	1%	Irlanda	2%	Equador	2%
Argentina	1%	Porto Rico	2%	Suíça	2%
Irlanda	1%	Japão	1%	Venezuela	2%
Total 15+	98%	Total 15+	94%	Total 15+	92%

Principais compradores de antibióticos do Brasil (% do total)

1990		1996		2002	
País	%	País	%	País	%
Porto Rico	63%	Argentina	46%	Japão	17%
Estados Unidos	10%	Venezuela	10%	México	15%
Malásia	5%	Japão	9%	Argentina	14%
China	4%	Costa Rica	6%	Colômbia	9%
Panamá	4%	Peru	6%	Canadá	8%
Total 5+	86%	Total 5+	76%	Total 5+	64%
Taiwan	4%	Colômbia	5%	China	7%
Colômbia	2%	México	4%	Venezuela	5%
Alemanha	2%	Chile	4%	Angola	4%
Chile	2%	Taiwan	3%	Itália	4%
Argentina	1%	Uruguai	2%	Costa Rica	3%
Total 10+	97%	Total 10+	95%	Total 10+	86%
Angola	1%	Panamá	1%	Chile	3%
Uruguai	1%	Paquistão	1%	Peru	3%
Tailândia	0%	Paraguai	1%	Uruguai	1%
França	0%	Bélgica	1%	Equador	1%
Grécia	0%	Países Baixos	1%	Estados Unidos	1%
Total 15+	100%	Total 15+	98%	Total 15+	95%

Principais compradores de hormônios do Brasil

1990		1996		2002	
País	Participação (%)	País	Participação (%)	País	Participação (%)
Venezuela	32%	Argentina	53%	México	34%
Chile	30%	Chile	9%	Panamá	18%
México	22%	México	9%	Venezuela	15%
Uruguai	5%	Nigéria	7%	Argentina	12%
Chipre	5%	Venezuela	7%	Colômbia	8%
Total 5+	94%	Total 5+	85%	Total 5+	86%
Belize	3%	Uruguai	4%	Uruguai	3%
Líbano	1%	Colômbia	3%	Chile	3%
Tailândia	1%	Rússia	2%	Alemanha	3%
Panamá	1%	Paraguai	1%	Suíça	2%
		Peru	1%	Peru	1%
Total 9+	100%	Total 10+	97%	Total 10+	98%

Principais fornecedores de hormônios para o Brasil(% do total)

1990		1996		2002	
País	Participação (%)	País	Participação (%)	País	Participação (%)
Suíça	35%	Suíça	13%	Alemanha	17%
Porto Rico	27%	Alemanha	11%	Reino Unido	15%
Suécia	12%	Irlanda	10%	Dinamarca	13%
Reino Unido	9%	Argentina	8%	Países Baixos	8%
França	4%	Países Baixos	8%	França	6%
Total 5+	87%	Total 5+	49%	Total 5+	59%
Itália	4%	Itália	7%	Argentina	5%
Estados Unidos	3%	México	7%	Itália	4%
Dinamarca	3%	Estados Unidos	7%	Irlanda	4%
Alemanha	1%	Reino Unido	6%	Suíça	4%
Países Baixos	1%	França	5%	Porto Rico	3%
Total 10+	99%	Total 10+	81%	Total 10+	79%
Canadá	0%	Dinamarca	5%	Singapura	3%
México	0%	Bélgica	5%	Estados Unidos	2%
Argentina	0%	Japão	3%	Japão	2%
Bélgica	0%	Hungria	2%	Áustria	2%
Espanha	0%	Suécia	2%	Hungria	2%
Total 15+	100%	Total 15+	97%	Total 15+	91%