

Ciência e Tecnologia no Brasil: Uma Nova Política para um Mundo Global

BIOTECNOLOGIA

ANTÔNIO PAES DE CARVALHO

Professor Titular de Biofísica e Fisiologia
Instituto de Biofísica da UFRJ

Secretário Geral
Fundação Bio-Rio

Presidente da ABRABI
Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia

28 de março de 1993

Índice

SUMÁRIO EXECUTIVO	1
INTRODUÇÃO	3
O QUE É BIOTECNOLOGIA	3
2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS BIOTECNOLOGIAS SEGUNDO O GRAU DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	4
2.2 PRODUTOS DA BIOTECNOLOGIA	6
ESTRUTURAÇÃO ORGÂNICA DA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA	6
3.1 OS ATORES E AS SUAS INTERRELAÇÕES	6
3.2 OS MERCADO-ALVO DA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA	8
3.3 BASE CIENTÍFICA INSTITUCIONAL	9
3.4 A INTERFACE CIÊNCIA-INDÚSTRIA	10
3.4.1 Os Núcleos Empresariais de P & D	10
3.4.2 Balcões e Redes de Oferta Tecnológica	11
3.4.3 As EDBs como Mecanismo de Interface	11
3.4.4 O Papel dos Parques Tecnológicos	12
4. SITUAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NO MUNDO	13
4.1 A INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA MODERNA NOS ESTADOS UNIDOS	13
4.2 OUTROS PAÍSES SIGNIFICATIVOS	16
JAPÃO	17
COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA	17
5. A BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL	18
5.2 O ESFORÇO PARA ENTRAR NA CORRIDA BIOTECNOLÓGICA	20
5.2.1 Ação Indutora do Governo	20
5.2.2 Ações da Indústria	22
5.2.3 Ações das Instituições Científicas	25
5.3 MERCADO ATUAL DA BIOTECNOLOGIA E SUAS PROJEÇÕES PARA O ANO 2.000	26
5.4 RECURSOS HUMANOS PARA A BIOTECNOLOGIA: SITUAÇÃO ATUAL	27
6. UM MODELO QUANTITATIVO PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA MODERNA NO BRASIL	28
7. COMPETITIVIDADE EM BIOTECNOLOGIA MODERNA: CONDIÇÕES DE CONTORNO NO BRASIL	31
7.1 COMPETITIVIDADE E ACESSO A TECNOLOGIAS INOVADORAS	31
7.2 TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA PARA A BIOTECNOLOGIA	33
7.2.1 Proteção à Propriedade Industrial	33
7.2.2 Certificação de Qualidade e Licenciamento de Produtos	35
7.2.3 Normas de Segurança Individual e Ambiental	35

7.3	CONDIÇÕES ESTRUTURAIS PARA O FINANCIAMENTO DA BIOTECNOLOGIA MODERNA NO BRASIL	36
8.	CONCLUSÃO	40
8.1	AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE BRASILEIRA EM BIOTECNOLOGIA MODERNA	40
8.2	RECOMENDAÇÕES	43
	BIBLIOGRAFIA	45

SUMÁRIO EXECUTIVO

É feito um enfoque abrangente da Biotecnologia no Brasil e no Mundo, analisando os seus aspectos de multidisciplinaridade da base científica, de capacidade geradora de tecnologias produtivas, de configuração da indústria biotecnológica, de seus mercados-alvo, do ambiente regulatório, e dos contornos econômicos e financeiros da atividade.

O trabalho demonstra que dificilmente será encontrada uma nova fronteira tecnológica que traga mais benefícios para um País como o Brasil do que a Biotecnologia Moderna. Entretanto, o problema não está em definir se a Biotecnologia Moderna é importante para o Brasil, mas **DEFINIR SE O BRASIL PODERÁ SER IMPORTANTE PARA A BIOTECNOLOGIA MODERNA**, ou ao menos se conseguirá, em tempo hábil, ser **AUTOCONFIANTE EM BIOTECNOLOGIA MODERNA**.

A BASE CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA MODERNA BRASILEIRA É PEQUENA MAS SIGNIFICATIVA, PODENDO SERVIR DE BASE PARA UM IMPORTANTE DESENVOLVIMENTO FUTURO. Todos os indicadores positivos de Bio-Ciências citados acima não podem todavia obnubilar o fato de que a capacidade inovadora atual das ciências ligadas à Biotecnologia Moderna é ainda é muito pequena para o potencial de desenvolvimento de um País das dimensões geográficas, demográficas e econômicas do Brasil.

A modernização de uma parte das Empresas de Bio-Produção (EBPs) brasileiras representa o principal potencial de crescimento imediato da Indústria Biotecnológica Moderna no País e o principal fator econômico a ser considerado para o Ano 2000, já que essas empresas detêm um mercado vultoso em suas mãos. **MAS A MELHOR OPÇÃO COMPETITIVA PARA O BRASIL É COLOCAR ÊNFASE NO DESENVOLVIMENTO DAS SUAS EMPRESAS DEDICADAS DE BIOTECNOLOGIA (EDBs) EM ÍNTIMO CONTATO COM O DESENVOLVIMENTO DA BASE CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA, EM PARQUES TECNOLÓGICOS FORMADOS EM TORNO DE NOSSOS PRINCIPAIS CENTROS GERADORES DE BIO-CONHECIMENTOS E DE FORMAÇÃO DE PESSOAL.**

O desenvolvimento de uma Indústria Biotecnológica Moderna forte implica o fortalecimento de sua base científica e apresenta consideráveis custos para o País. Entre formação de recursos humanos e despesas com pesquisa e desenvolvimento, a equação financeira pode ser apresentada assim:

	GASTOS EM US\$ MILHÕES		
	GOVERNO	EMPRESA	TOTAL
ANO 1992	262,41	17,65	280,06
ANO 2000	998,71	660,44	1.659,15

Estes investimentos futuros, extraídos de um modelo quantitativo do sistema brasileira de Biotecnologia Moderna, prevê que a Indústria Biotecnológica brasileira ocupe até o Ano 2000 cerca de 70% de um Mercado Interno estimado em US\$ 6 bilhões, empregando para isto 70.000 pessoas (3.500 Doutores e 10.500 Mestres, entre outros).

É absolutamente essencial que Empresa, Governo e Academia acertem as suas Metas, os seus orçamentos e os seus compromentimentos desde agora, para que o sistema cresça com um máximo de economia e eficiência.

CONCLUI-SE POIS QUE A BIOTECNOLOGIA MODERNA É IMPORTANTE PARA O BRASIL. O PAÍS TEM CONDIÇÕES BÁSICAS PARA SE DESENVOLVER CIENTÍFICA E INDUSTRIALMENTE NESSE SETOR. Para que se logrem esses objetivos, as seguintes recomendações são feitas:

(a) As Associações de Classe Empresarial que reúnem EDBs e EBPs devem de imediato, em colaboração com o Governo e a Academia, examinar o modelo quantitativo e as premissas contidas no presente trabalho, de forma a concertarem um único Projeto Nacional para a Biotecnologia Moderna.

(b) O Governo deve garantir os recursos necessários para a parte pública do financiamento do Plano.

© O Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), atualmente em vias de reformulação, deve aprovar o Plano e criar os mecanismos necessários para o seu efetivo acompanhamento, em íntima colaboração com o Empresariado e com as Comunidades Científicas envolvidas (por exemplo, organizando um corpo consultivo semelhante ao GT/SBIO de PADCT).

(d) As Agências de Fomento, os Bancos de Investimento, o SEBRAE e outros provedores de recursos financeiros de fomento deverão assumir o Plano como diretiva comum e única para o financiamento da Biotecnologia Moderna no Brasil.

(e) Deve ser urgentemente providenciada a organização e oferta de cursos de nível técnico médio, de disciplinas de graduação e de cursos de mestrado e doutorado em Biotecnologia. Essas operações devem ser complementadas por um sistema flexível de aperfeiçoamento técnico e científico no Brasil e no Exterior (inclusive pós graduação no exterior).

(f) Devem ser selecionados não menos do cinco e não mais do que dez centros científicos atuantes de Biotecnologia para servirem de núcleo para um esforço concentrado de formação de Parques Tecnológicos voltados para (mas não necessariamente exclusivos de) Empresas Dedicadas de Biotecnologia. Tais Parques Tecnológicos deverão ter gestão autônoma, através de pessoas jurídicas em que o empresariado represente ao menos 50% do poder decisório.

(g) A formação de redes de comercialização envolvendo as micro e pequenas empresas biotecnológicas e as grandes empresas que constituem o seu Mercado-Alvo devem ser uma preocupação primária das Federações de Indústria (e por isso da CNI) e das Associações Comerciais (e CNC). Para tanto, o SEBRAE deverá exercer papel central na formação e consolidação dos Parques Tecnológicos aqui tratados, mormente nos contatos das EDBs com o universo maior de micro e pequenas empresas bio-produtoras ou usuárias de bio-produtos que necessitam agudamente de modernização tecnológica e programas de qualidade total.

(h) O Executivo e o Legislativo devem tomar passos definitivos e imediatos para criar as condições de contorno necessárias à concretização de um Programa Nacional de Biotecnologia

(Tecnologia Industrial Básica, mecanismos de financiamento ágil e favorecido, viabilização de uma Indústria de Capital de Risco).

INTRODUÇÃO

O presente trabalho procura apresentar um enfoque abrangente da Biotecnologia no Brasil e no Mundo, analisando os seus aspectos de multidisciplinaridade da base científica, de capacidade geradora de tecnologias produtivas, de configuração da indústria biotecnológica, de seus mercados-alvo, do ambiente regulatório, e dos contornos econômicos e financeiros da atividade.

Na sua visão internacional, o trabalho baseia-se fortemente nos levantamentos e avaliações anuais de Stephen Burril sobre a Indústria Biotecnológica nos Estados Unidos (publicados pela Consultora Ernst & Young) e em documentos emitidos pelo Office of Technology Assessment do Congresso dos Estados Unidos da América, o mais recente dos quais (Biotechnology in a Global Economy) foi publicado em outubro de 1991.

No seu componente brasileiro, o trabalho baseia-se no "Programa de Competitividade Industrial: Setor Biotecnologia", preparado pela ABRABI - Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia - e submetido à Câmara Setorial de Biotecnologia do então Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento em novembro de 1991. Trata-se de um documento em boa parte prospectivo, oferecendo uma visão dos próximos 10 anos de desenvolvimento da Indústria Biotecnológica no Brasil. Pode portanto ser usado para comparação entre as previsões e o que de fato vem ocorrendo. Estas comparações valem-se de dados colhidos mais recentemente pela ABRABI, do trabalho de Glacy Zancan sobre "Formação de Recursos Humanos para a Biotecnologia no Brasil", preparado a pedido da OEA e informações recentes obtidas do CNPq e do MCT/DECOP.

A partir da análise destes dados e das propostas de mecanismos e metas de longo prazo, o presente trabalho procura fazer uma avaliação da capacidade competitiva da Biotecnologia Brasileira, no cenário interno e no mercado internacional como um todo. Parte daí para recomendar ações que permitam a concretização do Plano de Competitividade Industrial / Setor Biotecnologia, sugerindo-lhe algumas correções de curso diante da realidade científica, tecnológica, industrial e sócio-cultural em que estamos inseridos.

O QUE É BIOTECNOLOGIA

BIOTECNOLOGIA é toda tecnologia de produção industrial que utiliza SERES VIVOS, ou PARTES FUNCIONAIS ISOLADAS de seres vivos.

Os processos biotecnológicos são portanto de NATUREZA BIOQUÍMICA e BIOFÍSICA, isto é, têm geralmente lugar numa ambiência química e físico-química complexa, em que os principais reagentes e/ou catalizadores acham-se na forma de SERES VIVOS ou de PARTES FUNCIONANTES dos mesmos (até o nível de biomoléculas complexas).

A TECNOLOGIA da produção biotecnológica consiste no conjunto de técnicas de otimização da manipulação industrial de seres vivos e suas partes. Incluem-se aí não só as técnicas centrais de obtenção de produtos por via biotecnológica, como também o conjunto de técnicas de processamento desses produtos e de sua conservação até a entrega ao mercado. Inclui também as técnicas gerenciais destes processos e, no seu sentido mais amplo, imbrica-se com a gestão da própria empresa.

A BIOTECNOLOGIA se embasa e interage intensamente com as CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, especialmente, a Bioquímica, a Biofísica, a Fisiologia, a Genética, a Microbiologia, a Virologia, a Parasitologia, a Farmacologia e a Imunologia entre outras. Todas estas áreas são utilizadas como disciplinas instrumentais na manipulação de microorganismos, bem como na de células e tecidos vivos de animais e de plantas. A Biotecnologia vale-se também de outras disciplinas (Ecologia, Botânica, Zoologia) na seleção de seres vivos naturais diretamente úteis, ou que sejam bons candidatos para manipulação genética final; e tem importantes correlações com a Química Fina, especialmente no tocante à Química de Produtos Naturais e na Engenharia Molecular.

A BIOTECNOLOGIA se embasa e interage fortemente com as ENGENHARIAS (especialmente ENGENHARIA QUÍMICA), no que tange ao desenvolvimento e a operação de equipamentos e processos de produção, controle e processamento de insumos e produtos biotecnológicos.

A BIOTECNOLOGIA exige uma GESTÃO TECNOLÓGICA altamente especializada, bem como estratégias mercadológicas e administrativas adequadas. Explora assim uma extensa interface com o Direito, a Administração Empresarial e Pública e a Economia, todas relevantes para o desenvolvimento de uma Biotecnologia competitiva e socialmente ajustada. No campo da Gestão Tecnológica merece atenção central o que se convencionou chamar "Tecnologia Industrial Básica" (propriedade intelectual, normalização técnica, controle e certificação de qualidade, licenciamento e, mais recentemente, a regulação do impacto ambiental da experimentação e do uso dos produtos bio-industriais). A Tecnologia Industrial Básica é portanto o quadro de referências dentro do qual se desenvolve o jogo do mercado, dentro e fora do País. As regras de acesso ao Mercado constituem um fator crítico para o sucesso de uma empreendimento, mormente os pequenos negócios de base tecnológica.

Finalmente, a atividade empresarial de produção e comercialização de bens e serviços biotecnológicos necessita uma ambiência macroeconômica favorável. Dentre os vários aspectos dessa ambiência, a disponibilidade de níveis adequados de financiamento e a existência de mecanismos de acesso a esses financiamentos são, para qualquer empreendimento de base tecnológica, um fator extremamente relevante.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS BIOTECNOLOGIAS SEGUNDO O GRAU DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A BIOTECNOLOGIA trabalha em dois níveis tecnológicos distintos.

O primeiro, conhecido como BIOTECNOLOGIA CLÁSSICA ou CONVENCIONAL, trabalha com seres vivos ENCONTRADOS NA NATUREZA E OTIMIZADOS PELA MÃO DO HOMEM para determinada função produtiva MEDIANTE ISOLAMENTO, SELEÇÃO E CRUZAMENTOS GENÉTICOS NATURAIS (ainda que induzidos) entre espécies e variedades sexualmente compatíveis. As técnicas para essa otimização são geralmente práticas laboratoriais e de campo amplamente conhecidas, como também o são as tecnologias não biológicas necessárias à produção industrial na Biotecnologia Clássica. Caem nesta classificação vários processos biotecnológicos comuns, baseados em fermentação por microorganismos, tais como a produção de antibióticos, a de álcool combustível e a de vinho e cerveja. É também Biotecnologia Clássica a produção industrial de sementes, inclusive as de híbridos de alta produtividade gerados por técnicas convencionais de melhoramento vegetal. Inclui-se também

a produção de imuno-soros pela imunização de grandes animais e toda a produção convencional de vacinas.

O segundo nível tecnológico é conhecido como BIOTECNOLOGIA MODERNA¹. A Biotecnologia Moderna inicia o seu trabalho com seres vivos naturais para OBTER OUTROS SERES VIVOS NÃO ENCONTRÁVEIS NA NATUREZA, OBTIDOS PELA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS NÃO NATURAIS DE SELEÇÃO, TRANSFORMAÇÃO GENÉTICA E OTIMIZAÇÃO FISIOLÓGICA. A modificação pode ser genética, utilizando-se a chamada "engenharia genética" (um conjunto de técnicas de Biologia Molecular) para introduzir características de interesse industrial cuja transferência ao organismo em causa seria impossível por métodos naturais. Ou pode ser meramente funcional, caso em que se aproveita certas propriedades especiais de células e tecidos para transforma-las funcionalmente em instrumentos de bio-produção cujos mecanismos de ação não ocorrem espontaneamente na Natureza.

A transformação de uma bactéria comum intestinal (*Escherichia coli*) pela inserção do gen da insulina humana é um bom exemplo do primeiro tipo de Biotecnologia Moderna, a "Engenharia Genética". A bactéria assim transformada passa a "expressar" (produzir em quantidade significativa) a insulina humana, que é um polipeptídeo característico do homem. Outro exemplo é a introdução do gen da encefalina humana num cereal oleaginoso (a colza), que passa a "expressar" no seu grão essa valiosa substância, típica do organismo animal.

O segundo tipo de Biotecnologia Moderna baseia-se numa variedade de técnicas da Biologia Celular, que permitem manusear e controlar o funcionamento celular em condições operacionais bem diversas das naturais. Inclui-se aqui as culturas de células e tecidos de animais e plantas. Além das simples culturas, já por si de interesse industrial (como a "micropropagação de vegetais"), obtém-se a fusão de células de organismos distintos. Tais produtos de fusão são de extraordinário interesse científico e comercial. Exemplo disso são os "hibridomas", produtos de fusão artificial entre células de organismos totalmente distintos, mas que ganha vida própria especializada para a produção "in vitro" de anticorpos monoclonais, moléculas imunes de altíssima especificidade que são de importância na produção de "kits" diagnósticos para a Saúde Humana e Animal. Entram ainda nas Biotecnologias Modernas todas as manipulações de partículas subcelulares (como biomembranas e ribossomas) e biomoléculas ditas "constitucionais", como enzimas várias e segmentos de DNA/RNA utilizados como "biosensores" e como "sondas moleculares".

Claramente, o ponto em comum das Biotecnologias Modernas é a utilização de técnicas sofisticadas e inovadoras de obtenção e de manipulação do ser vivo produtor. O desenvolvimento destas técnicas e da capacidade de inovação neste setor de ponta é um ítem crítico da estratégia de modernização progressiva e competitividade crescente do enorme mundo das Biotecnologias

¹Utiliza-se por vezes uma subdivisão da Biotecnologia Moderna em Biotecnologias Intermediárias e Biotecnologias Moderna. Biotecnologia Moderna seria reservado tão somente à Engenharia Genética e à tecnologia de Anticorpos Monoclonais. As Biotecnologias Intermediárias, conhecidas há mais tempo, seriam todas as baseadas em alteração e controle do estado funcional de células isoladas.

Clássicas, agregando mais valor à produção atualmente obtida. Torna-se além disto um ítem estratégico importante por si só, pelo seu potencial de geração de novos produtos para novos mercados até então alheios à Biotecnologia.

2.2 PRODUTOS DA BIOTECNOLOGIA

Os produtos da Biotecnologia - Moderna ou Clássica - abrangem duas categorias fundamentais: os produtos primários e os produtos secundários.

São PRODUTOS PRIMÁRIOS da Biotecnologia os próprios seres vivos (ou suas partes funcionantes), produzidos pela indústria biotecnológica. Os produtos primários, sejam eles simplesmente selecionados por via genética clássica (Biotecnologia Clássica) ou transformados pela Biotecnologia Moderna, podem constituir-se em:

- * PRODUTOS FINAIS (como em alguns casos de produção de biomassa comercializada diretamente ao mercado final);

- * INSUMOS (como biomassas para processamento industrial posterior, usualmente por outras tecnologias); ou

- * AGENTES BIOLÓGICOS DE PRODUÇÃO (como em processos fermentativos na Indústria Química, Químico-Farmacêutica ou de Bebidas Fermentadas).

A PRODUÇÃO BIOTECNOLÓGICA PRIMÁRIA é portanto A PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SERES VIVOS, UTILIZANDO UMA GAMA DE PROCESSOS, NATURAIS OU ARTIFICIAIS, INDUZIDOS PELO HOMEM. Esses processos, embora abranjam desde a seleção genética direcionada até a engenharia genética, EXCLUEM PORTANTO A SIMPLES REPRODUÇÃO ESPONTÂNEA DE ANIMAIS E VEGETAIS POR PROCESSOS NATURAIS, que caracteriza a Agricultura e a Pecuária.

São PRODUTOS SECUNDÁRIOS da Biotecnologia tudo aquilo que resulta das operações industriais que utilizam produtos primários COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE PRODUÇÃO. Os produtos secundários, que impactam uma ampla gama de mercados, são, em sua maioria, PRODUTOS BIOQUÍMICOS, entregues ao Mercado seja como moléculas básicas prontas, que necessitam apenas "formulação" (como a insulina obtida por via recombinante) ou como insumos químicos a serem incorporados a outros produtos ou consumidos em outros processos produtivos.

ESTRUTURAÇÃO ORGÂNICA DA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA

3.1 OS ATORES E AS SUAS INTERRELAÇÕES

O entendimento da estruturação da Indústria Biotecnológica é essencial à compreensão não só de suas relações com o Mercado, como também com a sua principal "externalidade": a sua base científico-tecnológica institucional.

Ao focalizar-se o empresamento em Biotecnologia - e o mesmo poderia ser dito da Informática - é necessário entender o modo pelo qual a INOVAÇÃO TECNOLÓGICA atinge seus mercados-alvo. Raramente, ou quase nunca, o faz por um pulo direto da bancada de um laboratório acadêmico para a linha de produção de uma grande indústria. No mundo real, a transição passa geralmente por todo um processo adaptativo que implica a interveniência de um grupo de base técnico-científica capaz de traduzir os processos e produtos científicos em produtos e processos industriais. O grupo intermediário pode ser um excelente Departamento de P & D de uma grande indústria. Mas em Biotecnologia, como em outras tecnologias "de ponta", tal função é mais freqüentemente desempenhada pelo micro, pequeno e médio empresamento de base tecnológica, elo fundamental na tradução da fronteira da Ciência em Tecnologia Produtiva inovadora. Cumpre às empresas de base tecnológica gerar produtos/serviços/tecnologias em formato e quantidades industriais, para mercados-alvo específicos, na maioria das vezes representado por grandes empresas industriais e comerciais, com amplo acesso ao Mercado Final.

Tendo em vista o exposto, entende-se que:

* **INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA** é o conjunto das **INDÚSTRIAS GERADORAS DE PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS**. São empresas que utilizam biotecnologias para à geração e/ou transformação de insumos, produtos e serviços.

A Indústria Biotecnológica compõe-se "a grosso modo" de dois segmentos distintos (embora com uma "zona cinzenta" de transição entre eles):

* **EMPRESAS DEDICADAS à BIOTECNOLOGIA (EDBs; o equivalente em inglês às DBC, "dedicated biotechnology companies")**. São usualmente micro e pequenas (e até médias) empresas, dedicadas principalmente ao desenvolvimento tecnológico e à geração de produtos modernizadores, seja para o mercado final, seja para grandes clientes (produtos biotecnológicos primários ou, verticalizadamente, produtos primários e secundários).

* **EMPRESAS DE BIOPRODUÇÃO (EBPs)**. São usualmente médias e grandes empresas que utilizam seres vivos (ou suas partes funcionantes) para a produção industrial de biomassa ou de produtos biotecnológicos secundários dirigidos a mercados de porte significativo. O que caracteriza essas empresas é a sua organização tipo empresa industrial clássica, com ênfase na estruturação da produção (inclusive controle de qualidade) e da comercialização. Constituem portanto um mercado alvo natural de tecnologias, insumos, produtos e serviços das EDBs.

As Empresas Dedicadas à Biotecnologia (EDBs) apresentam como ponto forte a capacitação técnico-científica, que lhes garante ligação natural com a base científica institucional da Biotecnologia, localizada nas Universidades e Institutos Tecnológicos autônomos. Por outro lado, o seu porte e a sua preocupação central com a tecnologia, fazem com que as EDBs tenham duas dificuldades: o acesso ao capital e o acesso ao mercado. Assim, embora muitas EDBs sejam formadas com a intenção de se transformarem eventualmente em grandes empresas, isso de fato ocorre apenas com uma minoria (como foi e vem sendo o caso da Informática). Assim, embora o acesso direto ao mercado final não lhe seja vedado e seja até mesmo desejável, a maioria das EDBs precisam alcançar algum tipo de articulação e equilíbrio com empresas maiores, que podem ser importantes parceiros para resolver precisamente as duas dificuldades citadas. Essa integração operacional abrange toda uma gama de opções, que vai da formação de redes de

produtores/consumidores até um relacionamento mais direto e interdependente de terceirização, ou mesmo a incorporação num grande grupo, como subsidiária ou coligada. Estas relações entre as EDBs e os seus clientes de maior porte (que podem ser EBPs ou não) acham-se esquematizadas na Figura 1.

A estratégia de aproximação com as EDBs enquanto elemento fundamental de QUALIDADE, PRODUTIVIDADE, COMPETITIVIDADE NACIONAL E INTERNACIONAL e LUCRATIVIDADE é uma importante oportunidade para as EBPs. O investimento das EBPs nas EDBs como forma de pré-apropriação da fronteira tecnológica faz parte dessa estratégia. O estabelecimento de consórcios pré-competitivos entre grupos de EDBs e ETBs como mecanismo de desenvolvimento tecnológico rápido tem sido menos comum, mas é uma via também importante. A existência de um Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento (NPD) nas EPBs, que sirva como elemento de interface com as EDBs e a Ciência é um coadjuvante importante dessas interações, bem como para a manutenção de uma vanguarda no controle de qualidade e na absorção e desenvolvimento da fronteira tecnológica competitiva.

Boa parte das interações das grandes empresas com a Ciência e com as micro, pequenas e médias empresas dedicadas à Biotecnologia (EDBs) tende hoje a se processar na ambiência dos Pólos ou Parques Tecnológicos. A Figura 1 mostra também os percentuais gerais de sucesso admitidos para pequenas empresas de base tecnológica nos Estados Unidos. Cerca de 70% sobrevivem e progridem se criadas e nutridas na ambiência de um Parque Tecnológico. A taxa de sobrevivência reduz-se a 30% se tais empresas se instalam independentemente da base científica, fonte permanente de aprimoramento de sua capacidade de inovação.

3.2 OS MERCADO-ALVO DA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA

O PRINCIPAL MERCADO DA INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA (EDBs e EPBs) é o conjunto de INSTITUIÇÕES E EMPRESAS que utilizam ou transformam insumos, produtos e serviços biotecnológicos produzidos pela INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA, incorporando-os em produtos/serviços destinados aos grandes mercados dentro e fora do País. Esse conjunto, que poderíamos chamar de EMPRESAS TRANSFORMADORAS DE BIOTECNOLOGIA (ETBs), está subdividido em um certo número de grandes MERCADOS-ALVO, listados a seguir. As Empresas Transformadoras não utilizam biotecnologias. Portanto não são tecnicamente parte da Indústria Biotecnológica. Entretanto, uma Empresa tipicamente de Biotecnologia pode apresentar-se como mercado dentro da própria Indústria, absorvendo como insumos ou fatores de produção os produtos de outras empresas de Biotecnologia. É o caso típico da relação EDB/EBP visto acima. Em razão dessa latitude de clientela, as ESTRATÉGIAS MERCADOLÓGICAS DA BIOTECNOLOGIA ORGANIZAM-SE TENDO EM MENTE UM CERTO NÚMERO DE MERCADOS-ALVO, a saber:

*INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E NÚCLEOS EMPRESARIAIS DE P&D ATIVOS NA BIOTECNOLOGIA MODERNA: insumos e serviços biológicos especiais para a pesquisa e o controle de qualidade industrial ("probes" recombinantes e imunológicos; serviços especializados de análise e de síntese de biomoléculas).

* SAÚDE HUMANA: produtos diagnósticos e terapêuticos ("kits" diagnósticos, vacinas, imunotracadores e imuno-endereçadores, biofármacos, antibióticos, etc.); novos produtos protéticos e cirúrgicos (pele artificial, bio-válvulas, etc.); hemoderivados; terapia genética. Serviços, processos e métodos biotecnológicos de apoio ao diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças em Laboratórios, Clínicas, Hospitais, Postos de Saúde e Campanhas de Saúde Pública, excluídos os veiculados pela Indústria Farmacêutica.

* AGRICULTURA E PECUÁRIA: melhoramento vegetal clássico e transformação genética de plantas (resistência a doenças, pragas, condições adversas de solo e clima, produtividade, valor nutricional e industrial); condicionamento biológico de solos (recuperação, fixação biológica de nitrogênio, captação de nutrientes inorgânicos críticos para o desenvolvimento das plantas), bio-pesticidas, diagnóstico e controle fitossanitário. Melhoramento de rebanhos e técnicas modernas de reprodução e clonagem; diagnóstico, terapêutica e prevenção de doenças de animais; transformação genética de animais.

* INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO: alimentos fermentados sólidos e bebidas, enriquecimento nutricional e outros aditivos, corantes e conservantes.

* INDÚSTRIA QUÍMICA: produção de substâncias químicas de importância industrial por via fermentativa, por biocatálise e outras biotecnologias.

* INDÚSTRIAS DA BIOMASSA, compreendendo:

- PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO DE BIOMASSA: proteína unicelular, celulose para papel e energia, álcool, biogás, biofertilizantes e outros derivados de biomassa.

- MEIO AMBIENTE: manejo e aproveitamento de rejeitos urbanos e industriais, engenharia ecológica, manejo florestal, despoluição.

- EXPLORAÇÃO PETROLEIRA: recuperação, desobstrução e tamponamento de jazidas, descontaminação ambiental pós-vazamentos, processos petroquímicos coadjuvantes à perfuração: gomas lubrificantes.

- MINERAÇÃO: bio-lixiviação de minérios de baixo teor; bio-manejo de resíduos/efluentes; recuperação ambiental.

*BIÔNICA (EQUIPAMENTOS/INFORMÁTICA): incorporação de produtos primários e secundários da Biotecnologia a máquinas e equipamentos (bio-sensores, "biochips").

3.3 BASE CIENTÍFICA INSTITUCIONAL

Principal "externalidade" da Biotecnologia Industrial, a sua base científica e tecnológica institucional, constitui-se de um conjunto de grupos de pesquisa e pós graduação localizados em Universidades e Institutos Tecnológicos, ativos em pesquisa básica ("pro-ativa" ou conducente a desenvolvimento tecnológico), e aplicada relacionadas com a Biotecnologia, bem como certa atividade de desenvolvimento tecnológico propriamente dito.

Cabe às Instituições Científicas (e aos Institutos Tecnológicos) a função primordial de formação de profissionais graduados e pós-graduados familiarizados com a Pesquisa Científica, bem como a colaboração com escolas técnicas na formação do técnico de nível médio.

Além da excelência individual das lideranças e boas condições de trabalho, a relação saudável de estímulos e interesses com a Indústria Biotecnológica e a Sociedade em geral requer que esses Grupos de Ensino e Pesquisa tenham uma "massa crítica pensante" capaz de participar, juntamente com a Indústria, da análise de problemas e da busca de soluções inovadoras. Calcula-se que o tamanho ideal para um grupo altamente especializado seja da ordem de 40 pessoas, contados desde o líder do Grupo e seus principais colaboradores vinculados ao quadro institucional, até os pós-doutorandos, os pós-graduados (mestrandos e doutorandos), os estagiários de iniciação científica ou tecnológica, os técnicos de segundo grau e estagiários de Escolas Técnicas, além da infraestrutura administrativa (secretarial) mínima. Atingir essa configuração plena deve ser uma meta para os grupos científicos que aspiram a uma relação relevante com a Indústria.

A Base Científica da Biotecnologia é caracteristicamente ampla; uma enumeração das disciplinas que colaboram mais diretamente para a Biotecnologia acha-se no Quadro I.

3.4 A INTERFACE CIÊNCIA-INDÚSTRIA

3.4.1 Os Núcleos Empresariais de P & D

Um Departamento ou Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento a nível de empresa cumpre algumas funções fundamentais:

*absorve, traduz e dá assistência a tecnologias prontas adquiridas pela Empresa.

*pesquisa e introduz melhorias de processo na tecnologia em uso, em colaboração com os técnicos da área de produção.

*pesquisa e desenvolve novos produtos para o mercado, em colaboração com os técnicos da área comercial e de produção.

*interage com os pesquisadores e técnicos das instituições científicas e Empresas no equacionamento de problemas reais do mercado e da linha de produção, propondo e participando de projetos multidisciplinares pré-competitivos, capazes de responder às necessidades atuais da empresa, ou de embasar o desenvolvimento de novas tecnologias e novos produtos.

*mantém-se a par do desenvolvimento científico e tecnológico mundial do setor, buscando descobertas e invenções que possam ser incorporadas como novas tecnologias e novos produtos.

Um núcleo de P&D empresarial de bom nível exige uma equipe tão qualificada quanto a dos Núcleos das Instituições Científicas, com os quais deve ser capaz de interagir em igualdade de informação e nível intelectual. As diferenças entre os dois tipos de profissionais reside mais na ênfase de suas atividades do que na sua qualidade.

Caso especial é o do investimento estrangeiro, direto ou em "joint venture". Neste caso, a fonte primária de tecnologia e sua renovação depende usualmente de Núcleos de P&D fortes, mas localizados no estrangeiro. Trabalhando com tecnologias convencionais ou "de ponta", estas empresas podem sobreviver no Brasil com um esforço mínimo de P&D local. Empreendimentos deste tipo, extremamente importantes no desenvolvimento da economia nacional, trabalham estritamente numa ótica de economicidade e mercado mundial, pouco representando para o domínio de novas tecnologias pela comunidade brasileira de C&T. Constituem exceção aqueles que optam por desenvolver tecnologia no Brasil, opção que poderá tornar-se crescentemente utilizada à medida que o nosso Parque de C&T aumentar a sua disponibilidade de pessoal altamente qualificado, facilidades atualizadas para pesquisa e livre acesso ao mercado mundial de insumos finos e equipamentos sofisticados.

Nas tecnologias "de ponta", merece enfoque separado a "joint venture", sob controle tecnológico de capitais nacionais. Esta pode tornar-se de grande interesse para o desenvolvimento da capacidade nacional em C&T, desde que sejam observadas duas condições fundamentais. A **primeira** é que a "joint venture" se proponha a desenvolver tecnologia própria no Brasil, em colaboração com o sócio estrangeiro, que, além da tecnologia produtiva inicial, trará a **cultura** e a **prática** do P&D industrial. A **segunda** é que se estabeleça uma colaboração internacional profíqua (trabalhos científicos e formação de pessoal) entre as Instituições Científicas relacionadas com os Núcleos de P&D das duas empresas (brasileira e estrangeira) formadoras da "joint venture".

O modelo proposto acima é de importância fundamental para a internalização, no Parque Nacional de C&T, das bases das tecnologias absorvidas ou geradas pela "joint venture". Estas bases, que constituem a parte "não-proprietária" (teoricamente de domínio público) da tecnologia, acham-se na realidade "ordenadas" de acordo com lógica própria naquele particular processo produtivo. O acesso a essa base é essencial para a formação de cientistas e técnicos capazes de trabalhar, pensar e continuar a desenvolver a tecnologia.

3.4.2 Balcões e Redes de Oferta Tecnológica

As relações de intercâmbio e colaboração entre as grandes Instituições Científicas e as grandes Empresas são conhecidas. Baseiam-se fundamentalmente numa OFERTA TECNOLÓGICA EXISTENTE, que busca clientes para a compra de serviços vários, inclusive consultoria e formação de especialistas. Essas relações podem avançar até projetos colaborativos de P&D, que se tornam possíveis quando do lado das Empresas existem Núcleos de P&D consolidados.

Tais relações diretas das Instituições Científicas com a Grande Indústria demanda considerável organização de interface. Essa organização fica usualmente dentro da própria Instituição Científica, que se dispõe a atender uma seleta clientela através de BALCÕES DE TECNOLOGIA, embasados em Bancos de Informações sobre a oferta tecnológica institucional. Para cumprir o papel de interface eficiente deles esperados, tais "balcões de oferta tecnológica" devem ser capazes de prover uma ampla gama de serviços de apoio (assistência técnico-científica, administrativa, financeira e jurídica, inclusive para transferência de tecnologia e propriedade industrial). A dificuldade está, naturalmente, na capacidade institucional de (a) ter uma oferta significativa para um mercado variado e portanto não pré-definido, no caso das instituições

pequenas; (b) a mesma dificuldade, acrescida da usual falta de conhecimento sobre si próprias, encontrado nas instituições de maior porte. Ao se tentar contornar o problema da oferta tecnológica restrita através da formação de "Redes de Tecnologia", magnificou-se o problema da dificuldade de informação, que rapidamente se desatualiza, tornando-a inócua para os objetivos do cliente. O modelo Rede de Tecnologia, hoje potenciado com o "correio eletrônico" e a "conferência eletrônica", já existe a nível regional e internacional nos Países Desenvolvidos; mas será sempre uma estrutura de primeira aproximação quando se trata de desenvolver e transferir tecnologias proprietárias que deverão ser aproveitadas na produção industrial.

3.4.3 As EDBs como Mecanismo de Interface

Além das naturais dificuldades de diálogo direto Ciência-Indústria, somente as grandes empresas já inseridas em determinado filão mercadológico têm capacidade financeira de enfrentar atividades realmente inovadoras de P&D (que podem estender-se ao exercício da pesquisa científica básica e aplicada). Todavia, o impulso inovador da Grande Empresa é tolhido pela sua "cultura", avessa à incorporação de inovações que possam colocar em risco as suas linhas tradicionais de produtos, que amparam imensas frentes comerciais.

Usualmente, a inovação tecnológica radical entra na grande empresa já de forma pronta ou semi-acabada. Embora a origem da inovação se deva em grande parte ao trabalho das Instituições Científicas, as micro, pequenas médias empresas de base tecnológica estão usualmente no caminho do desenvolvimento final das idéias lá iniciadas. Essas empresas de pequeno e médio porte e forte base tecnológica representam nos Estados Unidos a principal fonte de inovação industrial e de transferência tecnológica entre a comunidade científica e a comunidade empresarial. Cerca de 84% da inovação tecnológica que alcança o mercado americano se origina na ação inovadora das micro, pequenas e médias empresas. Conforme foi visto no item 3 acima, essa constatação faz com que a aproximação com as Empresas Dedicadas de Biotecnologia (EDBs) constitua uma estratégia fundamental de competitividade no mercado para todas as empresas que dependem de produtos biotecnológicos como insumos ou como tecnologia de fabricação de produtos, biotecnológicos ou não.

3.4.4 O Papel dos Parques Tecnológicos

As empresas de base tecnológica, especialmente em setores de "ponta tecnológica" como a Biotecnologia, trabalham em grande complementaridade com as Instituições Científicas de que se originaram. Sendo típica a baixa capitalização, dependem fortemente de terceiros para equipamentos e facilidades. É também típico serem grandes usuárias de estagiários de nível superior (até pós-doutorandos), já que constituem excelente campo de formação complementar destes profissionais, no que tange à utilização criativa de seus conhecimentos. Por todas estas razões, as micro e pequenas empresas de base tecnológica tendem a aglomerar-se em torno dos grandes centros de produção de Ciência, formando Parques Científico-Industriais ou Parques Tecnológicos.

O efeito de massa crítica intelectual, a racionalização de investimentos em facilidades físicas e equipamentos de grande porte e a indução ao trabalho colaborativo vem provocando uma

tendência crescente para a concentração geográfica da Biotecnologia (especialmente a Biotecnologia Moderna) em torno de alguns grandes núcleos institucionais de Ciência e Tecnologia.

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. Além da simples convivência física, um Parque Tecnológico deve assegurar mecanismos autônomos e eficientes para:

- cooperação entre instituições científicas, empresas e escolas técnicas na formação, aperfeiçoamento e educação continuada de RECURSOS HUMANOS para a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico;

- colaboração entre instituições científicas e empresas para a PESQUISA CIENTÍFICA e o DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO, com especial atenção para a colaboração pré-competitiva entre empresas, em forma consorciada (propriedade comum de resultados);

- apoio gerencial e técnico-científico para empresas nascentes, em regime de "INCUBADORA DE EMPRESAS";

- APOIO GERENCIAL E TÉCNICO-CIENTÍFICO para a implantação de Centros de P&D e de industrialização de tecnologias avançadas nas empresas associadas, residentes ou não;

- CAPTAÇÃO DE RECURSOS FINANCEIROS públicos e privados (capital de risco, financiamentos, contratos) e mobilização de INCENTIVOS FISCAIS para a implantação e consolidação de atividades de P&D nas empresas;

- RACIONALIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS, através da complementaridade e utilização compartilhada das principais facilidades de grande porte ou alta especialização, entre instituições científicas e empresas.

- PROMOÇÃO DE INTERCÂMBIO E COLABORAÇÃO CIENTÍFICA com outros centros, pólos e empresas no Brasil e no exterior;

- incentivo à CAPTAÇÃO E ABSORÇÃO EXTERNA DE TECNOLOGIAS e ao estabelecimento de "JOINT VENTURES" em torno de produtos, tecnologias e seu desenvolvimento cooperativo.

- estabelecimento de NÚCLEOS DE CONTROLE E CERTIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE PRODUTOS, como parte intrínseca de uma ação permanente de promoção da qualidade enquanto base do "marketing" de um conjunto de empresas de alta tecnologia.

4. SITUAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NO MUNDO

A presente análise será restrita ao quadro da BIOTECNOLOGIA MODERNA, já que a Biotecnologia Industrial Clássica tem os seus bio-processos e seus bio-produtos bem estabelecidos, num mercado internacional amplo e, por enquanto, pouco demandante de tecnologias inovadoras. De fato, a Biotecnologia Clássica não constitui uma Tecnologia "de ponta" e pode ser tratada como um MERCADO-ALVO para a Biotecnologia Moderna. Esta, sim, tem caráter estratégico pelo seu potencial inovador; e, portanto, por suas relações com o desenvolvimento científico e tecnológico.

A atual Biotecnologia Industrial Moderna (aquela ligada aos variados usos das técnicas da Biologia Celular e Molecular) baseia-se em desenvolvimentos científicos do final da década de 1950 e da década de 1960. Tais desenvolvimentos (liderados pela "engenharia genética") abriam tantas e tão fantásticas oportunidades de transformação da Qualidade da Vida e de substituição de tecnologias anti-econômicas que já na década de 70 começaram a formar-se nos países centrais (principalmente os Estados Unidos) uma nova categoria de empresas de base tecnológica: as "DBC" ou "dedicated biotechnology companies", termo traduzido no presente trabalho para "EDB" ou "empresa dedicada de biotecnologia".

4.1 A INDÚSTRIA BIOTECNOLÓGICA MODERNA NOS ESTADOS UNIDOS

Sendo os Estados Unidos o iniciador e ainda líder incontestado da atividade produtiva biotecnológica moderna, é justo tomar como referencial o que ocorreu nesse País.

São três as características fundamentais da Indústria Biotecnológica Moderna americana.

- * Originou-se e fortaleceu-se através de EDBs. A maior parte dessas EDBs originou-se por "spin off" do ambiente universitário. Mas cabe notar que em alguns casos, EDBs foram criadas como "spin out" de indústrias biotecnológicas clássicas de maior porte, ou de indústrias usuárias de produtos biotecnológicos.
- * Guardou, ao longo do seu crescimento, relações íntimas com a sua base técnico-científica. Uma maioria começou dentro ou ao lado de grandes centros de pesquisa; e cresceu na imediata vizinhança geográfica desses centros geradores, guardando com eles laços importantes de intercâmbio e fertilização cruzada, a maioria dos quais de características pouco formais. O que vale dizer, o aproveitamento da estruturação em Parques Tecnológicos é um dos pontos fortes da Biotecnologia Industrial americana. Localizam-se em quinze Parques Tecnológicos peri-universitários 85 % das 1.231 EDBs recenseadas em 1993 por Stephen Burrell.
- * O estilo peculiar de capitalização e financiamento utilizado pela Indústria Biotecnológica Moderna americana para trazer os resultados da Ciência para a linha de produção e o mercado. Contrariamente a outras áreas da fronteira tecnológica, cujo desenvolvimento industrial foi e continua sendo fortemente subsidiado por recursos governamentais sob a capa de "ciência e tecnologia de interesse estratégico", as EDBs biotecnológicas criaram-se e se desenvolveram quase exclusivamente com recursos privados, predominantemente na forma de Capital de Risco (vide item 7.3 sobre esse assunto).

A Indústria Biotecnológica Moderna nos USA teve no final da década de 70 e início da década de 80 um momento de grande promessa e de grande euforia no mercado financeiro. Numerosas empresas foram criadas, cada uma com um produto de impacto em fase de desenvolvimento e com planos de tornar-se uma empresa verticalizada de médio e grande porte, capaz de acessar mercados finais em escala mundial. A oferta de abertura do capital dessas empresas gerou uma resposta entusiástica do Público Investidor. Resultou disso uma forte capitalização dessas EDBs, o que permitiu que planejassem longos períodos de pesquisa e desenvolvimento em busca de produtos radicalmente inovadores. A formação dessas EDBs drenou fortemente a disponibilidade de pessoal formado pelas universidades no campo da Biologia Molecular e da Imunobiologia, oferecendo carreiras meteóricas e altas remunerações.

Ocorre que os produtos inovadores demoraram a sair dos laboratórios das EDBs e demoraram mais ainda a passar o obstáculo regulatório das áreas médica, agrícola e ambiental. Agências como a Food & Drug Administration (FDA) e a Environmental Protection Agency (EPA), que além de seus rigores próprios tiveram que responder a numerosas preocupações levantadas pela Sociedade Organizada no que tange à segurança dos produtos biotecnológicos para o Homem e para o Ambiente, foram forçadas a rever diretrizes originalmente desenvolvidas para outros setores de atividade e a negociar com o Congresso e a Indústria interessada um conjunto de regras e mecanismos que protegesse o interesse público sem obstaculizar o desenvolvimento científico e industrial da Biotecnologia, ou seu acesso ao Mercado.

Toda essa demora desanimou os investidores de risco e os tomadores de ações ofertadas às Bolsas de Valores. Resultou disto uma acentuada queda da cotação da Biotecnologia, observável entre 1986 e 1989. Mas nesse momento os primeiros produtos de impacto orientados para o diagnóstico e a terapêutica em Saúde Humana começaram a atingir o mercado interno americano, com vários deles alcançando vendas anuais na faixa dos 100 a 200 milhões de dólares, colocando-os portanto na categoria dos "block-busters" da Indústria Farmacêutica. Com esses sucessos e com centenas de novos produtos em fase de licenciamento na FDA, o quadro de interesse financeiro reverteu-se e um grande aumento do afluxo de capitalização em ofertas públicas ocorreu em 1990-91. Tal oferta pública de capitais para a Biotecnologia Industrial teve um aumento de 100% entre julho 91 e janeiro 92, quando atingiu um pico sem precedentes. Embora tenha decrescido no primeiro semestre de 92, a sua tendência atual é de manter-se 36 % acima do seu nível de julho 1991 (Dow Jones Biotech Index). No mesmo período, o crescimento da oferta de capital público para a Grande Indústria Americana em geral aumentou apenas 12 % (Dow Jones Industrial Index). Esses indicadores devem ser tomados com cautela no caso da Biotecnologia, pois flutuações apreciáveis podem ocorrer devido ao número relativamente pequeno de companhias que compõem o Setor e a sensibilidade do público investidor à seqüência de notícias de sucessos e insucessos tecnológicos e regulatórios da nova indústria. Mas não há dúvida que os capitalizadores de risco apostaram certo e estão retornando a si próprios e aos seus clientes lucros interessantes. O exame da performance de um dos principais fundos de capital de risco mostra 61% de lucro médio anual no período 1976-86 (os Fundos são constituídos por prazo fixo e são terminados inexoravelmente pela liquidação do patrimônio mobiliário acumulado). Tal exame mostrou também que os investimentos biotecnológicos (cerca de 1/3 do total deste Fundo de Capital de Risco) foram mais rentáveis e mais previsíveis que os demais.

Com esse quadro geral, são os seguintes os grandes números da Biotecnologia Americana Moderna no Ano Fiscal 91-92:

* **Número de EDBs:** 1.231 (225 abertas ao público)

Distribuição por Mercado Alvo:

	Abertas	Total
Terapêuticos:	66 %	38 %
Diagnósticos:	17 %	28 %
Insumos Especializados:	7 %	16 %
"Ag-Biotech":	9 %	10 %
Ind.Química, M.Ambiente e Serviços:	1 %	8 %

* **Receita Anual Total da Indústria:** US\$ 8.1 bilhões (73 % em vendas de produtos; 27 % em outras receitas, principalmente "royalties", contratos e "grants" de P & D)

* **Receita Anual do Segmento Aberto ao Público:** US\$ 4.5 bilhões (produtos, 75%; outras, 25%)

Distribuição por Mercado-Alvo:

	US\$ bilhões
Terapêuticos:	3,02
Diagnósticos:	0,51
Insumos Especializados:	0,81
"Ag-Biotech":	0,12
Ind.Química, M.Ambiente e Serviços:	0,02

* **Investimento Total nas EDBs:**

Abertas: US\$ 8.2 bilhões Total: US\$ 13.6 bilhões

* **Número de Empregados:**

Abertas: 37.000 Total: 79.000

Número de Cientistas na Indústria: 18.000 (est)

Receita Média por Empregado: US\$ 103 mil

* **Gastos com P & D Biotecnológico no Total das Empresas:** US\$ 4.9 bilhões

Gasto Médio P&D / empregado: US\$ 62 mil

Gasto Médio / Cientista: US\$ 270 mil

* **Base Técnico-Científica Institucional da Biotecnologia:**

Cientistas em Inst. de Pesquisa: 10.000 (est)

Gastos com a Pesquisa Biotecnológica

Institucional: US\$ 2.0 bilhões (Ano Fiscal 91-92, est)

Gasto Médio / Cientista: US\$ 200 mil

*** Gastos Totais com o P & D Biotecnológico Americano:**

US\$ 6.9 bilhões

Financiadores:

Governo Federal: US\$ 3.4 bilhões (49%)

Outras Fontes (*): US\$ 3.5 bilhões (51%)

(*) Predominantemente capital privado investido.

A Indústria Biotecnológica Moderna americana tem portanto como setor líder a Saúde Humana (especialmente Diagnósticos e Bio-Fármacos), cujas projeções conservativas de crescimento de vendas nos USA devem atingir US\$ 50 bilhões de dólares anuais no ano 2000. Esse número corresponde à metade das previsões do Ano 2000 feitas dez anos atrás para a Biotecnologia Moderna em todo o Mundo, previsão esta que totalizava US\$ 100 bilhões anuais.

Outro setor que desponta como promissor no cenário americano da Biotecnologia Moderna é a "Ag-Biotech", a Biotecnologia voltada para o "Agribusiness" (que no conceito americano engloba a Agricultura, a Pecuária e as Indústrias transformadoras nos setores alimentos, bebidas, etc). A FDA baixou em 1992 uma diretiva dizendo que alimentos e bebidas obtidos por via biotecnológica não exibem qualquer perigo especial para o ser humano além daqueles referentes aos seus congêneres naturais ou artificiais não biotecnológicos. Em consequência, espera-se para os próximos anos um grande surto de desenvolvimento das EDBs deste setor, já com vários produtos represados, à espera de aprovação. Estima-se que a "Ag-Biotech" esteja vendendo nos Estados Unidos cerca de US\$ 10 bilhões anuais no Ano 2000.

Cabe finalmente notar que os gastos de P & D da Indústria Biotecnológica americana, no valor de US\$ 4.9 bilhões anuais conforme acima, são em parte não desprezível (US\$ 1,4 bilhões) cobertos por fontes possivelmente governamentais, na forma de "grants" e contratos de P & D. Não foi todavia possível confirmar esta hipótese.

4.2 OUTROS PAÍSES SIGNIFICATIVOS

Preocupado com a competitividade da Indústria Biotecnológica Moderna americana, o Office of Technology Assessment do Congresso Americano promoveu um estudo comparativo da Biotecnologia nos USA com 16 outros Países, dentre os quais foram incluídos todos os Países fortes ou promissores em Biotecnologia (Israel foi a única ausência notável nesse grupo, do qual figurou o Brasil como único representante latino-americano). Desse trabalho e do acompanhamento da Indústria feito pela Ernst & Young / San Francisco, observa-se que apenas a CEE e o Japão merecem no momento maior consideração competitiva. A qualidade e porte relativamente significativo das respectivas forças científicas, a presença de setores bio-industriais e agrícolas modernos e fortes e a prioridade que vêm dando à Biotecnologia como fonte de inovação em diversos setores da Economia são dados importantes dessa competição, que foi mais sentida pelos americanos a partir de 1989, quando grandes conglomerados europeus e japoneses começaram a entrar agressivamente no reduto de saber biotecnológico americano pelo simples mecanismo de capitalização, aquisição de controle e formação de "joint ventures" com EDBs promissoras. Tais movimentos do capital europeu e japonês foram em parte ditados pela pressa em qualificar-se tecnologicamente na fronteira de uma área estratégica para o domínio de certos

grandes mercados futuros (particularmente o químico, o energético, o agro-alimentar e o de saúde humana e animal).

São as seguintes as características da Biotecnologia no Japão e na CEE (segundo a Ernst & Young):

JAPÃO

- * Forte apoio empresarial nos setores farmacêutico, químico, alimentos, energia e agricultura.
- * Forte apoio do Governo.
- * Já existem mais de 500 EDBs.
- * Empresas japonesas estão se concentrando em investir e em estabelecer intercâmbios tecnológicos com as melhores empresas americanas e européias de Biotecnologia Moderna.
- * O domínio da Biotecnologia no Mundo até o Ano 2000 foi estabelecido como prioridade nacional.
- * No Ano 2000, os japoneses esperam contar com um mercado interno para Biotecnologia Moderna de 15 trilhões de yens (cerca de US\$ 130 bilhões), a partir do seu valor atual de US\$ 2 bilhões aproximadamente.

COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA

- * A Europa detém 6 das 10 principais companhias farmacêuticas do Mundo.
- * Está investindo fortemente em aquisições e "joint ventures" no exterior (leia-se principalmente USA).
- * A Indústria de Capital de Risco aumentou seus investimentos na Europa para cerca de US\$ 100 milhões em 1990.
- * A Comissão da Comunidade Européia planeja investir US\$ 1.2 bilhões em pesquisa biotecnológica de fronteira nos próximos dez anos.
- * O mercado europeu de substâncias bioquímicas deve alcançar em 1993 a cifra de US\$ 500 milhões.
- * A Europa tem potencial para programar coordenadamente uma expansão de 2 milhões de trabalhadores no seu mercado de mão de obra biotecnológica.

Embora vários outros Países emergentes tenham abraçado com entusiasmo a Biotecnologia Moderna como uma saída inovadora e multiplicadora importante, nenhum deles pode ser realmente tido como competidor dos USA, da CEE ou do Japão neste momento. A colocação do Brasil nesse contexto não é diferente. Mas dada a natureza isolada do ato inventivo e a

riqueza de alguns desses países em germoplasma animal e vegetal e em microorganismos exóticos, é possível dizer que ninguém, no momento, está automaticamente excluído da fronteira biotecnológica. Mas tomar parte ativa e séria na corrida biotecnológica para o Terceiro Milênio é uma questão que exige uma enorme quantidade de planejamento e determinação, não apenas "política", mas dos próprios atores do processo na Indústria, na Academia e no Universo Investidor.

5. A BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL NO BRASIL

5.1 SITUAÇÃO NO INÍCIO DA DÉCADA DE 80

No início da década de 80, importantes Instituições Científicas, Institutos Tecnológicos e Empresas de Biotecnologia Clássica achavam-se distribuídos nas várias regiões do País, com uma concentração grande nas Regiões Sudeste e Sul (de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul). Embora as relações profissionais e humanas entre instituições de P&D fossem boas, ressentiam-se naturalmente do distanciamento geográfico e da inexistência de uma rede efetiva de comunicações e informações que facilitasse o trabalho colaborativo. Por outro lado, as relações entre centros científicos e empresas eram ainda pouco desenvolvidas.

A Biotecnologia Clássica nos grandes setores usuários de base agrícola (principalmente indústrias de biomassa, como as relacionadas com o Pró-Álcool e a produção de Celulose, Madeiras e Carvão Vegetal) estava bem estabelecida e contente com os seus sucessos no Mercado. O mesmo se passava no setor de Bebidas Fermentadas. Embora estivessem agudamente necessitados de modernização tecnológica (inclusive biotecnológica) e de aprimoramento de seus padrões de qualidade total diante de demandas competitivas crescentes dentro e fora do País, esses Setores pouco demandavam da base nacional de Ciência e Tecnologia. A própria distribuição geográfica dos grandes empreendimentos de base biotecnológica clássica, necessariamente localizados de acordo com os respectivos nichos edafoclimáticos e/ou mercadológicos, conspirava, num País de dimensões continentais, contra a efetiva aproximação técnico-científica entre a Indústria e os centros acadêmicos mais avançados, localizados necessariamente nos grandes centros culturais urbanos.

O Sistema Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Assistência ao Agricultor (EMBRAPA/EMATER), fortalecido a partir da década de 70 em complementação às importantes Universidades Agrícolas da primeira metade do Século, procurou obviar este distanciamento através da formação de uma extensa rede de Centros Nacionais e Unidades espalhados pelo Brasil, quase todos com excelentes instalações e nível técnico, além de bom entrosamento com redes congêneres estaduais, algumas também de bom nível técnico. Esse sistema vinha atendendo com eficiência e suficiência as demandas variadas da Agricultura e da Biotecnologia Clássica caracterizada pelo Melhoramento Genético de Vegetais, pelo Manejo de Solos e pelo Melhoramento de Rebanhos. Com o apoio dessa base foram bem assimilados pelo Brasil os progressos da Genética Clássica e da Revolução Verde, com importantes empresas de sementes (nacionais e estrangeiras) e um número crescente de empresas engajadas com

tecnologias mais modernas de manejo, desenvolvimento e reprodução de animais de alto nível para o abate e a produção de leite, ovos etc. Entretanto, pela própria tradição forte de atividade voltada para o campo, todo esse contingente detinha pouco embasamento científico em Biologia Celular e Molecular. Achava-se portanto desengajado dos avanços da Biotecnologia Moderna que ocorriam na área biomédica, observação aliás válida tanto para o caso brasileiro quanto para a pesquisa agrícola no Mundo em geral.

A situação na área biomédica brasileira do início dos anos 80 era diferente no que tange à prática da Biologia Celular e Molecular, com grupos expressivos trabalhando na fronteira do desenvolvimento em alguns centros mais avançados. Nestes centros, a aproximação da pesquisa básica e aplicada com a atividade médica de alto nível ocorria a nível vegetativo, particularmente aonde existiam Hospitais Universitários de bom padrão, com atividades de Residência e Pós-Graduação nas especialidades profissionais. Era também notável nos grandes Institutos Federais e Estaduais voltados para a Saúde, particularmente o Instituto Oswaldo Cruz, transformado em Fundação Pública e erigido no grande Instituto Nacional de Saúde Pública brasileiro.

Entretanto, a aproximação com a Indústria Farmacêutica, uma das grandes beneficiárias internacionais da pesquisa biomédica, inexistia virtualmente. De fato, foi na Indústria Farmacêutica que se verificou mais fortemente a desnacionalização subsequente à transformação tecnológica, quando a Indústria mudou no Pós-Guerra de uma ênfase em produtos naturais para a síntese química fina. A indústria farmacêutica brasileira, considerada até 1945 uma Indústria forte, amparada na riqueza de flora e fauna farmacologicamente exótica do Brasil, não acreditou na revolução da tecnologia química, não investiu em pesquisa científica e tecnológica no setor e foi com isso incapaz de resistir à pressão de mercado de uma tecnologia superior. Já em 1980, a Indústria Farmacêutica nacional, embora numerosa, detinha apenas 15% do mercado. Pior ainda, reduzida na sua capacidade econômica a viver do que sobrava da exploração internacional do mercado interno, desqualificou-se progressivamente. Nem a política de substituição de importações nem a discutível abolição em 1971 do patenteamento no Setor Saúde e Alimentos foi incentivo suficiente para promover o fortalecimento tecnológico e econômico do segmento nacional desse setor industrial. A área químico-farmacêutica desenvolveu-se assim em presença de um mercado desequilibrado, aonde empresas multinacionais trabalhavam fundamentalmente com tecnologia importada de suas matrizes e guardadas sob estrito segredo industrial. Apesar de terem algumas multinacionais montado estruturas de pesquisa e desenvolvimento, eram essas totalmente dependentes de interações com as respectivas matrizes, ocupando-se de inovar apenas na adaptação de formulações às condições nosológicas, sanitárias e econômicas do mercado-alvo. A atividade interna de P & D nas empresas era, com raras exceções, virtualmente inexistente, confundindo-se quase sempre pesquisa com controle de qualidade de insumos e produtos. Restou com isso algum espaço produtivo reservado apenas para os Institutos como a FIOCRUZ, que se dedicaram a produzir e/ou formular vacinas para a Saúde Pública, área em que as características de um mercado mono-cliente não estimulava a entrada das multinacionais.

5.2 O ESFORÇO PARA ENTRAR NA CORRIDA BIOTECNOLÓGICA

Em decorrência do quadro exposto, o advento das modernas tecnologias biológicas, desenvolvidas no Primeiro Mundo já em íntima articulação com a Indústria Químico-Farmacêutica e a Agroindústria multinacional, fazia prever uma agudização do quadro de isolamento dos segmentos modernos das Biociências Brasileiras. Essa compreensão tornou-se cada vez mais clara junto ao Empresariado e ao Governo no início da década de 80, e esforços importantes foram feitos para corrigir esse curso de eventos.

5.2.1 Ação Indutora do Governo

No lado do Governo, foi criado em 1981 o PRONAB (Programa Nacional de Biotecnologia, com um sub-programa de Engenharia Genética). Gerenciado pela FINEP, o PRONAB teve a virtude de cristalizar, na Comunidade Científica das Bio-Ciências, uma atitude de comprometimento consciente com a necessidade de não só desenvolver a base científica, como também levar os seus produtos inovadores às prateleiras das farmácias e supermercados. Embora o PRONAB, fortemente controlado pela Comunidade Científica, não mostrasse progressos nesses últimos aspectos, serviu certamente para aportar um reforço de financiamento para grupos de ensino e pesquisa comprometidos com a idéia. Todos eles figuram hoje entre os centros mais fortes de Biologia Celular e Molecular Básica e Aplicada do País. O PRONAB serviu também para caracterizar a Biotecnologia (especialmente a moderna) como "área estratégica" para o País.

O passo seguinte na iniciativa governamental foi o PADCT. Nascido da idéia de conferir avanço competitivo a determinados setores de "ponta tecnológica" considerados estratégicos, o PADCT juntou demandas importantes de vários setores, que convergiram para um grande empréstimo com o Banco Mundial. O PADCT começou a operar experimentalmente em 1984 e implantou-se de forma definitiva para um ciclo de 5 anos (1985-1990), hoje renovado para o quinquênio subsequente (1990-1995). Sendo a Biotecnologia um dos setores contemplados, foi possível, através do PADCT, consolidar e ampliar as ações do PRONAB; mas somente no final do primeiro ciclo (PADCT I) conseguiu-se caracterizar plenamente, na área biotecnológica, o importante papel da participação da Empresa Privada, que constitui ênfase do PADCT II/Subprograma Biotecnologia. Através do PADCT/SBIO o Governo Federal canalizou para a Biotecnologia US\$ 22 milhões no período 1984-90, adicionados de US\$ 40 milhões (a ser possivelmente dobrado com "matching funds" internacionais) no período 1990-1995. Infelizmente, dificuldades de contratação e de desembolso pelo Poder Público diminuíram sensivelmente o impacto que o PADCT poderia produzir na base científica da Biotecnologia.

Logo após o início do PADCT, com a transição de Governo Militar para Civil, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia, no qual se estruturou uma Secretaria (Especial) de Biotecnologia, que passou a coordenar as ações de vários programas públicos na área, inclusive o PADCT. Duas outras ações importantes do Governo Sarney tiveram um impacto positivo no desenvolvimento da Biotecnologia: o CEBAB/CABBIO (Centro Brasileiro-Argentino de Biotecnologia) e o Programa RHAÉ (Recursos Humanos para as Áreas Estratégicas). O

primeiro, iniciado com grande impulso no âmbito dos Acordos de Cooperação que levariam mais tarde ao MERCOSUL, chegou a financiar projetos binacionais científicos e de pesquisa empresarial; mas logo passou a um comportamento oscilatório devido a dificuldades financeiras alternantes dos Governos Brasileiro e Argentino. O segundo, que consistia na outorga de uma quota significativa de bolsas de estudo e aperfeiçoamento, com uma ênfase na concretização de atividades de P & D na Indústria e nos setores de pesquisa institucional mais claramente ligados à Biotecnologia e demais setores estratégicos, sofreu oscilações depois de um começo rápido, tendendo agora a estabilizar-se com um número anual de bolsas mais baixo que o originalmente previsto.

A própria estrutura do Ministério de Ciência e Tecnologia sofreu oscilações espantosas nos poucos anos desde a sua criação em 1985. Ainda no Governo Sarney, após três Ministros, deixou de ser Ministério e passou a Secretaria, para voltar a Ministério já em 1989. Novamente Secretaria durante os pouco mais de dois anos do Governo Collor, volta agora a Ministério. Durante todo esse período de incertezas, ocorreu inevitavelmente um enfraquecimento da capacidade coordenadora do Ministério/Secretaria, não só no âmbito nacional e interministerial, como também no âmbito das ações concertadas entre as suas próprias Agências, o CNPq e a FINEP. Essas indefinições refletem-se importantemente na gestão e na eficácia de programas como o PADCT, o RHAÉ e o CBAB/CABBIO. Acresce-se a isto o descalabro progressivamente implantado no financiamento da Ciência e Tecnologia durante o Governo Collor, que afetou não somente a Biotecnologia como também toda a estrutura federal de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico, tradicionalmente operada pelas Agências Financiadoras do MCT (CNPq e FINEP) e pela CAPES/MEC. Apenas alguns setores, como instituições tecnológicas e de ensino superior ligadas a outros Ministérios (EMBRAPA/MARA; FIOCRUZ/MS; Institutos Militares) e a pouquíssimos estados (especialmente São Paulo), conseguiram escapar do que se pode considerar um apreciável sucateamento de laboratórios e desperdício/evasão de cérebros bem-pensantes. A base científica da Biotecnologia, nos seus segmentos dependentes do Governo Federal, foram os mais sofridos. A Cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, que em 1986 detinha a maior concentração nacional de ciência biotecnológica de alto nível num único centro urbano (pela presença da UFRJ e da FIOCRUZ), perdeu-a para a Cidade de São Paulo já em 1992, registrando-se um significativo movimento de "brain-drain" interno.

Nesse quadro, o Governo Federal estimulou desde 1985 a consolidação de redes colaborativas regionais de Biotecnologia, envolvendo Instituições Científicas/Tecnológicas e Empresas. Para estas redes, denominadas CIBs (Centros Integrados de Biotecnologia), previu-se um esquema flexível, adaptado às peculiaridades regionais. Vários Programas de Coordenação de âmbito estadual foram lançados em resposta a estes estímulos (Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul). Outros Estados optaram por uma concentração geográfica de esforços na forma de Pólos ou Parques Tecnológicos concentrados (Rio de Janeiro/BIO-RIO e Santa Catarina/Joinville). Como as demais atividades de coordenação e financiamento, também estas experimentaram acentuado declínio em termos de presença governamental a partir de 1989. Mas a idéia do Parque Tecnológico, tendo ao centro uma "incubadeira de empresas", conseguiu estabelecer-se e frutificar (vide adiante).

Levantamentos de apreciável fidedignidade extraídos do Orçamento da União e das "FAPs" estaduais mostraram no quadriênio 1985-1988 um dispêndio de recursos públicos para a

pesquisa e o desenvolvimento tecnológico das bio-ciências e da bio-indústria que totalizou US\$ 175.9 milhões, assim distribuídos:

Instituições Científicas: 95 %
Indústria (co-financiamento) : 5 %

5.2.2 Ações da Indústria

A indústria nacional de biotecnologia também se movimentou significativamente na década de 80, mas progressivamente diminuiu de ímpeto a partir de 1989-90, procurando adaptar-se às condições de um quadro econômico cada vez mais difícil.

Na área agrícola, o melhoramento genético clássico continuava a dar excelentes frutos, com o desenvolvimento de linhagens novas de cereais e hortaliças. Em 1992 criou-se na UFRJ um Programa de Biotecnologia Vegetal, que procurava convergências entre o melhoramento vegetal e a nova biotecnologia vegetal. Um grupo de cientistas ligado a esse Programa iniciou gestões para a formação de uma empresa de Biotecnologia Vegetal. Com estudos preliminares financiados por capitais de risco do Rio de Janeiro (Petróleo Ipiranga, Monteiro Aranha e particulares), foi finalmente criada em 1983 a BIOMATRIX LTDA, produtora de mudas micropropagadas por cultura de tecidos "in vitro". Em 1985, a empresa foi transformada em BIOMATRIX SA, com a entrada da AGROCERES como sócio controlador. A empresa implantou-se fisicamente em 1986, em Teresópolis, Rio de Janeiro, com um investimento inicial previsto de US\$ 1,5 milhões, depois estendido a cerca de US\$ 5 milhões nos anos subsequentes. A empresa especializou-se em plantas lenhosas (particularmente eucalipto) e na produção de batata-semente livre de vírus, totalmente absorvida pela própria Agrocere, no seu então novo negócio bi-nacional de batata com a Argentina. Em janeiro de 1990, não tendo a empresa atingido ainda o "break even" operacional, suas atividades foram suspensas pelo sócio-controlador. A Biomatrix, que durante sua existência de um quinquênio chegou a ter 96 empregados, mantinha um convênio abrangente e criativo de auxílio financeiro e cooperação técnico-científica com o Programa de Biotecnologia Vegetal da UFRJ. Através desse Convênio, foram iniciadas várias atividades de pesquisa na universidade. A Biomatrix foi colaboradora importante no estabelecimento do grupo de Biologia Molecular Vegetal hoje ativo no Departamento de Genética. A Biomatrix participou também de projetos de P & D binacionais através do CBAB/CABBIO e dispôs, já em 1989, de uma quota de bolsas RHAÉ.

Quase simultaneamente foi criada a BIOPLANTA nos arredores de Campinas, uma outra Empresa de Biotecnologia Vegetal, resultante de "joint venture" entre a Souza Cruz (British-American Tobacco) e uma empresa americana de cultura de tecidos vegetais (Native Plants Inc.). Com uma linha de produção e comercialização similar à da BIOMATRIX, a BIOPLANTA se implantou com capitalização mais farta, que consta ter ultrapassado os US\$ 20 milhões em 1989 quando também suspendeu atividades. Pelo seu caráter de capital estrangeiro controlador, a Bioplanta não procurou (nem era elegível) para apoios tipo PADCT, RHAÉ e CBAB/CABBIO. Mesmo assim, manteve durante toda a sua existência ativa vínculos colaborativos com a UNICAMP e a ESALQ/USP.

Estes dois exemplos de insucesso empresarial de grupos experimentados ao lidarem com a terceirização da Biotecnologia Vegetal intermediária (cultura de tecidos vegetais) gerou no Brasil previsões negativas sobre a Biotecnologia Vegetal Moderna como um todo. Todavia, examinados os casos nos seus detalhes, constata-se que o insucesso nada teve a ver com a Biotecnologia e sim com a pouca familiaridade daqueles fortes grupos empresariais no trato da implantação da tecnologia, do desenvolvimento industrial e da comercialização desses produtos relativamente simples: mudas clonadas e batatas-semente. Acresce-se a isso o aspecto gerencial do grande grupo, que não tem mecanismos nem tempo para lidar com pequenos empreendimentos de base tecnológica, cujo controle facilmente lhes escapa no âmbito global da administração corporativa. Em que pesem essas constatações, foi perfeitamente lógico e previsível o recuo da AGROCERES e da SOUZA CRUZ diante de um quadro nacional de dificuldades crescentes no setor agrícola em 1989, associado ao aprofundamento da depressão econômica no Brasil e a uma onda de descrédito da Biotecnologia que varreu as bolsas de valores americanas entre 87 e 88 (perspectivas essas hoje revertidas).

AGROCERES e SOUZA CRUZ entretêm hoje atividades de P & D em Biotecnologia Vegetal clássica e intermediária, como também o faz um apreciável grupo de empresas ligadas aos setores florestal e sucro-alcooleiro. É importante notar que vários desses grupos começam agora a buscar, no Exterior e no Brasil, vínculos e transferências tecnológicas na área da Biotecnologia Moderna. Embora todos os grupos brasileiros de qualidade nessa área avançada comecem a ficar envolvidos com parceiros empresariais, a Comunidade Científica brasileira está ainda desaparelhada para aproveitar essas oportunidades em sua plenitude, como será discutido adiante.

A fração do empresariado nacional ativo no setor Químico-Farmacêutico que investiu em Biotecnologia Moderna foi de fato pequena. São casos típicos a BIOBRAS e a MICROBIOLÓGICA.

A BIOBRAS iniciou suas atividades na década de 70, como a primeira empresa brasileira de biotecnologia. Inicialmente dedicada à produção de enzimas industriais, tinha como base científica e origem o grupo de bioquímicos da UFMG, de onde saiu o fundador e diretor-científico da empresa. Entrou depois na produção de insulina por técnicas extrativas de pâncreas animal, tendo nessa fase concretizado uma "joint venture" com a Lilly, poderosa indústria farmacêutica americana e internacional. A fábrica, montada em Montes Claros/MG, continua a produzir insulina por via tradicional. Mas a atividade continuada de P & D em associação com a UFMG permitiu a comercialização de uma insulina animal "humanizada" pela ablação enzimática de certos radicais. Mais recentemente, num projeto de P & D grande em que a empresa colaborou com a UnB, a USP e, mais recentemente, a EPM, foi obtida uma insulina humana produzida por microorganismos engenheirados inteiramente no Brasil, agora em fase de testes preparatórios do licenciamento e lançamento. Com isso, a BIOBRAS transforma-se na terceira empresa no Mundo a dominar com tecnologia própria a produção da insulina humana recombinante (as outras são a Lilly e a Novo Industri). Aguarda agora liberação do patenteamento biotecnológico e farmacêutico para proteger suas invenções no Brasil. A BIOBRAS é um caso interessante, pois mantém-se viável e rentável como empresa de porte médio, apesar de seus investimentos em P&D e de ter passado uma fase de implantação e consolidação bastante tumultuada até abrir seu capital. Mas sendo uma empresa inicialmente

pequena, de pequenos sócios detentores de alta tecnologia, teve sobre a Biomatrix e a Bioplanta uma vantagem: tinha que dar certo de qualquer maneira.

A MICROBIOLÓGICA iniciou operações no começo da década de 80, como uma produtora de insumos biológicos finos (meios de cultura e soro fetal bovino para cultura de células animais e humanas). Os seus fundadores são professores universitários da UFRJ e investidores também pequenos. Após alguns anos de indefinição, a empresa deu uma guinada na direção da Química Fina, sendo hoje a única produtora brasileira de AZT (para AIDS), obtido por processo próprio. Produz também hormônios vegetais, igualmente como único produtor nacional. Tendo obtido significativos contratos de venda, planeja agora sua expansão. No transcorrer deste processo, a companhia deu dois "spin outs", ambas pequenas empresas instaladas no Pólo Bio-Rio: WL IMUNOQUIMICA, produz "kits" diagnósticos e produtos imunológicos, inclusive soro fetal bovino; e BAKTRON, que atua no ramo do controle de qualidade microbiológico para alimentos e produtos domi-sanitários. A WL IMUNOQUIMICA, que vem de quintuplicar seu capital, está entrando em fase de expansão acelerada, lançando um produto novo a cada dois meses. Todas as três empresas citadas mantêm estreitas relações colaborativas com a UFRJ e com algumas outras Universidades, para atividades de pesquisa e desenvolvimento. Todas são beneficiárias de programas de incentivo, como o PADCT e o RHAE. A Microbiológica e a WL têm processos patenteáveis desenvolvidos a espera da liberação legal do patenteamento no setor Saúde.

Ainda na área de Saúde Humana, outro interessante caso de sucesso é o da BIOFILL, pequena empresa paranaense nascida da associação de um médico e um técnico de laboratório, que tiveram a idéia de patentear o uso de monocamadas de celulose produzidas por bactérias como substituto de pele em grandes queimaduras e outros usos. Apesar da defecção de última hora de um dos investidores brasileiros ter feito quase sossobrar o empreendimento em 1988, a companhia conseguiu por-se em marcha com apoio do BNDESPAR, patenteou seu produto em 17 países e já o tem licenciado e à venda na Europa. Aguarda agora o licenciamento da FDA para os USA. Em 1992, seu Diretor veio ao Rio entregar o primeiro cheque de dividendos aos acionistas.

Assim é que, coexistindo com gigantes internacionais, cometa a repetir-se no Brasil o fenômeno da formação de pequenas empresas de base tecnológica, com forte interação com instituições de pesquisa. Observa-se também o fenômeno de grupamento geográfico dessas empresas em parques tecnológicos e "incubadeiras de empresas", ligadas física e operacionalmente aos nossos melhores centros de pesquisa e desenvolvimento em Biotecnologia (Bio-Rio, Bio-Minas, UNICAMP, CDB/Joinville, Departamento de Biotecnologia da UFRGS, UnB/CENARGEN). O que ainda é muito diferente é o nível de capital de risco disponível para a fase aventureira desses empreendimentos, o que confere ao Governo Brasileiro (especialmente FINEP e Sistema BNDES) responsabilidades especiais no modelo de desenvolvimento de uma indústria "de ponta" baseada em pequenas empresas criativas.

Ainda na cena empresarial, deve ser notado o importante papel aglutinador e promotor desempenhado pela ABRABI - a Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia. Fundada em 1986 por um grupo de apenas oito empresas, promoveu entre esta data e 1991 três eventos que congregam empresários e cientistas, a FENABIO (Minas, 1986; Rio, 1988; São Paulo, 1991), sendo o último de caráter latinoamericano e internacional (a

FENABIO/BIOLATINA 91). A Associação cresceu, atingindo 40 membros em 1991. Através desse período, representou seus associados e a Biotecnologia Industrial junto ao Governo e ao Congresso. Produziu importante estudo sobre patentes, defendendo a sua adoção para a área biotecnológica. E promoveu a implantação de "incubadeiras de empresas" e parques tecnológicos para abrigar as pequenas empresas criativas de base tecnológica. A ABRABI acha-se agora em fase de reestruturação tendo em vista a necessidade de regionalizar suas ações. Tende portanto a transformar-se numa Federação de Associações Regionais de Empresas de Biotecnologia. A sua ênfase desloca-se agora do plano conceitual, que caracterizou os seus primeiros anos, para o campo das realizações concretas de apoio ao desenvolvimento tecnológico, à industrialização (inclusive insumos e equipamentos) e à comercialização, no Brasil e no Exterior.

As estatísticas públicas sobre empresas públicas e privadas ativas em Biotecnologia em 1986, levantadas pela Secretaria de Biotecnologia do MCT, apontavam mais de 400 entradas, dentro de uma definição muito ampla de Empresa de Biotecnologia.

Em 1989, a ABRABI (que então contava 33 associados) conseguiu levantar um universo de 234 empresas, entre EDBs e EPBs. Em 1993, um levantamento preliminar feito apenas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Sta.Catarina e Rio Grande do Sul, mostrou 253 empresas taxa provável de omissão da ordem de 40%). As duas amostragens são comparadas a seguir em termos de mercado-alvo almejado:

	1989	1993
Saúde (Humana e Animal)	33 %	36 %
Agricultura	9 %	21 %
Alimentos e Bebidas	26 %	18 %
Indústrias da Biomassa	20 %	10 %
Outros (Bio-insumos, Serviços)	12 %	15 %

Em sua quase totalidade, essas empresas acham-se engajadas em produção e comercialização de produtos de biotecnologias clássicas e intermediárias. Estima-se que pelo menos 30% delas estejam também ativas em pesquisa e desenvolvimento, com algumas detendo produtos de biotecnologia intermediária e moderna em várias fases de finalização. Pelo levantamento de 1989, a Indústria Biotecnológica brasileira alocou no quadriênio 1985-1989 um total de US\$ 88 milhões em atividades de pesquisa e desenvolvimento, em ações executadas por:

Instituições Científicas:	39 %
Indústria (outras empresas e auto-investimento):	61 %

Desses números deduz-se portanto que atividades de pesquisa e desenvolvimento executadas pela Indústria Biotecnológica consumiram cerca de US\$ 62,4 milhões no quadriênio 1985-1988, ou seja, US\$ 15,6 milhões anuais. Esse cálculo induz a estimar que a Indústria Biotecnológica moderna empregava em 1988 apenas 96 cientistas líderes ativos em P&D. Este cálculo baseia-se numa razão de gastos de US\$ 162 mil / pesquisador.ano (estimada como 60% dos custos per capita científica da pesquisa empresarial biotecnológica americana).

5.2.3 Ações das Instituições Científicas

Os Grupos Científicos Institucionais que trabalham nas áreas relacionadas com Biotecnologia no Brasil acham-se filiados a Instituições Universitárias e a Institutos Tecnológicos (ou "Institutos Científicos Isolados", conforme são classificados pelas estatísticas americanas), em sua grande maioria vinculados aos Governos Federal e Estaduais. As áreas de trabalho desses grupos acham-se listadas no Quadro I.

No quadriênio 1985-88, esses Grupos Científicos receberam recursos financeiros orientados para P & D no valor total de US\$ 201 milhões, resultando numa média anual de US\$ 50 milhões. Tomando-se por base de gastos por cientista apenas 60% daquele observado nos USA, ou seja, US\$ 120 mil per capita pensante, pode-se presumir que em 1988 existiam cerca de 420 cientistas líderes (doutores) engajados em pesquisas relacionadas com Biotecnologia nas Universidades e Institutos Tecnológicos Brasileiros. Esse cálculo estimativo cai na mesma ordem de grandeza de levantamentos recentes realizados por Glacy Zancan (estima existirem cerca de 300 orientadores engajados nos 80 cursos de Pós-Graduação relevantes existentes no País).

Dados mais recentes de investimentos federais e estaduais em Ciências Biológicas (quase todas embasadoras da Biotecnologia) levantados por Jorge Guimarães (comunicação pessoal) atingem cerca de US\$ 95 milhões no ano de 1991. Este aumento significativo do engajamento governamental com as Biociências e as Biotecnologias (comparativamente ao quadriênio 1985-88) pode significar que um número importante de cientistas qualificados foi agregado ao sistema institucional de pesquisa. A aplicação do mesmo cálculo usado acima resultaria num total de quase 800 cientistas líderes engajados em P&D institucional nas áreas relacionadas à Biotecnologia em 1991. Este aumento aparente é compatível com a produção de Mestres e Doutores levantada pela CAPES para o período 1991-92 (462 doutores e 1336 mestres). Esse cálculo parece indicar que apenas uma fração (inferior a 50%) dos doutores formados conseguiu constituir grupos autônomos de P & D nas instituições científicas que trabalharam em Biociências e Biotecnologia no quadriênio 1989-92.

Outra avaliação independente do número de mestres e doutores qualificados nas Ciências Biológicas relacionadas com a Biotecnologia pode ser obtido a partir do número de bolsas de carreira de pesquisador níveis I e II outorgadas pelo CNPq. Esse número, que totaliza 1.303 bolsas (das quais 747 beneficiam Doutores, 480 Mestres e 76 titulados de outra forma), possivelmente abrange aproximadamente 2/3 dos mestres e doutores qualificados que se encontram engajados em P & D institucional em Biociências ligadas à Biotecnologia. A distribuição por setores é a seguinte:

	Número	% Total
- Biologia Celular e Molecular	296	22,7
- Biologia Vegetal	117	9,0
- Biologia Humana e Animal	365	28,0
- Equipamentos e Insumos	13	1,0
- Química Fina e Bioquímica	351	26,9
- Meio Ambiente (controle e avaliação)	129	9,9
- Outros	32	2,5

TOTAL

1.303

100,0

5.3 MERCADO ATUAL DA BIOTECNOLOGIA E SUAS PROJEÇÕES PARA O ANO 2.000

O Quadro II mostra dados colhidos e estimativas feitas em 1990 pela ABRABI sobre os Mercados-Alvo da Biotecnologia no Brasil em 1990. Mostra também as projeções feitas para esses mercados para o Ano 2.000.

O Quadro II demonstra que a BIOTECNOLOGIA CLÁSSICA OU CONVENCIONAL acha-se já fortemente inserida na Economia Brasileira. Estima-se que essas inserções clássicas no mercado nacional correspondam a mais de 16 bilhões de dólares anuais. Em que pese o crescimento do contingente empresarial de biotecnologia (principalmente de pequeno porte) observado de 1990 para 1993, é provável que os números de 1992 se situem dentro da mesma ordem de grandeza, tendo em vista que a atual crise econômica mitigou os investimentos e a atividade comercial.

O grande desafio científico, tecnológico, industrial e comercial para a Biotecnologia Brasileira reside todavia nos DESENVOLVIMENTOS MODERNOS da Biotecnologia. Os produtos e processos da moderna biotecnologia apenas começam a ser utilizados no Brasil e explorados industrial e comercialmente por empresas brasileiras (particularmente a "biotecnologia intermediária"). A ABRABI estima (vide Quadro II) um mercado nacional potencial superior a 600 milhões de dólares/ano hoje, com um crescimento para a faixa de 6 bilhões de dólares/ano no final da década (ou seja, 6% das projeções de mercado internacional da Biotecnologia Moderna para o Ano 2000). Além do mercado próprio dos novos produtos e processos, a BIOTECNOLOGIA MODERNA brasileira contempla também crescer pela sua contribuição ao processo de modernização competitiva e expansão de nosso considerável Parque Industrial de Biotecnologia Clássica.

5.4 RECURSOS HUMANOS PARA A BIOTECNOLOGIA: SITUAÇÃO ATUAL

Diferentemente de outros setores de ponta, notoriamente carentes de uma fora de C & T competitiva no Brasil (como a Informática, a Química Fina e os Novos Materiais), as Ciências Biológicas constituem uma das áreas científicas mais desenvolvidas no País. As Biociências representam aproximadamente 35% de todos os cientistas brasileiros, com uma dezena de núcleos disseminadores, de porte e qualidade internacional. Encontra também um setor significativo da Engenharia nacional em condições de contribuir efetivamente para a Biotecnologia Moderna, particularmente, no setor de fermentações.

Apesar dessa relativa vantagem com relação a outros setores de ponta no Brasil, as Biociências e a Engenharia Bioquímica compartilham do problema geral de pobreza científica nacional.

Conta o País com menos de 10% da massa crítica de pesquisa e desenvolvimento necessária para caracterizar o Brasil como um competidor sério, num mercado nacional e internacional aberto.

À pobreza numérica, acrescenta-se:

* O estado de desmobilização e relativo sucateamento das instituições científicas em geral, com reflexos menores mas evidentes sobre os grupos de pesquisa de interesse para a Biotecnologia Moderna;

* o engajamento ainda mínimo do setor produtivo nas atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, seja por esforço próprio, seja pela interação com as Instituições Científicas.

Urge estabelecer uma política clara, construtiva e consensual que permita uma alteração imediata deste quadro precário, de modo a fortalecer a base de C & T biotecnológico e o estreitamento do contato entre Instituições Científicas e Empresas. A recuperação dos principais grupos de pesquisa biológica e biotecnológica é, antes de mais nada, um imperativo da formação de recursos humanos na área. O aumento da massa crítica de pessoal qualificado e de atividades de pesquisa nas Instituições Científicas é um determinante absoluto do crescimento da atividade de P & D para uma Indústria de tecnologia de ponta.

A Biotecnologia Clássica responde por cerca de 5% do PIB brasileiro e emprega, em produção, comercialização e P&D, cerca de 1 milhão de trabalhadores. É portanto um setor industrial cujo mercado de trabalho acha-se bem estabelecido, porquanto necessita atenção em termos de aperfeiçoamento, reciclagem e formação de novos recursos humanos.

Já a Biotecnologia Moderna apresenta-se com números muito menores de mão-de-obra atuante. Dado o papel da Biotecnologia Moderna na capacitação da Indústria Biotecnológica brasileira, aí reside o problema mais crítico de formação de mão-de-obra. As estimativas da ABRABI para a fora de trabalho em Biotecnologia Moderna existente no Brasil em 1990 eram as seguintes:

- Nível Superior: Graduados	2.100
MSc + PhD	2.100
- Nível Médio	650
- Outros	650
TOTAL 1990	5.500

Segundo os cálculos indiretos apresentados em 5.2 acima, esses números podem ter aumentado em 1992 para algo da ordem de 900 Doutores e 1.500 Mestres, um aumento da ordem de 15 % em dois anos. Estima-se hoje que pouco mais de 10 % do contingente de doutores e 5 % da mão-de-obra geral qualificada em Biotecnologia Moderna esteja empregada na Indústria. O restante acha-se engajado nas Instituições Públicas. Embora essas estatísticas sejam admitidamente aproximações, partiremos delas para como melhor estimativa atual da fora de trabalho em Biotecnologia Moderna na Academia e na Indústria.

Porquanto o quadro acima seja melhor que o de alguns outros setores na fronteira tecnológica brasileira, é ainda um quadro de carência, tanto quantitativa quanto qualitativa, organizacional, física e financeira.

6. UM MODELO QUANTITATIVO PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA MODERNA NO BRASIL

Trata-se agora de estimar necessidades futuras da Biotecnologia Moderna. Como exercício de projeção, tome-se a meta de ocupar em dez anos pelo menos a metade de um nicho comercial presumido de 6 bilhões de dólares, em serviços, tecnologias e produtos de Biotecnologia Moderna, inclusive modernização da Biotecnologia Clássica. Para esse exercício futurológico, serão tomadas como base as projeções do Pólo BIO-RIO para o Ano 2000:

- Investimentos não reembolsáveis:	US\$ 30 milhões
- Capitalização de Empresas instaladas:	US\$ 108 milhões
- Faturamento anual no 10º ano:	US\$ 230 milhões
- Investimento anual em P&D no 10º ano:	
Privado:	US\$ 35 milhões
Público (não reembolsável):	US\$ 65 milhões
(inclui sustentação das equipes de C&T ligadas à Biotecnologia nas Instituições Científicas associadas ao Pólo)	
- Emprego total (todos os níveis):	6.000
Inst.Científicas:	1.500 (850 existentes hoje)
Empresas:	4.500
- Perfil da Força de Trabalho:	
Nível Superior: Graduados	2.400 40%
MSc + PhD	1.200 20%
Técnicos de Nível Médio	1.200 20%
Outros	1.200 20%

Admita-se, para efeito de cálculo, que cinco Pólos/Parques de proporções similares venham a estabelecer-se em torno dos principais centros produtores de C&T. Admita-se igualmente que os Pólos/Parques representem 50% da atividade de P&D e produção biotecnológica moderna do País. Resultaria portanto multiplicar por dez as projeções feitas acima.

De acordo com os n-meros acima, corrigidas diferenças de distribuição entre Pólos e Empresas isoladas, a força de trabalho total efetivamente engajada nos vários aspectos da Biotecnologia Moderna (das linhas de produção e laboratórios científicos, aos escritórios dos Executivos-Chefes) deveria ser de 70.000 pessoas no Ano 2000, assim distribuídas:

- Nível Superior: Graduados	12.000	40%
MSc + PhD	14.100	20%
- Técnicos de Nível Médio	17.500	20%

A formação desses profissionais no curto espaço de 10 anos é certamente um ponto importante de estrangulamento das perspectivas de modernização da Biotecnologia no Brasil. A adoção dessas metas numéricas exigirá um esforço interno importante de nossas melhores instituições de Ensino Superior e Médio. No que tange à formação de Mestres e Doutores, bem como na especialização de técnicos de nível superior, esse esforço deverá estar acoplado à larga utilização da formação de recursos humanos no exterior. Para os técnicos de nível médio, ações coordenadas envolvendo as Escolas Técnicas e o SENAI precisarão ser cuidadosamente planejadas.

Se cumprida a meta proposta para Recursos Humanos, a Indústria de Biotecnologia Moderna brasileira terá mão-de-obra capaz de suportar um faturamento anual de US\$4.4 bilhões de dólares no Ano 2000. Ou seja, pouco mais de 70% do nicho global estimado de US\$ 6 bilhões da Biotecnologia Moderna brasileira previsto no Quadro II. Espera-se também que os ganhos de produtividade e competitividade decorrentes da modernização da Biotecnologia Clássica levem esse setor, no mesmo prazo, a aumentar as suas vendas em pelo menos 50%, passando a faturar cerca de US\$ 26 bilhões anuais (vide Quadro II).

É importante compreender que um Programa de Recursos Humanos para a Biotecnologia Moderna, com uma perspectiva de satisfazer um Mercado (interno e exportação) de US\$ 6 bilhões anuais deve contemplar um mínimo de 20 anos para que a oferta interna de mão-de-obra e sua demanda na Academia e na Indústria consigam entrar em equilíbrio. Ou seja, no Ano 2000 estaríamos apenas um pouco além da metade do caminho deste equilíbrio final.

A Figura 2, baseada nessas estimativas mostram a dinâmica do crescimento da oferta de mão-de-obra prevista para os 20 anos entre 1990 e 2010. A Figura 3 mostra a progressiva redistribuição do emprego entre Empresas e Instituições Científicas (que hoje detém mais de 90% da mão-de-obra qualificada para Biotecnologia Moderna). Ao final, cerca de 70% da mão-de-obra especializada estará localizada na Indústria de Biotecnologia Moderna.

As projeções das Figuras 2 e 3 estão baseadas em hipóteses plausíveis de evolução do Sistema Nacional de Pós graduação / Setor Biociências e Biotecnologia, bem como na exploração ampla de possibilidades de treinamento no exterior. O modelo, expresso numericamente pela planilha eletrônica mostrada no Quadro III, detalha o mecanismo da pós graduação no Brasil e no Exterior, prevendo uma taxa de repatriação de 70% (o que só será alcançado com uma efetiva melhora das condições de trabalho e de perspectivas animadoras da Biotecnologia Moderna no País). O Quadro IV, que continua a planilha eletrônica do Quadro III, mostra as previsões de investimento (em Ciência e na Indústria) para que se possa alcançar os resultados almejados. Mostra também a evolução do faturamento da Indústria Brasileira de Biotecnologia Moderna, prevendo-se que dedicará 15% deste ao investimento empresarial de P & D.

É interessante notar que as previsões do modelo para emprego industrial em Biotecnologia Moderna no Ano 2000 (cerca de 50.000 em todos os níveis, para um faturamento previsto de US\$ 4,4 bilhões) guarda razoável proporcionalidade com o observado hoje na Indústria Biotecnológica americana (79.000 trabalhadores de todos os níveis para vendas de US\$ 5.9 bilhões em produtos). Aonde se observa maior diferença entre o modelo proposto para o

Brasil/Ano 2000 e a realidade americana de hoje está no investimento industrial em pesquisa: as empresas biotecnológicas americanas estão investindo US\$ 4.9 bilhões em P&D para vendas de US\$ 5.9 bilhões, enquanto o modelo do Quadro IV prevê um investimento de P&D de apenas US\$ 1.0 bilhão para um faturamento de US\$ 4.4 bilhões. Esta diferença, que indica um hiperinvestimento em P&D das empresas americanas na fase de gestação inicial de novos produtos, poderá ocorrer na prática no Brasil. Para prevê-lo, o modelo deveria ser alterado mostrando uma relação inicial física entre investimento em pesquisa e faturamento, tendendo depois ao equilíbrio de 15% do faturamento gasto em P&D, valor usualmente observado nas indústrias de base tecnológica estabilizada, relação constante esta que foi usada no Quadro IV.

A formação de recursos humanos para Biotecnologia, tanto na área industrial, quanto na sua base técnico-científica, certamente dependerá de um grande esforço de investimento público. Mas não seria válido encetar este esforço sem um perfeito entrosamento com a Indústria e com o Setor Financeiro Privado, sob pena de nos lançarmos numa aventura de formação de pessoal cujo destino terminaria sendo o desemprego, o sub-emprego e o "brain drain". Aliás, uma virtude do modelo proposto nas Figuras 2 e 3 e nos Quadros III e IV É o acoplamento entre os setores Científico e Industrial em todas as fases do processo de transformação da Indústria Biotecnológica Brasileira.

Deve-se finalmente notar que o modelo proposto apenas traça as grandes condições de contorno do problema Recursos Humanos para a Indústria Biotecnológica. Por essa razão, não nos diz quantos mestres e doutores, ou técnicos de segundo grau, devem ser formados neste ou naquele setor da Bio-Indústria Moderna. Embora um exercício matemático nesse sentido não seja impossível, evitamos fazê-lo porque ofenderia um princípio básico da relação de sucesso entre Ciência e Indústria: uma absoluta espontaneidade na busca dos caminhos de colaboração e convergência. Assim entendido, qualquer excesso planejador poderia resultar num desequilíbrio entre oferta e demanda. Acredito que cada grupo científico, cada empresa e cada investidor saberá procurar a otimização das suas interrelações. O importante É que elas existam e sejam prestigiadas tanto no Âmbito sócio-cultural em que se inserem quanto no das condições propícias (infraestruturais e financeiras) para que aconteçam.

Os novos Recursos Humanos para a Indústria e a Ciência Biotecnológica Moderna devem portanto ser formados, treinados e periodicamente reciclados numa ambiência que pratique toda a gama de atividades relacionadas à Biotecnologia Moderna, desde a pesquisa científica até a gestão de empresas engajadas em P&D, produção e comercialização. Por essa razão fundamental, a ABRABI propõe que o equacionamento da questão Recursos Humanos tenha como referencial importante (embora não exclusivo) os POLOS ou PARQUES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS.

7. COMPETITIVIDADE EM BIOTECNOLOGIA MODERNA: CONDIÇÕES DE CONTORNO NO BRASIL

7.1 COMPETITIVIDADE E ACESSO A TECNOLOGIAS INOVADORAS

A BIOTECNOLOGIA CLÁSSICA brasileira teve desenvolvimento histórico progressivo e não apresenta problemas especiais de acesso à Tecnologia. É uma Indústria solidamente estabelecida, cuja estratégia baseia-se na qualidade, produtividade e eficiência de comercialização, num mercado nacional de competição aberta e pouca ou nenhuma proteção tarifária. A presença de capitais nacionais nesse mercado É predominante, mas a capacidade própria de inovação tecnológica destes agentes econômicos É limitada. O principal problema de nossas empresas de Biotecnologia Clássica será, a curto e médio prazo (nesta década), o incremento da qualidade e da produtividade. Sensíveis ganhos podem ser introduzidos pela melhoria da gestão tecnológica (inclusive gestão da qualidade) e da gestão empresarial como um todo. A longo prazo (próxima década), o Setor depende de real modernização para garantir-lhe competitividade futura. A consolidação dessas estratégias é atribuição de segmentos já consolidados da Economia Nacional (Agricultura, Agro-Indústria, Papel e Celulose, etc) e não será tratada no presente documento.

A BIOTECNOLOGIA MODERNA tem uma problemática totalmente diferente. Nasceu, no plano industrial, na década de 80, em decorrência da apropriação de resultados recentemente acumulados (1960-1980) pela investigação científica de fronteira em Biologia Molecular e Celular. A sua base de conhecimentos científicos, desenvolvida nos Países Industrializados por uma força de trabalho altamente qualificada e crescentemente numerosa, continua em acelerada evolução, renovando rapidamente o estoque de conhecimentos. Novas biotecnologias modernas e seus novos produtos já estão afetando importantemente vários mercados-alvo nos Países Industrializados, deslocando tecnologias e produtos clássicos; e ameaçam invadir mercados até hoje alheios à Biotecnologia. Por isto, a Biotecnologia Moderna É tida como importante fator de transformação da Biotecnologia Clássica e como importante agente de impacto econômico renovador em vários outros setores.

Pelas características do seu atual estado evolutivo, que a caracteriza como "tecnologia de ponta," o acesso aos conhecimentos industrialmente relevantes da Biotecnologia Moderna não É livre para o cientista, o tecnólogo ou a empresa brasileira. Algumas das principais tecnologias e produtos estão patenteados no exterior; mas a maioria acha-se cuidadosamente retida na forma de segredo industrial. A ausência de proteção à propriedade industrial e a fraqueza do sistema de proteção ao segredo industrial, são certamente fatores que contribuem importantemente para que o Brasil, um País de reconhecido potencial biotecnológico e detentor de uma das mais ricas variabilidades genéticas do planeta, venha sendo judiciosamente afastado da atividade empresarial internacional na fronteira biotecnológica. Mas o fator principal desta dificuldade de acesso reside talvez na nossa limitada capacidade de planejamento estratégico e coordenação de ações.

A realidade industrial brasileira em Biotecnologia Moderna É ainda extremamente modesta. Comparados aos seus congêneres do Primeiro Mundo ou de outros Países de Industrialização Recente, os nossos núcleos institucionais e empresariais relevantes para a atividade de P&D ressentem-se de dificuldades notáveis de acesso a insumos, equipamentos, serviços de suporte e custeio para uma ação continuada. Assim mesmo, os primeiros produtos da engenharia genética e da tecnologia de híbridomas desenvolvidos no Brasil devem atingir o mercado nos próximos dois anos. Deve-se este sucesso à excelência relativa (em número e qualidade) da base de Ciências Biológicas pré-existente no País. Mas É evidente para todos que o Brasil não passará de sucessos esporádicos se não cuidar de modernizar e desenvolver a sua base científica

de Ciências Biológicas e Engenharias ligadas à Biotecnologia, em conjugação com o desenvolvimento de sua Indústria Biotecnológica "de ponta."

Para a Biotecnologia Moderna recomenda-se uma estratégia de competitividade baseada num esforço concentrado de FORTALECIMENTO DA BASE CIENTÍFICA NACIONAL, acoplado à Implantação DE UMA FORÇA DE P&D INDUSTRIAL MODERNA e de porte adequado à uma função central de inovação de produtos e processos. Foi apresentado no item 5.4 acima um modelo de desenvolvimento deste tipo. Tal força de P&D para a Biotecnologia Industrial deve necessariamente ser formada e rapidamente aperfeiçoada em contato Íntimo com a comunidade científica nacional e internacional, num ambiente de regras relacionais e operacionais claras e de exposição intensiva do conjunto a fatores críticos de competitividade intelectual e empresarial.

Nenhuma forma continuada de competitividade industrial pode existir em Biotecnologia (Clássica ou Moderna) no Brasil, sem:

* Mecanismos de incorporação da inovação na Indústria, incluindo não só a Biotecnologia Moderna como também a modernização das tecnologias empregadas pela Biotecnologia Clássica. Foi discutido no item 3.4 as condições de satisfação desse requisito.

* Fortalecimento das Instituições Científicas encarregadas da Pesquisa Exploratória (básica e aplicada) e da formação de recursos humanos de alto nível, com o estabelecimento de mecanismos de cooperação com a Indústria. Este item foi também discutido no item 3.4.

* Definição de uma Tecnologia Industrial Básica para o Setor (Proteção à Propriedade Intelectual, Normalização de Produtos, Certificação de Qualidade e Licenciamento de Produtos, Normas de Segurança Pessoal e Ambiental).

* Aparelhamento da Gestão EMPRESARIAL para promover o incremento de QUALIDADE E PRODUTIVIDADE nas atuais Empresas de Biotecnologia, assim como para criar novas empresas que sejam dinâmicas não só na inovação tecnológica como na sua eficiência gerencial e mercadológica.

* Incentivos financeiros, fiscais e mercadológicos capazes de alavancar a transformação da Indústria, conferindo-lhe a esperada competitividade.

Como os pontos da relação acima que ainda não foram tratados recaem estritamente nos aspectos empresariais da competitividade, a sua discussão abaixo reflete as posições da ABRABI nesses assuntos.

7.2 TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA PARA A BIOTECNOLOGIA

7.2.1 Proteção à Propriedade Industrial

Não há, no Código de Propriedade Industrial de 1970, ora vigente, uma proibição explícita ao patenteamento em Biotecnologia. A proibição incide indiretamente, em virtude das restrições na área de Saúde Humana, Alimentos e Química (nesta última, apenas os processos de obtenção são passíveis de proteção). Existem hoje no INPI numerosos pedidos de patentes em Biotecnologia (eram apontados 146 pelo INPI em 1990), aguardando pronunciamento. Menos que 10% desses pedidos provêm de empresas brasileiras, e pouquíssimos decorreram de invenções realizadas no Brasil. Tendo em vista a atividade criativa em Biotecnologia hoje existente no País, fica claro que empresas e inventores brasileiros não se entusiasmaram até agora em dar entrada em pedidos de patente em n-meros sequer proporcionais ao nosso esforço atual de P & D.

A ABRABI sempre foi favorável à tese geral de que a propriedade intelectual em Biotecnologia deve ser protegida. A Associação vem desde 1986 discutindo como fazê-lo de forma eficaz e que atenda aos interesses primários da sociedade brasileira, dos inventores e do setor produtivo. Em 1988, a Assembléia Geral da ABRABI adotou, como posição de discussão, uma proposta que previa a progressividade temporal na adoção de proteção à propriedade intelectual, condicionada ao domínio também progressivo de conhecimentos e tecnologias biológicas pela Ciência e pela Indústria no Brasil. A idéia de progressividade mostrou ser de difícil implementação prática, dada a multiplicidade de frentes de avanço da Biotecnologia e a necessidade de adotar-se um quadro legal claro, dentro do qual se pudesse plasmar um desenvolvimento tecnológico e uma estratégia de competitividade comercial. Nasceu daí uma segunda posição da ABRABI em 1990, propondo a adoção de patentes biotecnológicas sem qualquer condicionante temporal. A proposta foi transformada num documento formalmente adotada pela Assembléia Geral de julho de 1991 ("Contribuição para um Tratamento da Biotecnologia Moderna na Nova Lei de Propriedade Industrial"), documento esse apresentado ao Congresso Nacional em agosto de 1991.

PRODUTOS PRIMÁRIOS

Cientistas e empresas ativas em P&D na Biotecnologia Moderna têm grande interesse no PATENTEAMENTO DE PRODUTOS PRIMÁRIOS REPRESENTADOS POR PARTES SUBCELULARES ATIVAS DE ORGANISMOS VIVOS (inclusive gens, vetores de expressão e assemelhados). Primeiro, a disponibilidade de proteção proveria amplo acesso ao mercado internacional desses produtos, que constituem insumos fundamentais para as atividades de pesquisa. Segundo, a proteção estimularia o investimento em P & D no Brasil e conseqüentemente premiaria o inventor nacional. Não há malefícios à vista para a proteção desse tipo de construção biológica pelo engenho humano ou de seus processos de obtenção.

Não há tampouco objeções técnicas ou de conveniência mercadológica para a proteção patentária a microorganismos engenheirados ou seus processos de obtenção. Todavia, tais microorganismos são partículas complexas não passíveis de plena descrição. Portanto, nesses casos, o requisito de "full disclosure" só pode ser cumprido mediante depósito da cepa em um Banco de Microorganismos. Existem sistemas internacionais de depósito (Tratado de Budapest) aos quais o Brasil pode aderir. É todavia aconselhável, por razões de segurança e conveniência, que todo microorganismo patenteado no Brasil seja também aqui depositado. Embora seja caro, um Sistema Nacional de Depósitos de Microorganismos e Células de Organismos Superiores (animais e plantas) deve ser implementado de forma descentralizada, através de núcleos

especializados em determinado tipo de microorganismo ou célula. Além de centros de depósitos para fins patentários, esses "bancos" cumprem a importante função de distribuir tais células aos grupos científicos que as requisitam. Algumas entidades desse tipo, todas sem finalidades lucrativas, existem no Brasil.

A questão entra francamente na esfera do debate internacional quando se considera o patenteamento de produtos biotecnológicos primários na forma de plantas e animais transgênicos. Na maioria dos países industrializados, já É (ou começa a ser) admitida a propriedade intelectual sobre animais claramente engenheirados pelo Homem. No terreno vegetal, a disseminação da patente como mecanismo de proteção É mais extensa, embora coexista com outra forma de proteção: a "proteção de obtensões vegetais," ou "direitos de melhorista." Os direitos de melhorista, regidos pela convenção internacional da UPOV, constituem uma forma mais mitigada de poder do proprietário. O detentor do benefício pode registrar uma nova variedade vegetal por ele desenvolvida (por genética clássica ou moderna) e ganha com isso o direito de prover o mercado de semente básica (utilizada pelas companhias sementeiras para multiplicação e produção de semente comercial). Com isso, faz jus a um "royalty"; mas não tem poderes para direcionar a comercialização do seu produto intelectual, contrariamente ao sistema de patente, no qual É total o poder de discriminação comercial do proprietário do direito. Em ambos sistemas, patente ou direitos de melhoristas, É livre a utilização do produto ou do processo protegido, com a finalidade de pesquisa. Ambos sistemas exigem depósito de material vegetal capaz de reconstituir a planta protegida (semente, cultura organogênica). Infelizmente, o Sistema UPOV, por suas características próprias, não atende aos inventores que lidam com a Biotecnologia Moderna, particularmente a Engenharia Genética. Para estes, É necessário o patenteamento de células e indivíduos transformados, mesmo que a proteção "na forma geneticamente fixa de uma espécie, raça ou variedade" venha a ser separada ou cumulativamente outorgada pela UPOV (cuja atual Convenção prevê e autoriza a dupla proteção).

PRODUTOS SECUNDÁRIOS

Quanto aos produtos biotecnológicos secundários, uma parte importante É representada por produtos químicos, muitos dos quais de aplicação em Saúde e Alimentação. A ABRABI entende ser, em princípio, desejável estender o patenteamento a qualquer processo ou produto secundário, químico ou não, independente de sua destinação de uso, dentro de critérios a serem definidos. Todavia, entende também não ser viável uma resolução unilateral da questão. O assunto deve ser discutido e resolvido conjuntamente com os demais setores interessados em produtos químicos (principalmente química fina, indústria farmacêutica e indústria de alimentos).

MECANISMOS GERAIS DA CONVENÇÃO DE PARIS

A ABRABI apóia inteiramente a posição do Brasil no que tange à plena adesão aos mecanismos previstos na Convenção de Paris, cuja observância é resguardada através da WIPO - World Intellectual Property Organization. Vale dizer que a ABRABI entende que autodeterminação nacional na determinação de mecanismos e prazos de proteção, de caducidade e de licença compulsória são uma contrapartida de segurança social que equilibra e legitima, de forma efetiva, a outorga do privilegio de exploração concedido ao inventor.

A ABRABI entende ainda que existem pontos críticos nas atuais propostas de alteração legislativa, que o Governo e o Congresso saberão ponderar, após as sondagens de opinião necessárias.

SEGREDO INDUSTRIAL

Muitas das informações fundamentais da Ciência e da Tecnologia Biológica correm, pelo seu dinamismo, pela rota do segredo industrial, e jamais chegam a ser patenteadas ou protegidas de outra forma. O respeito ao segredo industrial e ao privilégio de comunicação científica privada É absolutamente essencial ao estabelecimento de um intercâmbio intenso e saudável entre atores de P&D nas Instituições Científicas e nas Empresas, dentro e fora do País. A existência de um ambiente de respeito ao segredo industrial e à comunicação científica privada É também condição "sine qua non" para o estabelecimento de uma ambiência sadia nos Pólos e Parques Científico-Industriais de Biotecnologia.

A ABRABI insiste num posicionamento Ético claro na proteção ao segredo industrial e se coloca frontalmente contrária a qualquer tipo de trânsito não autorizado de conhecimentos entre atores de Pesquisa e Desenvolvimento, seja no Âmbito interno seja no internacional. Entende também que princípios Éticos, por melhores que sejam, somente podem ser operacionalizados na prática comercial se forem instrumentados por dispositivos legais claros, que obriguem pessoas físicas e jurídicas e imponham um sistema de sanções severas, aplicáveis no País e no exterior, aos eventuais infratores.

A ABRABI propõe que essa questão seja subseqüentemente enfocada, com base em estudo jurídico que envolva representação do Governo, das Empresas e da Comunidade Científica. A questão claramente extrapola o Âmbito da Biotecnologia.

7.2.2 Certificação de Qualidade e Licenciamento de Produtos

A ABRABI adere integralmente aos preceitos da Política Industrial e de Comércio Exterior no que tange ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade. No Âmbito da Biotecnologia e suas aplicações nos setores Saúde, Alimentos e Agricultura, normas e padrões compatíveis com as exigências internacionais estão agora sendo estudados pela Associação.

Na questão de Licenciamento para a comercialização de produtos, particularmente no setor Saúde, a ABRABI entende ser essencial a formação de um grupo de trabalho que reúna a Indústria, o Governo e uma sólida assessoria técnico-científica, com o objetivo de repensar um sistema simplificado mas exigente em termos qualitativos, que trabalhe com regras claras e seja capaz de acelerar a tramitação de licenças, dentro do princípio de que a consideração fundamental é a segurança e o benefício do Cidadão.

7.2.3 Normas de Segurança Individual e Ambiental

Este É mais um ponto fundamental para a Biotecnologia, principalmente a Biotecnologia Moderna. Existe proposta legislativa no que tange à Bio-Ética e à Bio-Segurança em tramitação

no Congresso. Infelizmente, o projeto contém princípios que, se aceitos, tornariam impossíveis as atividades de P & D biotecnológico moderno pela iniciativa privada no Brasil. A ABRABI vem mantendo contatos com os parlamentares e o Relator a esse respeito. Até que legislação específica seja passada, a ABRABI recomenda trabalhar dentro das regras internacionalmente aceitas para Segurança Individual, Coletiva e Ambiental (NIH rules; EPA rules; OECD rules).

7.3 CONDIÇÕES ESTRUTURAIS PARA O FINANCIAMENTO DA BIOTECNOLOGIA MODERNA NO BRASIL

Considerações financeiras constituirão um obstáculo importante na fase de transição da Indústria Brasileira para a capacitação tecnológica e a competitividade em mercados abertos.

Em Biotecnologia Moderna, será impossível para uma Empresa posicionar-se competitivamente sem que tenha dentro de casa um núcleo qualificado de P&D, contando com pesquisadores capazes de interagir eficazmente com seus pares nas instituições científicas e tecnológicas. Os custos da implantação física e custeio operacional de um bom núcleo de P&D tornam o investimento pouco atrativo numa conjuntura de transição, em face ao tempo de amadurecimento necessário para que retornos palpáveis possam resultar (tempo médio de amadurecimento intelectual e otimização do trabalho de um núcleo de P&D é da ordem de dez anos).

A lição dos países Industrializados mostra que a capacitação tecnológica de um setor industrial exige um considerável investimento público, cujo retorno à Sociedade se fará a médio e longo prazo. A indústria americana recebia em 1960 recursos federais diretos (fora incentivos fiscais) montando a 63% de todo o seu investimento e custeio de P&D. Este percentual é hoje menor, mas em 1990 a mesma fonte (National Science Foundation/USA) apontava um apoio de recursos públicos (sob forma principalmente de contratos competitivos em programas especiais) montando ainda a 33% das despesas/investimentos totais do P&D empresarial. Ao mesmo tempo, as despesas com P&D feitas com recursos próprios nos USA podiam, até recentemente, ser lançadas em dobro para efeitos fiscais. Seria difícil conceber que a capacitação tecnológica da indústria brasileira em geral possa ser realizada com incentivos menores. Porquanto a Indústria Biotecnológica Americana tenha se desenvolvido fundamentalmente na base do capital privado, vale lembrar o que foi anotado no item 4.1: cerca de 1/3 dos dispêndios de P & D da Indústria Biotecnológica é custeado com recursos governamentais, através de "grants" ou contratos de pesquisa, acompanhando portanto a tendência geral da Indústria nos USA.

Os incentivos financeiros diretos (capitalização, financiamento, incentivos fiscais) e indiretos (recursos humanos, implantação de facilidades centrais compartilhadas, fortalecimento da infra-estrutura técnico-científica institucional), propostos pela Política Industrial e de Comércio Exterior, infelizmente jamais chegaram a desenvolvimento pleno. De fato, a parte financeira (FNDCT, PADCT, RHAE etc) ficou sacrificada pela crise econômica nacional e a parte fiscal, dependente de legislação específica, arrasta-se morosamente pelos desvãos do desentendimento político entre o Executivo e o Legislativo. Existem à disposição apenas os mecanismos clássicos de financiamento com retorno (ADTEN/FINEP e BNDES). Outros mecanismos de

investimentos, como capitalização pelo Estado e financiamentos com risco compartilhado estão formalmente fechados à micro e pequena empresa. Mesmo, as de maior porte, representam custos altos e desgastes burocráticos inaceitáveis. Abstemo-nos de aprofundar esse assunto, apenas listando as demandas apresentadas pela ABRABI no seu "Plano de Competitividade Industrial / Setor Biotecnologia."

INCENTIVOS FISCAIS

INCENTIVO I. Operações de financiamento, contratadas entre as Agências Financeiras do Estado e as micro/pequenas empresas tecnologicamente dinâmicas devem ser dispensadas da apresentação de garantias reais ou fiduciárias pelo tomador. Tal renúncia por parte das Agências É considerada parte integrante do risco público no incentivo ao Programa de Competitividade Industrial. Alternativamente, a rotina bancária da avaliação pode, nesses casos, ser satisfeita com o aval de uma segunda Agência de Fomento, que, sem dispendir recursos, ainda assim participa do risco.

INCENTIVO II. Criação de um Sistema de Chamadas Competitivas, mediante editais públicos amplamente divulgados, para a contratação (ou financiamento não-reembolsável) de projetos de P&D no Âmbito dos Programas Estratégicos de Biotecnologia. Os editais devem ser abertos exclusivamente a consórcios científico-tecnológicos que envolvam obrigatoriamente instituições científicas e empresas brasileiras de pequeno e médio porte, admitida a subcontratação parcial no Brasil ou no exterior, com instituições científicas e/ou empresas de qualquer porte.

INCENTIVO III. Em adição às vantagens fiscais da Medida Provisória nº 280/90 e outras introduzidas pela Portaria 538/90, sugere-se a seguinte ampliação: "para fins de demonstração fiscal, todos os gastos contabilizados pela empresa e classificáveis como despesas operacionais ou pagamentos a terceiros relativos a projeto de P&D aprovado no Âmbito dos Programas Estratégicos de Biotecnologia, serão contabilizados multiplicados pelo fator 2 (dois)."

INCENTIVO IV. Não serão computáveis como receitas, para fins de imposto de renda, os "royalties" e outros direitos recebidos de qualquer origem, por pessoas físicas ou jurídicas, em decorrência de licenciamento de propriedade intelectual, patenteada ou protegida por outro mecanismo legal, no Brasil e/ou no exterior, condicionado ao atendimento de todas as condições seguintes: (a) o beneficiário ser autor, co-autor, financiador ou co-financiador do invento gerador da patente ou proteção; e (b) a patente ou proteção ter como principais proprietários (mínimo de 51%), isolados ou consorciados, pessoas jurídicas brasileiras ou pessoas físicas que efetiva e legalmente residam no Brasil e aqui exerçam a sua principal atividade. Propõe-se, como consequência natural, que a tributação retida no estrangeiro seja contrabalançada, no Brasil, com a disponibilização de recursos equivalentes, condicionada à sua aplicação em atividades de pesquisa e desenvolvimento comprováveis.

O INCENTIVO I vem corrigir uma discriminação odiosa e inteiramente desnecessária das grandes Agências Federais e seus Agentes repassadores nos Estados. Se um projeto É bom e consegue atravessar o crivo crítico dessas instituições, não deve deixar de ser apoiado apenas porque o eventual tomador não consegue apresentar garantias reais; nem deve um pequeno empreendimento ter seu financiamento onerado com os custos de garantias fiduciárias vendidas por terceiros agentes.

O INCENTIVO II É de importância crítica para uma capacitação tecnológica rápida de empresas engajadas nos Programas Estratégicos. Em primeiro lugar, permite-lhes, independentemente de tamanho e disponibilidade financeira, implantar e operar núcleos competentes de P&D, empregando a mão-de-obra qualificada que começará a ser gerada pelos Centros de Ensino e Pesquisa e pelas Escolas Técnicas. Segundo, estimula as empresas de tecnologia de ponta a trabalhar em sistema consorciado com instituições científicas e outras empresas. Terceiro, encoraja todo esse conjunto a buscar complementaridades dentro e fora do País, tendo em vista exclusivamente a eficiência, a qualidade e a adequação dos vários atores do projeto, em ambiente de saudável competição.

O INCENTIVO III, na forma de vantagem fiscal adicional à prevista nos novos instrumentos legais, constitui-se em estímulo adicional não só à participação em projetos de P&D dos Programas Estratégicos, como também à maximização de sua contrapartida nesses projetos. Uma empresa que se apresente apenas como contratada em determinado projeto, sem entrar com contrapartida, não se beneficiará. No outro extremo, uma empresa que entre no projeto sem nada receber (isto é, investindo 100% de sua participação), contabilizará em dobro todas as suas despesas no projeto para fins fiscais. Tais empresas poderão mesmo ser incentivadas a cobrir integralmente os custos de um projeto, ou parcela desses custos superior à sua participação física ou intelectual no projeto (portanto aumentando proporcionalmente sua participação no prêmio da propriedade industrial).

O INCENTIVO IV É um prêmio à criatividade e ao investimento em criatividade, onde quer que ele ocorra. É portanto de aplicação mais geral que a própria biotecnologia. É todavia altamente recomendável num momento histórico em que se procura induzir uma mudança radical de atitude nos indivíduos e nas empresas. Tem a vantagem adicional de premiar não o esforço, mas o sucesso.

Do ponto de vista de renúncia fiscal, os INCENTIVOS II e III acima têm a virtude de ser de aplicação restrita e controlável, no plano contábil, pelas Agências Públicas a cujo cargo estará o Sistema de Chamadas Competitivas e o controle dos Programas Estratégicos. O INCENTIVO IV, igualmente restrito em sua aplicação, terá seu controle feito através do registro legal da propriedade intelectual e da averbação de contratos de licenciamento ou similares, nos órgãos competentes. Nenhum destes mecanismos gerará assim sangria sensível do Orçamento Fiscal, ou abusos de difícil coerção.

INCENTIVOS MERCADOLÓGICOS E COMPETITIVIDADE

A Biotecnologia Clássica tem se desempenhado satisfatoriamente nos seus segmentos maduros, que enfrentam competição aberta nos mercados internacionais. Já nos segmentos em processo de modernização, a Biotecnologia Clássica mostra-se ainda frágil para a competição aberta, e necessita da atenção e do apoio da Biotecnologia Moderna.

Em Biotecnologia Moderna, o acesso eficiente ao mercado é um dos componentes mais críticos do risco. É sem dúvida o ponto principal de estrangulamento das microempresas e pequenas empresas tecnológicas; e é uma ponderação pesada na decisão de qualquer grande empresa de biotecnologia. Dado o estado nascente da Indústria Biotecnológica Moderna no País, certamente se torna necessário estabelecer mecanismos de apoio especiais.

A ABRABI propõe, como importantes e plenamente aplicáveis tanto à Biotecnologia Moderna quanto aos setores de Biotecnologia Clássica ora em fase de modernização, os seguintes mecanismos/incentivos adicionais:

INCENTIVO V. Os Pólos ou Parques de Biotecnologia poderão organizar redes integradas de comercialização, com a participação de empresas produtoras e compradoras associadas, residentes ou não. Legislação especial determinará a natureza jurídica das redes e alocará benefícios fiscais específicos para as transações efetuadas no seu Âmbito, ou entre as redes e clientes não associados.

INCENTIVO VI. O Poder Público, deverá regulamentar em Lei a aplicação do Art. 171, parágrafo 2º da Constituição, que determina a preferência por empresas brasileiras de capital nacional. Ao lado de exigências gerais feitas a fornecedores do Estado (adesão a sistemas credenciados de certificação de qualidade, observância de padrões legais de cuidados ambientais e licenciamento ético de produtos destinados a uso/consumo humano), a ABRABI pleiteia apenas que: (a) as licitações para compras, mesmo emergenciais ou pequenas, sejam automaticamente comunicadas às Associações de Classe Empresarial pertinentes e às redes integradas de comercialização dos Pólos/Parques Científico-Tecnológicos devidamente credenciadas junto ao Poder Público; e (b) os grandes compradores estatais (aí incluídas empresas públicas e de economia mista) publiquem e igualmente informem aos Pólos/Parques Científico-Tecnológicos e Associações de Classe as suas programações anuais e plurianuais (se cabível) de compras de produtos, serviços e tecnologias, aí incluídos produtos biotecnológicos primários e secundários.

INCENTIVO VII. Linhas de financiamento, com cláusula de risco, devem ser oferecidas pelas Agências designadas na Portaria nº 538/90, para apoiar a comercialização pioneira, no Brasil e no exterior, de serviços e produtos resultantes de:(a) atividade de P&D englobada em Programas Estratégicos; ou (b) processos e produtos passíveis de proteção legal (patente e outros), resultantes de atividade de P&D realizadas por empresas brasileiras de capital nacional e pessoas físicas que residam e trabalhem legalmente no Brasil, sozinhas ou consorciadas, sendo permitido o envolvimento minoritário de pessoa física ou jurídica de qualquer nacionalidade. Em qualquer caso, deve ser exigida a observância de controle de qualidade, cuidado ambiental e licenciamento (quando necessário).

INCENTIVO VIII. Linhas de financiamento, com cláusula de risco, devem ser oferecidas pelas Agências designadas na Portaria nº 538/90, para apoiar pessoas físicas e micro/pequenas/médias empresas brasileiras de capital nacional: (a) no registro de patentes e assemelhados, no Brasil e no exterior, bem como na eventual necessidade de defesa contra a infringência comercial ou a contestação legal da propriedade intelectual; (b) na busca, participação em concorrências e negociações para o fornecimento de serviços, tecnologias e produtos decorrentes da propriedade intelectual obtida na forma da alínea "a" acima.

INCENTIVO IX. Tarifas aduaneiras diferenciadas e de natureza temporária devem ser criadas para proteger os cinco primeiros anos de comercialização de serviços e produtos resultantes de trabalhos de P&D efetivamente realizados no Brasil e cuja propriedade intelectual seja legalmente detida por uma pessoa jurídica brasileira, de capital nacional ou não, ou por pessoa física que resida e trabalhe legalmente no Brasil.

Para fins estatísticos e de controle comercial, a ABRABI e o Poder Público devem colaborar na preparação de uma classificação de produtos biotecnológicos primários e secundários, que uma vez aprovada pelas autoridades competentes, passará a ser utilizada como padrão para a classificação aduaneira.

CAPITAL DE RISCO

Foi apontado no item 4 a enorme importância do Capital de Risco (privado e público) para o desenvolvimento de indústrias "de ponta," como a Biotecnologia. Esse tipo de capitalização funciona quando existem perspectivas de ganhos extraordinários coordenados por investidores sagazes, capazes de tomar riscos altos mas bem calculados. Esses investidores oferecem-se como depositários fiéis de "private placements" (investimentos privados entregues em confiança, com o alerta sobre o alto risco da operação), aos quais acenam com a possibilidade de lucros concretos muito acima dos obtíveis seja no mercado financeiro seja nas bolsas de valores. Os Fundos de capital de risco assim organizados, que correspondem a massas financeiras entre 20 e 50 milhões de dólares, são judiciosamente aplicados numa carteira variada de empreendimentos de base tecnológica com características inovadoras radicais. O capital de risco financia fases finais do desenvolvimento de uma idéia, co-optando seu autor e apropriando as oportunidades de desenvolvimento posterior. Formada a empresa, o Fundo geralmente dilui o seu risco atraindo outros investidores, especialmente outras empresas potencialmente interessadas no desenvolvimento daquele produto enquanto tecnologia produtiva ou enquanto insumo de produção inovadora. Completado sob proteção (patente e segredo industrial) o ciclo de aperfeiçoamento tecnológico e feitos os testes oficiais certificadores da eficácia e ausência de efeitos colaterais ou ambientais indesejáveis, o Fundo de investimento de risco prepara a pequena empresa "to go public", abrindo o seu capital diretamente numa Bolsa de Valores Mobiliários ou num "Mercado de Balcão". Nesse momento, com base no valor comercial das tecnologias e produtos gerados, é determinado o valor das ações e a percentagem do seu total em oferta pública. Nesse momento, o Fundo de Capital de Risco usualmente vende a sua parte e capitaliza um lucro importante, que é repassado aos investidores originais dentro de regras adrede acertadas. O resultado final é que a nova empresa pública, fortemente capitalizada pelos subscritores das novas ações, tem agora o capital necessário para prosseguir a sua aventura sob orientação dos novos donos (dentre os quais os fundadores quase sempre detêm posições significativas).

Com o fito de incorporar a Indústria de Capital de Risco à realidade do mercado de capitais no Brasil, a ABRABI, juntamente com várias outras Associações de Empresas de Base Tecnológica no setor Microeletrônica e Informática e com apoio da SBPC, apresentaram uma emenda ao Projeto de Lei de Incentivos Fiscais para o Investimento Empresarial em Ciência e a Tecnologia, que ora tramita no Senado Federal. Infelizmente, nem a Lei foi ainda votada nem há qualquer certeza da acolhida dos dispositivos sugeridos pela ABRABI.

8. CONCLUSÃO

8.1 AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE BRASILEIRA EM BIOTECNOLOGIA MODERNA

Examina-se a seguir o tema **COMPETITIVIDADE BRASILEIRA EM BIOTECNOLOGIA MODERNA** enquanto **BASE CIENTÍFICA** e enquanto **INDÚSTRIA DE BIOTECNOLOGIA MODERNA**.

A questão se coloca por estar o Brasil apenas tentando emergir de uma crise econômico-financeira sem precedentes, que atingiu frontalmente o financiamento público da Ciência e da Tecnologia. O Governo precisa portanto concentrar esforços e estar certo nas suas escolhas. A Iniciativa Privada, também atingida pela crise, precisa por seu lado ter certeza de contar com condições de contorno adequadas (tecnológicas, econômicas, financeiras e de "regaras do jogo") para poder entrar numa atividade sadia e lucrativa, porque aberta e competitiva por si própria.

Nestes termos, sem nenhum favor, dificilmente será encontrada uma nova fronteira tecnológica que traga mais benefícios para um País como o Brasil do que a Biotecnologia Moderna. Ela impacta o Setor Saúde, um dos pontos críticos de capacitação para o trabalho em todos a Economia Brasileira. Impacta também a Agricultura e a Agro-Indústria, num País verde, ensolarado e de dimensões continentais. Abre portas para utilizações inovadoras da Biomassa. Contribui importantemente para o manejo ambiental, questão que se coloca com redobrada importância se vamos manter ecologicamente sadias as nossas iniciativas de industrialização e a ocupação de nossas Cidades e do nosso Campo. E até cria possibilidades de grande inovação em áreas ainda pouco desenvolvidas no mundo todo, como a Biônica.

Mas o problema não está em definir se a Biotecnologia Moderna é importante para o Brasil; não há dúvidas a respeito. Mas todos os benefícios enumerados (ou grande parte deles), poderão nos ser oferecidos a partir de desenvolvimentos cuja tecnologia venha do Primeiro Mundo, ou até de produtos importados num mercado internacional aberto e justo. Isso poderá de fato ocorrer facilmente. O Brasil é um Mercado crescentemente interessante, que corresponde a cerca de 35% da América Latina como um todo e ainda por cima dotado de uma infraestrutura industrial e comercial razoavelmente sólida. O PROBLEMA ESTÁ EM DEFINIR SE O BRASIL PODERÁ SER IMPORTANTE PARA A BIOTECNOLOGIA MODERNA, ou ao menos se conseguirá, em tempo hábil, ser AUTOCONFIANTE EM BIOTECNOLOGIA MODERNA.

A BASE CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA MODERNA BRASILEIRA É PEQUENA MAS SIGNIFICATIVA, PODENDO SERVIR DE BASE PARA UM IMPORTANTE DESENVOLVIMENTO FUTURO. De fato, como em outros Países coloniais emergentes, as Ciências da Vida foram as primeiras a se desenvolver, como forma de amparo à economia agrícola e à capacitação geral da mão de obra. Hoje, as Ciências Biológicas e seus ramos Bio-Médico e Agro-pecuário constituem facilmente mais de 50% da atividade científica de nossas Universidades e Institutos Tecnológicos. São elas de fato a base da excelência qualitativa e quantitativa da produção científica brasileira, que ocupa ainda a primeira posição na América Latina e, no Âmbito dos Países em industrialização, só é batida pela da Índia. Nos campos mais diretamente ligados à Biotecnologia Moderna (Biologia Celular, Biologia Molecular e outras

disciplinas mais gerais que constituem o seu "background"; vide Quadro I), o País começa a surgir com força. O Brasil foi sem dúvida um dos Países Emergentes que mais investiu na montagem de uma infraestrutura significativa de Bio-Ciências, com ênfase nos setores "pro-ativo" em relação à Biotecnologia. Existem já pelo menos três estruturas de pós graduação ("lato sensu" e/ou "stricto sensu"), que começam a formar pessoal com apreciável grau de qualificação em Biotecnologia Moderna. Existem também, entre nossos melhores centros e o exterior, múltiplos laços pessoais e profissionais, em grande parte derivado do uso difundido de estudos no exterior.

Todos os indicadores positivos de Bio-Ciências citados acima não podem todavia obnubilar o fato de que ainda é muito pouco para um País das dimensões geográficas, demográficas e econômicas do Brasil. O quanto isso é pouco hoje pode ser dimensionado através do Modelo Quantitativo apresentado no item 6 acima, juntamente com os Quadros III e IV e as Figuras 2 e 3. Daqui até o Ano 2000, para uma proposta de dominar cerca de 70% do Mercado Interno de Biotecnologia Moderna, precisaremos aumentar a nossa força científica de aproximadamente 2.460 para 14.070 Mestres e Doutores. Precisaríamos atingir um pico de 4.760 mestrandos e doutorandos em formação no Brasil, número esse que depois diminuirá. E atingir outros 3.645 bolsistas de vários tipos no Exterior, que poderá também diminuir a partir daí. Os custos da pós graduação (Brasil e Exterior) e da pesquisa intrinsecamente associada nas Bio-Ciências embaixadoras da Biotecnologia custa já algo da ordem de US\$ 100 milhões por ano. Custará em 1996 quase US\$ 400 milhões, caindo no Ano 2000 para US\$ 242 milhões. Tal esforço financeiro e acadêmico, fatalmente em detrimento de outras áreas, só se justifica se o Brasil puder pelo menos tornar-se "auto-confiante" em matéria de Biotecnologia Moderna, termo aquele entendido como o fornecimento de fração apreciável da demanda de nosso Mercado Interno por bens e serviços produzidos no País, com contribuição crescente da base científica brasileira em termos de inovação tecnológica e formação de pessoal qualificado. N/O VALER2 A PENA DISPENDER ESSES RECURSOS SE N/O HOVER PERFEITA SINTONIA DE DESÍGNIOS ENTRE A ACADEMIA, O GOVERNO E O EMPRESARIADO. Mas se esta sintonia for alcançada, não há obstáculos, no plano científico e tecnológico para que o Brasil "chegue lá."

A BASE INDUSTRIAL DA BIOTECNOLOGIA MODERNA BRASILEIRA APRESENTA DUAS VERTENTES RADICALMENTE DIFERENTES.

A PRIMEIRA VERTENTE INDUSTRIAL É REPRESENTADA PELAS EBP's (Empresas de Bio-Produção), que utilizam seres vivos em bio-processos produtores de insumos e produtos. O Quadro II demonstra que as Empresas de Biotecnologia Clássica são extremamente fortes no Brasil, representando acesso a um mercado da ordem de US\$ 17 bilhões anuais. A modernização das EBP's brasileiras (ou de uma parte delas, para ser realista) representa o principal potencial de crescimento imediato da Indústria Biotecnológica Moderna no País e o principal fator econômico a ser considerado para o Ano 2000. Cabe todavia notar que tais empresas, que vão do pequeno ao grande porte, têm a produção, a comercialização e o lucro como consideração primordial. Portanto, não hesitarão em comprar Biotecnologia Moderna estrangeira, ou estabelecer "joint ventures" com detentores estrangeiros dessas tecnologias, se e quando isso se tornar possível no mercado internacional aberto e com regras crescentemente rígidas de defesa da propriedade industrial. Assim, para que seja criada uma porta de entrada para a base científica da Biotecnologia Moderna brasileira poder interagir e crescer, será necessário desde

logo criar estruturas de interface e de associação de interesses que torne a "via interna" mais atraente e mais econômica que a "via externa" (vide abaixo). Provavelmente, o que ocorrerá daqui até o Ano 2000 é uma combinação das duas vias, com ênfase crescente (mas nunca exclusiva) da "via interna," a medida que maiores números de mão de obra qualificada se tornar disponível.

A SEGUNDA VERTENTE INDUSTRIAL É REPRESENTADA PELAS EDBs (Empresas Dedicadas de Biotecnologia), que se ocupam centralmente com o desenvolvimento de bio-produtos e bio-processos inovadores, particularmente novos seres vivos capazes de desempenhar melhor funções produtivas conhecidas, ou abrir novos mercados. As EDBs são, como vimos, os grandes e essenciais tradutores entre as bancadas científicas e a realidade industrial. Como foi também sugerido, A MELHOR OPÇÃO PARA O BRASIL É DESENVOLVER AS SUAS EDBs EM ÍNTIMO CONTATO COM O DESENVOLVIMENTO DA BASE CIENTÍFICA DA BIOTECNOLOGIA, EM PARQUES TECNOLÓGICOS FORMADOS EM TORNO DE NOSSOS PRINCIPAIS CENTROS GERADORES DE BIO-CONHECIMENTOS E DE Formação DE PESSOAL. Existem hoje no Brasil nada menos de seis centros científicos institucionais (ou inter-institucionais) que trabalham com programas de "incubadeiras de empresas" voltadas para a Biotecnologia, alguns deles com espaço para a formação de Parques Tecnológicos plenos ao seu redor. Estes centros devem ser o alvo lógico da concentração de esforços em torno das EDBs de Biotecnologia Moderna, de sua base científica e da formação de pessoal especializado em todos os níveis (inclusive Escolas Técnicas ofertadoras de programas em Biotecnologia).

Do exposto, pode-se concluir que embora as EDBs de Biotecnologia Moderna apenas comecem a formar-se no Brasil, o movimento já existe e comporta ampliação rápida, já que está associada a uma base científica que já é significativa e evoluiria com rapidez, conjuntamente com as EDBs. Crescendo essas, e aparecendo no mercado os serviços, insumos e produtos finos que lastreiam a bio-produção, teremos prontas as condições para uma interação crescente e profícua com as EDBs e com o mercado final.

Tudo isso, todavia, tem custos para a Indústria e para o Governo. Deixando de lado os custos da Pós graduação acima citados, o Modelo Quantitativo mostrado no ítem 6 acima prevê gastos de pesquisa e desenvolvimento pela Indústria Biotecnológica da ordem de US\$ 43 milhões, para os quais o Governo deveria, sob várias formas (inclusive a fundo perdido) aportar pelo menos 70% (além dos gastos a fundo perdido com pesquisas biotecnológicas associadas às Instituições Científicas, no valor de US\$ 133 milhões em 1992). Sem este apoio governamental, nada poderia ser obtido, já que a Indústria Biotecnológica Moderna estaria ainda em fase de desenvolvimento de seus negócios, que só começariam a amadurecer nos próximos anos. No Ano 2000, o Governo estaria ainda carregando cerca de 60% desses custos.

Assim, entre formação de recursos humanos e despesas com pesquisa e desenvolvimento, a equação financeira pode ser apresentada assim:

	GASTOS EM US\$ MILHÕES		
	GOVERNO	EMPRESA	TOTAL
ANO 1992	262,41	17,65	280,06

Como foi dito acima, é absolutamente essencial que Empresa, Governo e Academia acertem as suas Metas, os seus orçamentos e os seus comprometimentos desde agora, para que o sistema cresça com um máximo de economia e eficiência. Mas vale notar que, se nenhum entrosamento for feito agora, assim mesmo as forças vivas da Sociedade se encarregarão de buscar os seus próprios caminhos. Que naturalmente não serão previsíveis como o modelo quantitativo apresentado.

PODEMOS ASSIM RESPONDER à PERGUNTA INICIAL: A BIOTECNOLOGIA MODERNA É IMPORTANTE PARA O BRASIL. O PAIS TEM CONDIÇÕES BÁSICAS PARA SE DESENVOLVER CIENTÍFICA E INDUSTRIALMENTE NESSE SETOR, CONDICIONADO APENAS A QUE AS CONDIÇÕES MACROECONÔMICAS DO PROCESSO NÃO INTERFIRAM DE FORMA A TORNA-LO INEXEQUÍVEL.

8.2 RECOMENDAÇÕES

(a) As Associações de Classe Empresarial que reúnem EDBs e EBPs devem de imediato, em colaboração com o Governo e a Academia, examinar o modelo quantitativo e as premissas contidas no presente trabalho, de forma a concertarem um único Plano Nacional que defina a participação de cada parte no esforço e nas despesas de um Projeto Nacional para a Biotecnologia Moderna.

(b) O Governo, especialmente o Executivo e o Legislativo, devem adotar linhas gerais de ação que provejam os recursos necessários à implementação do lado financeiro público do Plano.

© O Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT), atualmente em vias de reformulação, deve aprovar o Plano e criar os mecanismos necessários para o seu efetivo acompanhamento, em íntima colaboração com o Empresariado e com as Comunidades Científicas envolvidas.

(d) As Agências de Fomento, os Bancos de Investimento, o SEBRAE e outros provedores de recursos financeiros de fomento deverão assumir o Plano como diretiva comum e única para o financiamento da Biotecnologia Moderna no Brasil. Será fundamental que o Plano seja tratado nessas Agências com a prioridade concentrada que merecerá um Programa Nacional, mormente no que tange à desburocratização, à valorização da qualidade do resultado e à idoneidade financeira dos mecanismos de manejo dos recursos públicos destinados a esse fim.

(e) Deve ser urgentemente providenciada a organização e oferta de cursos de nível técnico médio, de disciplinas de graduação e de cursos de mestrado e doutorado em Biotecnologia. Essas operações devem ser complementadas por um sistema flexível de aperfeiçoamento técnico e científico no Brasil e no Exterior (inclusive pós graduação no exterior).

(f) Devem ser selecionados não menos do cinco e não mais do que dez centros científicos atuantes de Biotecnologia para servirem de núcleo para um esforço concentrado de formação de Parques Tecnológicos voltados para (mas não necessariamente exclusivos de) Empresas

Dedicadas de Biotecnologia. Tais Parques Tecnológicos deverão ter gestão autônoma, através de pessoas jurídicas em que o empresariado represente ao menos 50% do poder decisório.

(g) A formação de redes de comercialização envolvendo as micro e pequenas empresas biotecnológicas e as grandes empresas que constituem o seu Mercado -Alvo devem ser uma preocupação primária das Federações de Indústria (e por isso da CNI) e das Associações Comerciais (e CNC). Para tanto, o SEBRAE deverá exercer papel central na formação e consolidação dos Parques Tecnológicos aqui tratados, mormente nos contatos das EDBs com o universo maior de micro e pequenas empresas bio-produtoras ou usuárias de bio-produtos que necessitam agudamente de modernização tecnológica e programas de qualidade total.

(h) O Executivo e o Legislativo devem tomar passos importantes para criar as condições de contorno necessárias a concretização de um Programa Nacional de Biotecnologia (Tecnologia Industrial Básica, mecanismos de financiamento ágil e favorecido, viabilização de uma Indústria de Capital de Risco).

* * *

O Autor deseja registrar a excelente colaboração dos seguintes colegas na coleta, elaboração e análise dos dados apresentados: Renato Montandón e Ione Egler, do MCT/DECOP; Celina Roitmann, Kumiko Mizuta e Marta Carvalho Humann, do CNPq; Patricia Lanari, da Fundação Bio-Minas; Américo Craveiro, do IPT/SP; Marcos Abilhoa, da APEBI e Biofill; Mário César Cubas, do Centro de Desenvolvimento Biotecnológico de Joinville, Sta. Catarina; Homero Dewes, do Departamento de Biotecnologia/UFRGS; e Marc Diaz, da Fundação Bio-Rio. O Autor agradece também o apoio administrativo de Isabel Cruz e Maria José Souza, bem como do "staff" da ABRABI.

BIBLIOGRAFIA

ABRABI (1991) - "Contribuição para um Tratamento da Biotecnologia Moderna na Nova Lei de Propriedade Industrial", editado pela Comissão Especial de Propriedade Industrial da ABRABI e apresentada ao Congresso Nacional e agosto de 1991.

Ibidem, (1991) - "Programa de Competitividade Industrial - Setor Biotecnologia," proposta da ABRABI aprovada pela Câmara Setorial de Biotecnologia, DIC/SNI/MEFP.

BURRIL, G.S. e LEE, K.B., Jr (1991) - "Biotech 91: A Changing Environment" - publicado por Ernst & Young, San Francisco.

Ibidem, (1993) - "Biotech 93: Accelerating Commercialization - An Industry Annual Report" - publicado por Ernst & Young, San Francisco.

COOMBS, J. e CAMPBELL, P.N. (1991) - "Biotechnology Worldwide," publicado para a COBIOTECH (International Scientific Committee for Biotechnology, ICSU) pela CPL Scientific Ltd., Newbury.

GUIMARÃES, J.A. (1993) - Comunicação Pessoal ("Financiamento à Ciência e Tecnologia em Ciências Biológicas no Brasil," em preparação).

MEDEIROS, J.A, MEDEIROS, L.A., MARTINS, T. e PERILO, S. (1992) - Pólos, Parques e Incubadoras: a Busca da Modernização e Competitividade," publicado conjuntamente por CNPq/IBICT e SENAI, Brasília.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1990) - "Science and Technology Data Book". NSF 90-304, publicado pela National Science Foundation, Washington D.C.+

PAES DE CARVALHO, A. (1988) - "O Pólo Bio-Rio: Presente e Futuro - Um Cenário de 1988 a 1998," anexo ao Plano Diretor do Pólo Bio-Rio, Fundação Bio-Rio, Rio de Janeiro.

U.S CONGRESS - OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1989) - "New Developments in Biotechnology: Patenting Life," Government Printing Office, Washington D.C.

Ibidem, (1991) - "Biotechnology in a Global Economy," Government Printing Office, Washington D.C.

ZANCAN, G. (1992) - "Formação de Recursos Humanos para a Biotecnologia no Brasil" - Trabalho realizado a pedido da OEA no Âmbito do Projeto Multinacional de Biotecnologia e Tecnologia de Alimentos.