

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

**DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA VEGETAL NO BRASIL: UMA
ANÁLISE DE DOIS ESTUDOS DE CASO
DE INVESTIMENTOS PRIVADOS**

MARIA BEATRIZ MACHADO BONACELLI

Dissertação Apresentada ao
Instituto de Geociências da UNICAMP
para a obtenção do título de
Mestre em Política Científica e Tecnológica

*Este exemplar corresponde à redação
final da Tese defendida por Maria
Beatriz Machado Bonacelli e apro-
vada pela Comissão Julgadora em
23/05/92*

Orientador: Prof. Dr. Amílcar Oscar Herrera +

Campinas, maio de 1992

B641d

16000/DO

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Este trabalho é dedicado:
ao meu co-orientador,
Sergio L.M.Salles Filho,
cujo incentivo muito contribuiu para a sua realização.
À você, minha admiração, minha gratidão.

ao Paulo,
companheiro de todas as horas.

*Minha Gratidão aos meus pais: Nelson e Maria Cecília;
irmãos: Cláudio e Nelson; amigos e pessoal do DPCT,
em especial à turma de 1990.*

Meu Reconhecimento aos professores

***Amílcar O. Herrera; José Maria F.J. da Silveira e
aos demais docentes do DPCT.***

Meus Agradecimentos:

às secretárias:

Rosângela M. Araújo;

M. Cristina Veglia; e

Ana Neri P. Xavier

ao pessoal das empresas:

Bioplanta: Peter Seelig e Wilson Maluf;

Biomatrix: Décio Zylbersztajn e Marcos Bruno

e Agroceres: Ney Bittencourt de Araújo e Urbano Ribeiral.

ao CNPq e à FAPESP.

SUMÁRIO

Introdução	1
------------	---

Capítulo I - O Processo de Desenvolvimento da Biotecnologia em Nível Mundial: Aspectos Históricos, Técnicos e Econômicos

Introdução	5
I.1. Conceitos e Classificação	6
I.2. Os Atores Envolvidos no Contexto Internacional	14
I.2.1 O Setor Público e o Investimento Estatal	14
I.2.2 O Setor Privado	20
A - O Interesse das Grandes Corporações	20
B - O Surgimento e o Papel das Novas Empresas de Biotecnologia	30
I.3. As Áreas de Aplicação da Biotecnologia	39
I.3.1 As Áreas Envolvidas com os Processos Biotecnológicos	39
I.3.2 A Área Agrícola e os Investimentos em Biotecnologia: Condicionantes e Perspectivas	42
I.4. A Biotecnologia nos Países Menos Desenvolvidos	49

Capítulo II - Biotecnologia no Brasil: Organização e Investimento
nos Setores Público e Privado

Introdução	56
------------	----

II.1. Aspectos Gerais da Organização e do Investimento do Setor Público na Biotecnologia no País	57
---	----

II.2. Aspectos Gerais sobre a Organização e o Investimento do Setor Privado	69
--	----

Capítulo III - Estudos de Caso: Bioplanta e Biomatrix

Introdução	88
------------	----

III.1. Bioplanta	91
------------------	----

III.1.1 Histórico da Empresa e Mercados Onde Atuou	91
--	----

III.1.2 Características da Empresa	99
------------------------------------	----

A - Características Gerais	99
----------------------------	----

B - Gestão do Negócio Biotecnológico	104
--------------------------------------	-----

i. Tecnologia e P&D	104
---------------------	-----

ii. Finanças	107
--------------	-----

iii. Produção e Comercialização	108
---------------------------------	-----

iv. Organização Interna	110
-------------------------	-----

III.2. Biomatrix	113
III.2.1 Histórico da Empresa e Mercados Onde Atuou	113
III.2.2 Características da Empresa	121
A - Características Gerais	121
B - Gestão do Negócio Biotecnológico	125
i. Tecnologia e P&D	125
ii. Finanças	127
iii. Produção e Comercialização	129
iv. Organização Interna	131
Capítulo IV - Conclusões	139
Bibliografia	147

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1. Indústria Farmacêutica: Porcentagem das Vendas Doméstica e Total Dedicado à P&D num Conjunto de Países Desenvolvidos	22
Quadro 2. Motivação para a Entrada de Grandes Empresas no Mercado Mundial de Sementes	25
Quadro 3. Principais Companhias em Atividades no Setor de Sementes em Nível Mundial	26
Quadro 4. Participação de Grupos Industriais nas NEBs	28
Quadro 5. Data de Criação das Mais Importantes NEBs no Mundo	31
Figura 1. Principais Tipos de Acordos em Biotecnologia	34
Figura 2. Número de NEBs Criadas entre 1976-86	36
Quadro 6. Total das Vendas, Lucro Total e Líquido de Algumas NEBs Seleccionadas	38
Figura 3. Áreas de Maior Interesse das NEBs	43
Quadro 7. Destinação dos Recursos da FINEP para Biotecnologia	59
Quadro 8. Características de Três Importantes Centros de Biotecnologia Vegetal do País	68
Quadro 9. Empresas de Biotecnologia: Número e Vendas	74
Quadro 10. Amostra de Empresas Privadas da Área Agrícola - Objetivo da Atuação em Biotecnologia	75

Quadro 11. Amostra de Empresas Privadas da Área Agrícola com Atuação em Biotecnologia - Principais Atividades na Área de Biotecnologia Vegetal	75
Quadro 12. Principais Indicadores de NEBs Brasileiras Selecionadas	86
Quadro 13. Bioplanta - Número de Pessoal Científico Ligado à Empresa	100
Quadro 14. Bioplanta - Faturamento e Percentual Aplicado em P&D	100
Quadro 15. Bioplanta - Capacidade Instalada, Produção Física e Valor da Produção	103
Quadro 16. Biomatrix - Distribuição de Pessoal e Nível de Qualificação nas Duas Áreas Técnicas e no Departamento de Desenvolvimento da Produção	122
Quadro 17. Biomatrix - Evolução da Produção de Mudas/Tubérculos entre 1986-89	129
Quadro 18. Biomatrix -Vendas de Mudas Micropropagadas	130

INTRODUÇÃO

Como todo tema que envolve novas tecnologias, a biotecnologia incita a realização de estudos para analisar o deslocamento da fronteira do conhecimento, o ritmo e a direção da trajetória tecnológica seguida, o grau de difusão e de impacto do desenvolvimento de novos produtos e/ou processos, os agentes e as técnicas aí envolvidos, etc. Porém, um dos aspectos que mais chama a atenção no caso da biotecnologia é o fato de se tratar da manipulação de organismos vivos, como microorganismos, plantas e animais, com a intenção de colocá-los sob condições de uso controlado, em aplicações produtivas que objetivam os mercados.

Diante deste amplo campo de análise, o presente estudo centraliza a discussão nas perspectivas de desenvolvimento da biotecnologia, a partir de uma análise da evolução histórica recente e da experiência concreta de casos de investimento privado em empresas especializadas de biotecnologia no Brasil, com ênfase nas aplicações agrícolas da moderna biotecnologia.

O modelo de desenvolvimento da biotecnologia via empresas especializadas (Novas Empresas de Biotecnologia - NEBs), teve suas origens nos EUA e se reproduziu na Europa e em alguns Países do Terceiro Mundo. As características de tais empresas são semelhantes em toda a parte, especialmente no que diz respeito às dificuldades que encontram para se manterem no mercado, por razões diversas, que serão aqui analisadas.

No Brasil, o desenvolvimento da biotecnologia baseado nas NEBs, vem enfrentando, da mesma forma que no contexto externo, problemas de diversas ordens, agravado por um ambiente interno cujos constrangimentos são ainda mais complexos, não somente devido a fatores conjunturais - marcados pela grave crise econômica pela qual passa o país -, mas pela própria forma como estão organizados os mercados onde se aplicam as novas tecnologias.

Tendo que superar barreiras de ordem técnica, econômica e jurídico-legal, muitas vezes o quadro não se desenha a favor destas empresas. A busca de novos produtos e/ou processos que possibilitem uma real inserção nos mercados visados por elas, muitas vezes é interrompida sem que os objetivos sejam alcançados; outras vezes, tais empresas vêem-se obrigadas a mudar estratégias previamente determinadas, procurando a sobrevivência na mudança de orientação de mercados e em contratos e acordos de cooperação científicos, tecnológicos, financeiros e comerciais, tanto com outras empresas, como com centros públicos de pesquisa e ensino, além de, não raro, recorrerem ao próprio Estado.

Procurando, primeiramente, contextualizar tal ambiente onde vem ocorrendo este processo, o presente estudo pretende verificar os condicionantes do desenvolvimento de duas NEBs brasileiras da área vegetal - Bioplanta e Biomatrix -, empresas que foram criadas e encerraram suas atividades praticamente nos mesmos períodos. Por terem sido as principais empresas criadas nesta área, verificar-se-á, também, a possibilidade de extrapolar as conclusões acerca do estudo destas duas empresas para o caso brasileiro como um todo.

Para isto, o trabalho está dividido em quatro Capítulos:

No Capítulo I será feito um levantamento bibliográfico sobre a dinâmica do desenvolvimento da biotecnologia em nível mundial, a partir da década de 70. Em primeiro lugar, será realizada a conceituação e a classificação daquilo que é entendido por biotecnologia e a possibilidade dela ser enquadrada como um novo paradigma tecnológico. Neste caso, será utilizado o enfoque de análise da mudança tecnológica a partir das trajetórias tecnológicas adotadas/seguídas pelas empresas envolvidas com o desenvolvimento da biotecnologia.

Um segundo item tratará da questão do setor público e do investimento estatal em países desenvolvidos, ressaltando as especificidades destes frente ao processo em curso. Em seguida, será analisado o setor privado e o envolvimento ou o interesse de grandes corporações na P&D biotecnológica e o surgimento e o papel das NEBs neste processo.

O terceiro item do Capítulo I abordará a questão das áreas envolvidas com a biotecnologia, em especial a área agrícola, e os constrangimentos e estímulos para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal.

Num quarto item serão colocadas questões referentes ao papel dos países menos desenvolvidos frente ao processo em curso, privilegiando os enfoques do leapfrogging e das "janelas de oportunidades".

No Capítulo II será dado, num primeiro momento, um panorama geral sobre o estágio em que se encontra a pesquisa e o investimento públicos em nível nacional. Será feita uma breve descrição sobre programas e projetos que vêm sendo desenvolvidos em alguns centros e institutos públicos de pesquisa envolvidos com atividades biotecnológicas.

Num segundo item, serão abordados alguns casos de investimentos privados na área de biotecnologia agrícola no país, tanto de empresas já

estabelecidas no mercado, como de empreendimentos de NEBs neste segmento, comparando-os aos efetuados no segmento de saúde humana.

O Capítulo III fará a apresentação de dois estudos de caso relativos a duas NEBs brasileiras - Bioplanta e Biomatrix. Para isso, numa primeira parte é feito um histórico da firma e do ambiente onde ela atua; em segundo lugar, a mesma é caracterizada com informações mais quantitativas e, em seguida, é realizada uma análise da gestão das atividades em biotecnologia em quatro aspectos diferentes: i) tecnologia e P&D; ii) finanças; iii) produção e comercialização e iv) organização interna.

No quarto e último Capítulo serão feitas as conclusões gerais do estudo.

CAPÍTULO I

O Processo de Desenvolvimento da Biotecnologia em

Nível Mundial:

Aspectos Históricos, Técnicos e Econômicos

Introdução

O presente Capítulo faz uma análise histórica do desenvolvimento da biotecnologia em geral, assim como dos condicionantes técnicos e econômicos que o têm determinado - será dado destaque àqueles referentes à área vegetal. Para tanto, o Capítulo I está dividido em quatro itens. No primeiro deles será discutida a conceituação e a classificação do que se entende por biotecnologia e a possibilidade desta ser definida como um novo paradigma tecnológico. Um segundo item tratará dos agentes envolvidos no processo de desenvolvimento da biotecnologia: o setor público (com especial atenção ao papel das universidades) e o investimento estatal em países desenvolvidos e suas especificidades frente a estes aspectos. Em seguida, será analisado o setor privado e o envolvimento de grandes corporações (setores da química, petroquímica, farmacêutica e de sementes) na P&D biotecnológica e, ainda, o surgimento, o comportamento e a importância das Novas Empresas de Biotecnologia neste processo.

O terceiro item do Capítulo I abordará a questão das áreas envolvidas com a biotecnologia, com ênfase na área agrícola e nos determinantes para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal.

Num quarto e último item será focado o papel dos países menos desenvolvidos frente ao processo em curso, sendo utilizada para isto a abordagem que privilegia os enfoques do leapfrogging e das "janelas de oportunidades".

1.1. Conceitos e Classificação

Por constituir-se da integração de várias disciplinas científicas e tecnológicas, a conceituação e classificação do termo biotecnologia faz-se necessária no início de qualquer trabalho referente ao assunto. As principais características que a biotecnologia apresenta e que reforçam ainda mais esta preocupação são a **heterogeneidade**, relativa às inúmeras técnicas voltadas ao melhoramento e à manipulação genética, que são denominadas biotecnológicas (estas vão desde descobertas "descontínuas", como as técnicas do ADN^r, isto é, aquelas que realmente criam situações de ruptura nas rotinas de busca de inovação, até técnicas mais difundidas, nas quais vêm havendo inovações incrementais, como na cultura de tecidos); e a grande **extensão de seu escopo**¹, dado tal conjunto de técnicas penetrar e afetar uma parte dos setores

¹ O melhor termo para definir este aspecto vem da língua inglesa - pervasive - que significa, em português, penetrante.

econômicos, impactando-os de diferentes formas. Na verdade, um termo que envolve dimensões multidisciplinares e que não possui limites claros, pode comportar várias interpretações.

Um dos conceitos mais difundidos e utilizados para a definição de biotecnologia é aquele proposto em um trabalho da OCDE (Bull et alii, 1982), que a indica como "a aplicação dos princípios da ciência e da engenharia ao tratamento das matérias por agentes biológicos na produção de bens e serviços". Chesnais (1982) definiu o mesmo termo de uma forma mais direta, destacando a "capacidade de agentes biológicos serem obtidos industrialmente"².

O que deve ser ressaltado é que tais conceitos, muitas vezes, não dão a dimensão clara do alcance dos processos biotecnológicos, enviesando-os exclusivamente aos processos industriais, deixando a um segundo plano áreas importantes como o setor agrícola. Desta forma, pensamos ser importante uma conceituação que abranja vários aspectos, como o da "pesquisa, o do desenvolvimento e o da produção de organismos biológicos na geração de bens e serviços" (Salles Filho et alii, 1987).

O fato é que a partir da descoberta da estrutura de dupla hélice do ADN, feita por Watson e Crick, em 1952 e, posteriormente, da síntese de proteínas realizada dentro do citoplasma (por Jacob e Monod, em 1966) e da descrição das enzimas de restrição do tipo II (instrumento para o isolamento de gens, por Smith, Wilcox e Kelly, em 1970), foi desencadeado um movimento que revolucionou as bases onde até então se assentavam os processos

² Para uma descrição mais completa dos inúmeros conceitos dados para o termo biotecnologia, ver, entre outros, OTA, 1984; Anciães & Cassiolato, 1985; Granrut & Samaniego, 1990.

biotecnológicos³. Este novo conjunto de conhecimentos e de técnicas passou a ser denominado biotecnologia moderna, em contraposição à tradicional, da fase anterior (como a fermentação de alimentos e de bebidas, por exemplo, técnica utilizada há milênios). Os conhecimentos desta fase, que teve início nos primeiros anos da década de 70, estavam baseados no avanço da biologia molecular e celular e da enzimologia. O que é importante na atual fase, e que parece consensual entre os autores, é o fato da descontinuidade daquilo que se fazia até então, através do processo de recombinação genética, ou seja, da possibilidade de se transferir material genético de um organismo para outro, através da manipulação direta do ADN.

O problema maior encontrado nas definições é que a utilização de qualquer uma delas não nos fornece uma forma prática para a abordagem do assunto, uma vez que os trabalhos de pesquisa e de produção biotecnológicos desenvolvidos hoje no mundo inteiro utilizam-se das mais variadas técnicas da biologia e não somente daquela denominada de terceira geração ou de nova biotecnologia. As pesquisas em ADN^r, por exemplo, ainda não resultaram em produtos e/ou processos de uso frequente, o que indica que o termo biotecnologia não pode e nem deve ser relacionado somente a processos mais avançados.

Isto posto, a classificação que nos parece mais adequada para entendermos a grande complexidade que envolve o termo biotecnologia e que oferece melhores subsídios para a análise do estudo proposto, é aquela que

³ O evento fundamental que permitiu o desenvolvimento comercial da biotecnologia, ocorreu em 1973 com o desenvolvimento de técnicas de transferência de gene por Boyer e Cohen. Em 1975, Milstein e Kohler, utilizando a técnica de hibridomas (fusão celular), obtiveram, pela primeira vez, os anticorpos monoclonais. Para um conjunto completo dos acontecimentos mais importantes relacionados à biotecnologia, ver Anciães & Cassiolato, 1985; Oakey et alii, 1990; Ducos & Joly, 1988; Orsenigo, 1989; entre outros.

divide a biotecnologia em níveis de sofisticação tecnológica. Tal classificação foi proposta por Salles Filho et alii (1987) e agrupa três níveis de sofisticação, relativos tanto a processos como a produtos: o **tradicional**, o **intermediário** e o **de ponta**.

No primeiro nível estariam técnicas conhecidas há anos, cujo domínio é grande sobre elas. São as técnicas de fermentação básica - utilizadas para a obtenção de produtos mais simples, como pão, bebidas, álcool etílico e condimentos - e as de melhoramento vegetal clássico - que no caso brasileiro têm permitido, já de longa data e com competência, por exemplo, a utilização da fixação biológica do nitrogênio em soja.

Num nível superior a este, o intermediário, encontram-se a cultura de tecido vegetal - imprescindível ao melhoramento vegetal de muitas espécies, encurtando prazos, propiciando maior diversidade genética para seleção e permitindo cruzamentos entre diferentes espécies -, as técnicas fermentativas contínuas e descontínuas - para a produção de enzimas, aminoácidos e correlatos -, a fixação biológica do nitrogênio, o controle biológico de pragas e a transferência de embriões. É neste segundo nível que se encontra o maior número de programas e projetos de pesquisa no mundo todo e especialmente em países menos desenvolvidos, como no caso do Brasil, cujo grau de desenvolvimento das pesquisas em muitos institutos públicos e universidades é bastante satisfatório.

O terceiro nível engloba tecnologias de ponta como a engenharia genética em microorganismos, vegetais e animais, e a fusão celular. Como a própria denominação sugere e como já dito anteriormente, tal nível de sofisticação está baseado nas pesquisas em biologia molecular, o que significa a necessidade de serem superadas grandes barreiras técnicas, barreiras estas bem maiores

quando se pensa no estágio em que se encontram as pesquisas em países menos desenvolvidos.

Cada nível citado apresenta estágios de maturação bastante distintos, tanto quanto às suas inserções nos mercados, quanto aos investimentos em P&D. Observa-se também que, conforme o grau de sofisticação, torna-se mais intensivo o uso do conhecimento científico.

O que pode ser notado é que, no nível intermediário de sofisticação, a relação entre as potencialidades e a realidade aumenta bastante, visto que essas técnicas têm possibilitado a colocação de produtos biotecnológicos no mercado. Primeiramente, elas eram encaradas mais como um instrumento para o domínio de tecnologias de ponta. Nos últimos anos é que o seu potencial de produção para o mercado vem recebendo maior atenção e importância. À exceção dos biofármacos, que são em sua maioria fundados na engenharia genética, é neste nível tecnológico que vem predominando a maior parte dos investimentos nos segmentos vegetal, animal e ambiental. A existência de limites de ordem técnica e jurídico-legal difíceis de serem contornados (como, por exemplo, o pequeno domínio sobre a biologia molecular e a dificuldade em se patentear um produto e/ou processo biotecnológico), são ainda barreiras para o efetivo avanço e uso das tecnologias de ponta⁴.

Do exposto acima podemos inferir que a biotecnologia não representa um novo setor econômico (e nem deve ser assim definida), mas um conjunto de atividades que pode ser utilizado por vários setores, influenciando a organização destes em nível mundial. Como veremos no decorrer deste trabalho, até o

⁴ No presente estudo, o termo "moderna biotecnologia" agrega os processos biotecnológicos relativos tanto ao nível intermediário como ao de ponta. Recorrer-se-á à utilização da classificação de níveis de sofisticação sempre que necessário.

momento pode-se afirmar que as inovações biotecnológicas vêm fortalecendo a manutenção da estrutura concorrencial vigente, ou seja, não colocaram em xeque a organização industrial dos setores por elas afetados (ver Silveira & Salles Filho, 1988).

Cabe aqui colocar a seguinte pergunta: pode a moderna biotecnologia ser considerada um novo paradigma tecnológico? Sem pretender discutir exaustivamente a esta questão - até porque seria difícil, haja vista que é um processo muito pouco definido -, faremos, a seguir, alguns comentários sobre este ponto.

O conceito de **paradigma tecnológico** proposto por Dosi (1984) é o de um padrão/modelo tecnológico para identificar a natureza dos problemas e resolvê-los. Cada paradigma impõe uma forma para a solução de problemas relevantes, testes para serem cumpridos, padrão de pesquisa a ser seguido, material tecnológico para ser utilizado e tipos de produtos básicos para serem desenvolvidos e melhorados (Dosi & Orsenigo, 1988).

O conjunto de possíveis direções tecnológicas tomadas no interior de um paradigma tecnológico - definidas pela própria natureza deste -, com o objetivo de formular soluções específicas aos problemas existentes, conforma trajetórias tecnológicas, ou o escopo (potencial) das inovações e melhoramentos. As inovações são influenciadas pela capacidade da firma em inovar, dado o conjunto de conhecimentos/técnicas dentro de um paradigma tecnológico⁵. O aperfeiçoamento dos trade-offs econômicos e tecnológicos no interior de um

⁵ Segundo Dosi (1984), tal capacidade está relacionada às oportunidades tecnológicas (opções tecnológicas: descobertas e invenções de processo e/ou produto, etc); à apropriabilidade (condição de apropriação dos resultados da inovação); e à cumulatividade em relação ao processo produtivo (grau de aprendizagem, de especialização, etc.)

paradigma, é entendido por Dosi como progresso tecnológico numa mesma trajetória. Mesmo uma major innovation, isto é, uma importante mudança tecnológica, não significa, necessariamente, uma ruptura de trajetória, pois pode estar relacionada à trajetória em curso.

Tais conceitos e questões são importantes para a análise das características da biotecnologia e para a discussão se realmente os processos biotecnológicos conformam um novo paradigma tecnológico e alteram as trajetórias tecnológicas em curso.

Uma das razões colocada por Oakey et alii (1990) para haver precauções quanto ao desenvolvimento da biotecnologia é que a adoção dos processos biotecnológicos dependerá de um maior número de inovações que criem rupturas tecnológicas, isto é, gaps nos conhecimentos correntes em várias áreas. Enquanto as bases técnicas da engenharia genética não se tornarem "estandardizadas" será muito difícil de associá-las a um novo paradigma tecnológico. Ou seja, os autores concluem que, diferentemente da indústria eletrônica e de semicondutores, a biotecnologia não possui uma basic core technology.

De uma forma sucinta, Avalos Gutiérrez (1990) cita, por exemplo, as grandes lacunas científicas e limites técnico-científicos que emperram o avanço da pesquisa e, conseqüentemente, da produção biotecnológica; a não demonstração da superioridade econômica das novas biotecnologias; e a não existência de um conceito dominante de mercado.

Stankiewicz (1990) vai na mesma direção, quando classifica como basic technologies o conjunto de critérios e experiências associado a procedimentos técnicos, que, desta forma, conformam um corpo técnico de conhecimento.

Assim, dado que a biotecnologia agrupa em seu interior processos técnicos muito variados, de diferentes níveis de sofisticação tecnológica e com impactos desiguais entre os setores por ela atingidos, torna-se difícil enquadrá-la nestes conceitos. Ela ainda não foi capaz de conformar trajetórias tecnológicas com características diversas daquelas colocadas pelo paradigma tecnológico vigente, ou seja, ainda não conseguiu conformar um corpo técnico com características próprias e comuns.

Para Avalos Gutiérrez (1990), "não existe uma base científica sólida, nem um paradigma tecnológico consolidado, o que sugere uma difusão (da biotecnologia) lenta, cujas repercussões econômicas mais profundas só serão percebidas no início do século XXI". As grandes empresas multinacionais têm o controle sobre a geração, a industrialização e a comercialização das inovações biotecnológicas, dado seus recursos financeiros, a tradição em P&D, o domínio de mercados; ou seja, "a biotecnologia não se configurou, ainda, como um processo de ruptura absoluta".

Possuindo, pois, tais características, pode-se dizer que a base técnica da biotecnologia encontra-se ainda relacionada às trajetórias tecnológicas definidas nos critérios de trade-offs do paradigma vigente; ou seja, até o momento, os processos biotecnológicos não se enquadraram nas premissas do conceito de paradigma tecnológico formulado por Dosi, não podendo ser considerados ainda como tal.

1.2. Os Atores Envolvidos no Contexto Internacional

1.2.1 - O Setor Público e o Investimento Estatal

As prioridades e os programas adotados por países desenvolvidos em relação à biotecnologia diferem muito devido às características das respectivas políticas governamentais. Em alguns países foram criados comitês especiais para orientar políticas de desenvolvimento e/ou organizar estratégias, com o objetivo de coordenar todo o esforço em P&D para um sentido único de capacitação biotecnológica. Por outro lado, há governos que preferiram deixar a cargo de agências individuais a busca e a implementação de políticas de P&D. O primeiro tipo de ação se enquadra, por exemplo, no caso da Grã-Bretanha, cujo governo vinha se empenhado na coordenação das políticas de P&D e nos programas de biotecnologia. Já os EUA se situam, em parte, no segundo caso, dado que comitês de organização, mesmo existindo, não alcançaram um grau tão grande de integração. Por sua vez, o governo japonês não estabeleceu em seus planos de suporte público, a constituição de agências ou comitês para coordenar as atividades biotecnológicas no país. Apesar das diferenças de envolvimento, percebe-se que todos, de uma forma ou de outra, estão atentos para o desenvolvimento da biotecnologia.

Uma outra característica que diferencia este grupo de países é o fato do governo norte-americano estar mais preocupado com o financiamento da pesquisa básica, enquanto que no Japão e na Europa o suporte financeiro estatal dirige-se mais para a P&D e também para a transferência de tecnologia dos laboratórios para as empresas, com objetivos mais comerciais (Granrut & Samaniego, 1990). É nos EUA, entretanto, que a biotecnologia encontrou o

ambiente mais favorável para se desenvolver, com um melhor entrosamento entre os atores envolvidos, dando origem inclusive ao surgimento das NEBs⁶.

O governo britânico decidiu-se por uma estratégia coesiva de P&D em biotecnologia entre agências e departamentos. Os principais atores de suporte da P&D biotecnológica foram o Medical Research Council, o Agricultural and Food Research Council (AFRC) e o Natural Environment Research Council. Uma das estratégias adotadas foi a criação, em 1980, da Celltech, empresa de biotecnologia, com metade do capital vindo do National Enterprise Board (N.E.B.) e a outra metade de investidores privados. Mas, num outro empreendimento, a redução dos aportes financeiros do N.E.B provocou a venda de um dos mais importantes centros de biotecnologia criado pelo AFRC, o Plant Breeding Institute, em Cambridge, para uma companhia privada do setor agroquímico. Para se ter uma idéia dos aportes que este Conselho recebe, em 1989 um adicional de US\$ 25 milhões foi direcionado para o AFRC para a pesquisa em biologia molecular vegetal. Para 1989-92 o governo britânico destinou um adicional de fundos públicos para a biotecnologia da ordem de US\$ 100 milhões (Busch et alii, 1991).

Nos EUA, o Biotechnology Science Co-ordinating Committee, estabelecido em 1985, promove consistência entre agências federais no desenvolvimento de revistas científicas e coordena as atividades do plano de P&D entre as agências para a melhor atribuição de recursos e para evitar duplicação de esforços. Entre os membros do comitê estão o US Department of Agriculture (USDA), o Food and Drug Administration (FDA), o National Institute of Health (NIH), o Environmental

⁶ Por apresentarem características bastante diversas de atuação, mas ao mesmo tempo estarem dedicando muita atenção à promoção da biotecnologia, decidimos concentrar nossa análise nos três países citados acima. Isso não significa que governos de outros países não estejam engajados no desenvolvimento da biotecnologia, especialmente França e Alemanha entre os países europeus.

Protection Agency e o National Science Foundation (NSF). O NIH e o USDA sustentam muito da pesquisa básica do setor privado (OCDE, 1988).

Em 1987, 12 agências estatais gastaram US\$ 2,7 bilhões na sustentação de programas de P&D em biotecnologia. O NIH foi o que obteve o maior volume de recursos - US\$ 2,3 bilhões, ou seja, 84%-, seguido pelo Departamento de Defesa - US\$ 119 milhões -, o NSF - US\$ 94 milhões -, o USDA - US\$ 84 milhões -, e o Departamento de Energia - US\$ 61,5 milhões (Busch et alii, 1991).

Percebe-se a grande desproporção entre os recursos destinados à área de saúde e aqueles para a área agrícola. Esta disparidade contrapõe a liderança do país na biotecnologia na área farmacêutica com o segundo plano destinado à área agrícola. Para uma melhora do quadro em favor da área agrícola, seriam necessários, segundo especialistas, fundos anuais em torno de US\$ 500 milhões, devido ao fato da maior dificuldade para se obter a base dos conhecimento em biologia molecular vegetal.

Por sua vez, o estilo japonês de intervenção apresenta características distintas das acima vistas, dado que, primeiramente, não existem meios sistemáticos para a coordenação das atividades relacionadas à biotecnologia, ou seja, não existem os tais comitês. O Ministério de Comércio Internacional e Indústria (MITI) é o coordenador geral das ações e por isso os fundos aparecem mais vinculados, isto é, menos dispersos. Em 1986, o orçamento do governo para biotecnologia foi de cerca de US\$ 200 milhões (1,5% do orçamento público para P&D é destinado à biotecnologia. Busch et alii, 1991).

Esta característica marca o tipo de relacionamento entre o setor público e o setor privado, havendo uma estreita relação entre o governo e as empresas e

menos entre estas e as universidades. Por outro lado, praticamente não houve a constituição das NEBs no país.

Exemplo do tipo de relacionamento entre os dois setores foi a constituição de um "consórcio" industrial, num acordo de esforço mútuo para desenvolver competência em técnicas de engenharia genética, junto com esforços correntes para acompanhar os passos no melhoramento de processos tecnológicos fermentativos (onde o Japão já possui um tradicional know-how) para aplicá-los e integrá-los nas indústrias japonesas de química e fermentação.

Os acordos de pesquisa entre universidade e indústria têm causado discussões acerca do papel do governo nesse aspecto - se esses acordos justificariam a redução do suporte governamental às pesquisas de biotecnologia nas universidades, por exemplo, e até onde deve ir a apropriação pelas empresas dos resultados de pesquisas desenvolvidas nesses centros. Há aqueles que defendem o apoio do governo para a capacitação das universidades em pesquisa básica com o objetivo de assegurar um desenvolvimento comercial futuro (para esses, o governo também deveria determinar incentivos diretos para as empresas, para dar suporte à pesquisa de longo prazo com significativo potencial industrial).

Busch et alii (1991) citam ainda outros tipos de questões, como aquelas de acadêmicos que se envolvem em projetos conjuntos de pesquisa com empresas e que podem perder a "sensibilidade" frente aos impactos que a biotecnologia pode trazer, ou ao fato das universidades acabarem proporcionando mais vantagens para firmas particulares do que para a sociedade de um modo geral.

De qualquer forma, cada vez são mais frequentes os acordos de pesquisa e cooperação entre universidades e empresas. Na verdade, como também

colocado por Busch et alii (1991), tal relacionamento não é uma novidade; a biotecnologia, porém, o tornou "mais agressivo e experimental e mais visível publicamente do que antes". Os principais motivos para esta maior aproximação são os maiores custos da pesquisa num momento de crise orçamentária na maioria dos países centrais (provocando cortes nos orçamentos federais dirigidos para a pesquisa) e, no caso dos EUA, o reconhecimento pela indústria que a supremacia americana está diminuindo em muitas frentes (nos próximos itens estas questões serão novamente enfatizadas através da análise das grandes e pequenas empresas envolvidas com a biotecnologia).

As formas dos acordos de cooperação dependem dos objetivos destes. Envolvem contratos (que, geralmente, precisam os aspectos relativos às patentes, ao licenciamento de tecnologia, à comercialização, etc.) para o desenvolvimento conjunto de pesquisas e/ou para a transferência de tecnologia, e mesmo contratos de professores que passam a ser consultores das empresas. No extremo, pequenas empresas foram formadas a partir de pesquisadores/cientistas de centros e laboratórios de faculdades, onde os acordos são privilegiados.

O governo dos EUA procurou estimular o estreitamento das relações universidade-empresa através, entre outros, de mudanças nas leis de patentes e de propriedade intelectual e na criação de fundos próprios para pesquisa. Em 1984, as universidades receberam perto de US\$ 120 milhões de recursos vindos do setor privado. Estes, porém são concentrados em poucas (nas maiores) universidades. Entretanto, tais recursos significam somente entre 16% e 24% da pesquisa em biotecnologia desenvolvida nestes centros. Outro grande problema é a duração da sustentação financeira feita pelas empresas: metade das NEBs que têm acordo com universidades mantém estes por um ano no máximo e 25% por até dois anos - caso diferente do NIH, que dos 92% dos recursos externos

que recebe, são por um período de no mínimo 3 anos (Granrut & Samaniego, 1990).

Para estimular a cooperação da indústria às pesquisas de longo prazo, o governo britânico, através do Biotechnology Unit (BTU), do UK Department of Trade and Industry (DTI) e do Science and Engineering Research Council (SERC), tem tratado de identificar áreas industriais relevantes para priorizar o apoio, transferindo o resultado de pesquisas para a indústria e, ao mesmo tempo, incentivando a universidade a aceitar novos fundos de recursos.

O esquema introduzido pelo BTU divide os custos em 50% entre as empresas e o governo. Um dos resultados desse esquema foi a criação de um programa no Institute for Biotechnology Studies (IBS), onde o BTU e mais sete firmas definiram um projeto de 5 anos para a segunda geração de bioreatores. Também o SERC tem tomado iniciativas similares quanto à tecnologia de bioprocessador e estabeleceu um "clube" em downstream processing envolvendo a Glaxo, a ICI, a Celltech e a Sturge, que consiste em uma série de programas de pesquisa nas universidades britânicas (OCDE, 1988).

Uma dificuldade do governo britânico é a manutenção dos avanços obtidos em pesquisa no próprio país. As duas mais significativas iniciativas estabelecidas pela ação conjunta do British Technology Group e investidores privados - a Celltech e a Agricultural Genetics Company Ltd. -, frequentemente mantêm mais contratos com firmas americanas e japonesas que com firmas britânicas.

Poucos são os exemplos de contrato de pesquisa entre universidade e indústria no Japão; as companhias tradicionalmente deixam a cargo das universidades a formação e o treinamento de pesquisadores. A forma

predominante de relação ocorre mais entre indústria e estabelecimentos de pesquisa governamentais - como o Instituto de Pesquisa em Fermentação e o Laboratório Químico Nacional, os quais fazem parte do MITI -, do que com as universidades, provavelmente devido às rigorosas regulações do governo sobre acordos de pesquisa. Os professores da Universidade Nacional, por exemplo, não podem trabalhar em serviços de consultoria em indústrias, enquanto as informações fluem de uma para outra através de contatos pessoais e por conselhos informais.

Esta breve descrição, procurou dar um panorama do que vem sendo feito em alguns importantes países desenvolvidos em relação à promoção da biotecnologia. Entretanto, outros aspectos sobre o relacionamento entre universidades, institutos públicos de pesquisa e o setor privado serão vistos nos dois próximos itens.

1.2.2 - O Setor Privado

A - O Interesse das Grandes Corporações

No final dos anos 70, grandes empresas multinacionais do setor químico-farmacêutico - como Monsanto, Ciba Geigy, DuPont, Hoechst, Eli Lilly e Merck -, perceberam a necessidade de dominar as bases científicas e tecnológicas de um possível novo padrão tecnológico, que surgia não somente como uma ameaça aos processos e produtos tradicionais desta indústria, mas, ao mesmo tempo, como uma saída para uma crise global que começava a preocupar. Essas grandes empresas passaram a direcionar seus investimentos em P&D para processos biotecnológicos, assumindo tanto uma postura defensiva como ofensiva, de uma forma que poderia ser classificada como aquela definida por

Penrose (1959) como "induzida", já que o contexto sugeria expectativas não muito animadoras para os processos e produtos tradicionais.

Estas expectativas foram geradas devido à perspectiva de esgotamento do retorno dos investimentos em P&D realizados especialmente pela indústria farmacêutica e de pesticidas que, juntamente com a indústria de sementes, têm na inovação tecnológica um elemento importante de concorrência; no caso dos pesticidas, os custos para a descoberta de uma nova molécula vêm aumentando enormemente, prejudicando o desenvolvimento de famílias de novos produtos.

Tais problemas têm determinado os rumos da biotecnologia em nível mundial e serão melhor analisados mais adiante. Um bom exemplo é o que vem ocorrendo no segmento de pesticidas, que investe na P&D biotecnológica para o desenvolvimento de plantas resistentes a herbicidas. "Adaptar uma planta a um herbicida é muito mais barato do que desenvolver um novo produto. Os custos para desenvolver uma nova variedade com estas características são de cerca de US\$ 2 milhões, enquanto que um novo herbicida requer algo em torno de US\$ 40 milhões" (Salles Filho, 1991).

Outro exemplo é o da indústria farmacêutica, cujos gastos em P&D têm aumentado extraordinariamente, como pode ser visto no Quadro 1, abaixo. Este apresenta a porcentagem de gastos em P&D em relação às vendas de produtos farmacêuticos nos principais países europeus, nos EUA e no Japão, em 1990. Com volumes que chegam a 27% do valor das vendas totais no caso da Grã-Bretanha, e entre 17% e 22% na Alemanha, nos EUA e Suécia, percebe-se como a P&D nesta indústria é importante para a sustentação das inovações tecnológicas e os esforços que as empresas vêm dedicando neste sentido. Por sua vez, estima-se que o desenvolvimento de um produto farmacêutico com base em processos biotecnológicos, custa em torno de US\$ 120 milhões.

QUADRO 1 - Indústria Farmacêutica: Porcentagem das Vendas Doméstica e Total Dedicadas à P&D, num Conjunto de Países Desenvolvidos, em 1990

PAÍS	% VENDAS INTERNAS	% VENDAS TOTAIS
ALEMANHA	25,9	17,6
GRÃ-BRETANHA	40,8	26,9
FRANÇA	17,6	14,1
ITÁLIA	11,2	9,6
HOLANDA	22,6	11,3
CEE	20,0	14,4
EUA	20,7	18,4
JAPÃO	11,0	10,7
SUÉCIA	40,8	22,2

Fonte: Revista SCRIP, nov. 1991

Com o interesse em preservar processos nos quais os investimentos feitos foram muito grandes, aliado ao fato do potencial da biotecnologia em deslocar várias linhas de produtos já existentes, tornando-os obsoletos (como, por exemplo, os inseticidas, pesticidas e fertilizantes), as grandes indústrias partiram para um processo de diversificação de seus mercados - como no caso do setor químico, que movimentou-se em direção às commodities químicas e de insumos agrícolas biotecnológicos. Observa-se, assim que as grandes companhias buscam os benefícios do desenvolvimento da biotecnologia, qualquer que seja a direção em que este ocorrer - o objetivo primeiro é "cercar as apostas".

Este aspecto ficou mais patente quando o segmento mais visado no setor agrícola pelas grandes empresas para seus investimentos foi o mercado de sementes, cujo conhecimento possibilitava não somente a diversificação, mas também trabalhar melhor com os produtos tradicionais de tais empresas. Para dar um exemplo, a cultura de tecidos tanto pode ser utilizada para desenvolver princípios ativos dos herbicidas (neste caso, cultura de células em suspensão), como para gerar cultivares tolerantes a doses maciças deste mesmo insumo.

Um fato importante é que a indústria de sementes é um dos principais canais de difusão de inovações. Porém, a utilização ou não de uma nova base tecnológica impõe uma segmentação na conformação dos padrões competitivos no interior da indústria, determinando tanto uma divisão de tarefas entre setor público e privado nas atividades de pesquisa e geração de novos produtos, como "um regime tecnológico com diferentes oportunidades tecnológicas e mecanismos de apropriabilidade nos vários segmentos da indústria" (Silveira et alii, 1990)⁷.

As duas mais importantes segmentações de mercado de sementes são o oligopólio das sementes híbridas e o mercado da produção de variedades. O primeiro está nas mãos das grandes companhias sementeiras e, com o advento da biotecnologia, de multinacionais químico-farmacêuticas. Este segmento possui um instrumento de apropriabilidade natural, que é o segredo da hibridação.

⁷ Além do estudo de Silveira et alii (1990) - que analisa os impactos da biotecnologia sobre a indústria de sementes - há outros trabalhos muito interessantes e que possibilitam uma boa reflexão sobre o assunto, como o próprio trabalho de Berlan (1983); Ducos & Joly (1986, 1988 e 1991); Joly (1989); Jullien (1989); Silveira (1985 e 1986), entre outros.

Já o mercado de variedades não possui o mesmo instrumento de apropriação, dado não existir mecanismos naturais que mantenham o "segredo" genético das gerações paternas dos híbridos. A pesquisa aqui encontra-se nas mãos de institutos públicos e de cooperativas, pois não é tão interessante comercialmente para as grandes empresas.

O que se deseja demonstrar com esta descrição é a importância da pesquisa para o desenvolvimento desta indústria, e como o instrumento de apropriabilidade cria atrativos para o investimento na pesquisa e na obtenção de inovações no segmento das sementes híbridas. "A busca de apropriabilidade através do aproveitamento das oportunidades tecnológicas originadas da hibridação, gerou uma sub-trajetória tecnológica que está relacionada diretamente com o investimento privado em pesquisa e pela apropriação privada de conhecimentos gerados pela pesquisa pública. Neste sentido, o aproveitamento diferenciado destas oportunidades pelas empresas gerou estruturas de mercado oligopolizadas, contrastando com o ocorrido no campo das variedades, onde o papel das cooperativas e dos pequenos produtores, ligados à pesquisa pública é extremamente importante" (Silveira et alii, 1990).

Na verdade, o investimento de grandes grupos industriais no segmento sementeiro se explica mais por razões estratégicas, de longo prazo, do que pela busca de lucros a curto prazo, como no caso dos grupos químicos e farmacêuticos que orientaram sua diversificação para a indústria a montante da agricultura. O Quadro 2 resume aspectos relativos à reestruturação da indústria sementeira.

Ainda dentro deste contexto, a pesquisa em biotecnologia vegetal pode ajudar a acelerar um processo crescente de concentração em torno dos grandes

grupos internacionais. O Quadro 3, abaixo, mostra que dos 17 primeiros grupos da indústria de sementes, somente 7 são especializados neste mercado.

QUADRO 2 - Motivação para a Entrada de Grandes Empresas no Mercado Mundial de Sementes - 1968/1984

SETOR DE ORIGEM	NÚMERO DE GRUPOS	ÉPOCA DE ENTRADA	MOTIVAÇÃO
SEMENTES	3	1968-84	Ampliação do mercado
FÁRMACOS	5	1972-76	Diversificar, entrar em biotecnologia
PETRÓLEO	3	1972-75	idem
AGRO-ALIMENTAR	9	1975-80	idem
QUÍMICO	11	1980-84	idem

Fonte: Silveira et alii, 1990

Outro aspecto importante nas estratégias adotadas pelas grandes companhias em relação à biotecnologia foi o grande volume de investimento feito nas Novas Empresas de Biotecnologia (as NEBs), sendo que tal estratégia foi alterada posteriormente, com a preferência se deslocando para a P&D in-house.

Nos últimos anos da década de 70, os investimentos das grandes empresas em NEBs foram de cerca de US\$ 50 milhões; na metade dos 80, tais investimentos chegaram a US\$ 2 bilhões. Só nos EUA, haviam 200 empresas envolvidas com a biotecnologia e mais de 150 NEBs: 60% na área farmacêutica, 50% na agropecuária, 35% em commodities químicas (alimento e energia) e 10% em meio ambiente.

**QUADRO 3 - Principais Companhias em Atividades no Setor de Sementes em
Nível Mundial - 1989 - (US\$ milhões)**

EMPRESA	ATIVIDADE PRINCIPAL	NACIONA- LIDADE	FATURAMENTO COM SEMENTES	% DEVIDA A SEMENTES
PIONEER	SEMENTES	EUA	840	89,4
SANDOZ	FÁRMACOS	SUIÇA	473	8,0
LIMAGRAIN	SEMENTES	FRANÇA	335	85,0
UPJOHN	FÁRMACOS	EUA	270	10,1
CARGILL	AGRO/ALIMENTAR	EUA	250	0,5
DEKALB	SEMENTES	EUA	205	40,0
TAKII	SEMENTES	JAPÃO	201	-
SHELL	PETRO-QUÍMICA	ING.	-	0,2
ICI	QUÍMICA	ING.	164	0,6
KWS	SEMENTES	ALEM.	151	100
SANOFI	FÁRMACOS	FRANÇA	141	-
SAKATA	SEMENTES	JAPÃO	137	-
LAFARGE	SEMENTES	FRANÇA	135 (1988)	-
CIBA GEIGY	QUÍMICA	SUIÇA	125	2,0
ORSAN	QUÍMICA	FRANÇA	119 (1985)	53,0
LUBRIZOL	QUÍMICA	EUA	110 (1985)	12,0
VOLVO	MECÂNICA	SUÉCIA	140 (1986)	1,0

Obs.: Sandoz - do faturamento de US\$ 4.648 bilhões em 1986, 8,6% foram destinados à P&D; Upjohn - faturamento em 1986: US\$ 3.261 bilhões; Shell - faturamento em fitossanitários (1985): US\$ 450 milhões; Ciba Geigy - faturamento de US\$ 8.870 bilhões (1986), 10,2% para P&D; ICI - faturamento em 1986: US\$ 14.870, 3,9% para P&D.

Fonte: Ducos & Joly (1989), apud Silveira et alii (1990)

As grandes empresas procuram manter uma forte relação com universidades, institutos públicos de pesquisa e NEBs, devido às evidências do caráter science-push da biotecnologia, apresentando demandas que aproveitassem suas vantagens já conquistadas nas áreas de produção e mercado.

As NEBs são um importante canal entre o setor público de pesquisa e a P&D industrial das grandes companhias e possuem, muitas vezes, um dinamismo maior para se capacitarem em C&T e desenvolverem inovações. Porém, como será visto melhor no próximo item, tal dinamismo geralmente é desmotivado pela dificuldade de dar sustentação financeira à P&D e a programas determinados.

Na verdade, o aumento dos custos de P&D (do acesso à tecnologia e à capacitação) e a restrição dos gastos públicos, levaram à busca de promoções conjuntas de desenvolvimento de tecnologias avançadas, especialmente nas pesquisas pré-competitivas, não frequentemente entre grandes empresas, mas entre estas, as pequenas e a universidade, com vantagens para aquelas. Orsenigo (1989) denomina tal aspecto como um processo de aprendizagem coletivo, pois envolve elementos de cooperação, complementaridade e competição.

O Quadro 4, a seguir, apresenta os principais acordos de pesquisa entre grandes grupos industriais, de diferentes setores da economia, e NEBs.

QUADRO 4 - Principais Acordos de Pesquisa entre Grupos Industriais e NEBs

GRUPOS	PAÍS	PRINCIPAL ATIVIDADE	NEBs ENVOLVIDAS
MONSANTO	EUA	QUÍMICA	GENEX; GENENTECH; BIOGEN; AGRICULTURAL GENETICS
DUPONT	EUA	QUÍMICA	NEW ENGLAND NUCLEAR CORP.; BIOTECH RES LAB; E GENENTECH
ELI LILLY	EUA	FARMACÊUTICA	HYBRITECH
BAYER	ALEM.	QUÍMICA	MOLECULAR DIAG.; GENENTECH; GENETIC SYSTEMS; CHIRON
CIBA GEIGY	SUIÇA	FARMACÊUTICA	AGRICULTURAL GENETICS; PHYTOGEN; CHIRON
SANDOZ	SUIÇA	FARMACÊUTICA	NPI; GENETIC INSTITUTS
SANOFI	FRANÇA	FARMACÊUTICA	NPI
RHONE POULENC	FRANÇA	QUÍMICA	CALGENE; MOLECULAR GENETICS
ROCHE	SUIÇA	FARMACÊUTICA	AMGEM; BIOGEN; CETUS

Fonte: Ducos & Joly (1988); Granrut & Samaniego (1990)

É interessante também relatar que somente 1/4 dos recursos das universidades para as atividades relacionadas à biotecnologia vem do setor privado, pois vem aumentando a P&D in-house nas grandes companhias, com o objetivo de haver um maior controle sobre os conhecimentos gerados⁸. Ainda

⁸ Este aspecto ficou mais evidente quando, em 1981, foram liberados para a comercialização produtos de diagnósticos baseados em anticorpos monoclonais. Várias empresas orientaram muito dos seus recursos para os seus

assim, a relação empresa-universidade é estreita, com o mesmo objetivo - o aproveitamento comercial das ciências biológicas. Percebe-se, também, que é política das companhias manter um maior número possível de "contratos de curto prazo", com várias NEBs ao mesmo tempo, o que permite manter uma linha aberta num conjunto de atividades muito dinâmico. Mesmo porquê, como afirmam Pisano et alii (1988), não existe uma simples relação inversa entre P&D in-house e investimento e/ou acordos externos, isto é, uma estratégia não elimina a outra.

Um aspecto benéfico da colaboração é a interdependência entre os dois tipos de empresas: enquanto as grandes se utilizam das pequenas como uma "janela" para o desenvolvimento tecnológico, estas últimas têm nas primeiras um suporte financeiro e um canal para a colocação de seus produtos no mercado. Por outro lado, a questão da propriedade intelectual, juntamente com a frequente tentativa das grandes adquirirem as NEBs, são fatores que acarretam entraves para a realização de acordos.

Uma das vantagens das grandes companhias em relação às NEBs é a experiência acumulada, não só quanto à estrutura de produção e distribuição, mas também quanto ao controle dos mercados. No caso da indústria farmacêutica, as fermentações em grande escala são uma excelente fonte de conhecimento, graças à experiência adquirida durante anos de pesquisa nos departamentos de engenharia de produção.

próprios departamentos de P&D, acirrando a concorrência e o número de competidores; estes passaram a buscar nichos de mercado mais estabilizados, visualizando maiores possibilidades de sucesso e encorajando, ao mesmo tempo, a entrada de outras empresas no negócio da biotecnologia.

Tais companhias possuem também mecanismos de pressão para acelerar a aprovação de um novo produto, o que é mais difícil no caso das NEBs. Um exemplo da falta de experiência nesta questão ocorreu com a Genentech (que, aliás, é uma das maiores NEBs, embora já pertencente à Hoffman La Roche), que falhou na apresentação dos resultados dos testes do produto tPA, por falta de experiência junto ao FDA (Federal Department of Agriculture) (Pisano et alii, 1988).

As NEBs, por sua vez, apesar de terem sempre estado numa situação mais instável que as grandes envolvidas com a biotecnologia, também possuem suas vantagens. Estes e outros aspectos referentes a este tipo de empresa, serão vistos no próximo item.

B - O Surgimento e o Papel das Novas Empresas de Biotecnologia

A origem das primeiras NEBs, em meados dos anos 70, ocorreu a partir da união de pesquisadores de universidades com investidores privados (capital de risco), para desenvolverem e explorarem o potencial da moderna biotecnologia.

A idéia inicial era que um novo tipo de empresa estava nascendo: pequenas unidades (quanto ao tamanho físico), altamente intensivas em pesquisa e com um grande número de cientistas dedicados à P&D (num ambiente quase-acadêmico), que fabricariam produtos biotecnológicos, podendo desenvolver pesquisas para as grandes empresas, mediante contratos que financiariam os elevados custos de P&D e os longos prazos de maturação dos projetos. Seria a conformação de uma nova indústria, com bases diferentes das que provocaram

grandes níveis de concentração em nível mundial; uma indústria formada por inúmeras pequenas e médias empresas, com alta capacidade inovadora.

QUADRO 5 - Data de Criação das Mais Importantes NEBs no Mundo

DATA	NEB nos EUA	DATA	OUTRAS NEBs
1971	CETUS		
1973	NPI		
1975	AGRIGENETICS		
1976	GENENTECH		
1977	GENEX		
1978	HYBRITEC; COLLABORATIVE RESEARCH	1978	BIOGEN (SUI)
1979	MOLECULAR GENETICS	1979	KABIGEN (SUE) GENÉTICA (FR)
1980	CALGENE; AMGEM; GENETIC SYS.	1980	TRANSGENE (FR); CELLTECH (RU)
1981	PLANT GENETIC INST.; CHIRON; DNA PT	1981	IMMUNOTECH (FR); BIOSYS (FR)
1982	MYCOGEN	1982	IMPERIAL. BIOTECH (RU); PLANT SCIENCE (RU); PLANT GEN. SYST. (BEL)
1983	ECOGEN	1983	AGRICULT. GENET. Co. (RU); TWYFORD PLANT LAB. (RU)
		1984	TRANSIA (FR)
		1985	EUROGENTEC (BEL)
		1986	BRITISH BIOTECH. (RU); BIOTEC DIAGNOST. (AL)

Fontes: Ducos & Joly (1988); Burrill & Lee Jr. (1990); Busch et alii (1991).

A primeira NEB foi fundada em 1971 - a Cetus Co., nos EUA. Em 1976, também nos EUA, foi criada uma das principais empresas de biotecnologia - a Genentech Inc. Outras importantes empresas foram criadas especialmente durante o final da década de 70 e nos anos 80, como pode ser visto no Quadro 5 acima.

As NEBs se utilizaram de uma estratégia de ligação "orgânica" com a pesquisa avançada. Para isso, muitas foram criadas sob a liderança de um pesquisador/cientista⁹ junto com investidores (atraídos por um tipo de atividade que prometia bons retornos dos investimentos feitos) e foram localizadas próximas a universidades e/ou centros de pesquisa. Para se ter uma idéia da importância dos recursos humanos especializados, estas empresas chegavam a contar com mais de 100 PhDs em seus quadros, sendo que a percentagem média de pessoal qualificado girava em torno a 20-25% do número total de empregados.

Do ponto de vista financeiro, se numa primeira fase o capital de risco foi até certo ponto abundante, já num período posterior (meados dos anos 80), ele começou a se tornar escasso. O tempo necessário para a obtenção dos retornos foi se alongando. Depois de anos de injeção de recursos e vários experimentos feitos, pouco havia de concreto dos projetos iniciais e menos ainda quanto à possibilidade de comercialização de produtos.

Diante deste quadro, estas empresas passaram a buscar nas grandes companhias os recursos necessários para suas atividades - as maiores NEBs

⁹ A própria Genentech foi criada por Stanley Cohen e Herbert Boyer da Universidade de Stanford e de São Francisco, pesquisadores que fizeram a primeira transferência de gene na E.coli; a Cetus foi fundada pelo Prêmio Nobel de Biologia, Donald Glaser, da Universidade de Berkeley - Califórnia.

gastaram cerca de US\$ 30 milhões ao ano em P&D nos anos 80, com um capital investido em torno de US\$ 1 a 10 milhões; geralmente, como colocado por Pisano et alii (1988), tais recursos não cobriam os downstream stages of innovation, ou seja, processo, desenvolvimento, produção, teste do produto, promoção, marketing e distribuição de um empreendimento.

Dado este cenário, mais e mais as NEBs passaram a desempenhar funções decorrentes dos interesses das grandes companhias, tanto para conseguirem recursos para sustentarem seus programas - cujos prazos não são curtos, passando longos períodos sem conseguirem produtos comercializáveis para sustentar tal esforço de inovações -, como para se beneficiarem de uma estrutura já existente de comercialização, distribuição e marketing das grandes empresas, estas associadas tanto a "velhas" capacidades, como com o novo paradigma tecnológico que se esboça. "O período entre a descoberta e a produção é somente uma parte do empenho total envolvido no processo completo de inovação" (Oakey et alii, 1990).

Os acordos passaram a ser mais frequentes - os tipos mais importantes podem ser vistos na Figura 1, a seguir. Percebe-se que os acordos mais comuns foram e ainda são os contratos de projetos específicos de P&D, onde as grandes empresas chegam a dispensar 20% dos gastos em P&D, e os acordos de licenciamento de tecnologia, com a venda dos conhecimentos adquiridos. Estes, porém, estão atrelados à complexidade e aos riscos decorrentes da pesquisa tecnológica em áreas próximas à fronteira do conhecimento e do tempo dispendido para o sucesso dos programas de P&D (que geralmente é longo, enquanto há sempre o risco do fracasso de tais projetos, tanto devido aos limites tecnológicos, como da retirada do suporte financeiro antes do sucesso ter sido atingido). Por isso, a associação com uma grande empresa e/ou a venda do conhecimento é uma alternativa buscadas pelas NEBs.

Exemplo das dificuldades pelas quais estão passando, é a reorientação que várias NEBs inglesas fizeram em relação às suas atividades. Entre 1976-81, 80% das firmas eram orientadas para a produção biotecnológica e o restante (20%) estava orientada para serviços¹⁰; entre 1982-86, esta porcentagem mudou para 52% e 48%, respectivamente. Ou seja, o número de firmas que se orientou para o mercado, cresceu mais no período das descobertas iniciais, com o objetivo de explorarem os potenciais da biotecnologia, enquanto que as empresas que privilegiaram os serviços, deram suporte às novas técnicas para as grandes empresas, indicando uma pesquisa orientada e especializada (Oakey et alii, 1990).

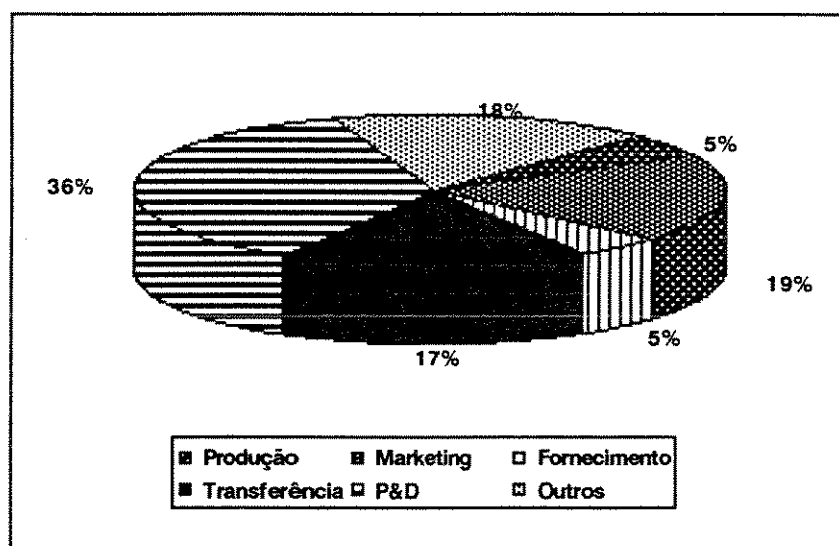


Figura 1 - Principais Tipos de Acordos em Biotecnologia

Fonte dos dados: Pisano et alii, 1988; elaboração da autora

¹⁰ Ser orientada para "serviços", no caso das empresas especializadas em biotecnologia, sugere uma variada gama de atividades, que pode ser realizar contratos específicos de P&D com outras empresas para explorar projetos de inovações tecnológicas; ou realizar serviços de laboratórios (é o que grande número de empresas na área de controle ambiental faz), ou a fabricação de equipamentos de laboratórios; entre outros. Oakey et alii (1990) trabalham com tal separação.

Muitas NEBs foram vendidas ou fechadas antes mesmo de conseguirem lançar algum produto no mercado. Outras foram adquiridas por empresas de grande porte. Há também casos de compra de uma NEB por outra, como ocorreu entre a Advanced Genetic Science (EUA) que adquiriu a DNA Plant Technologies, em 1981. Também houve fusões de NEBs, como entre a Calgene e a Plant Genetics, em 1989. Em 1991, a Chiron e a Cetus resolveram se associar, realizando uma das maiores fusões deste tipo de empresa nos EUA (desde que a Hoffmann La Roche decidiu comprar 60% da Genentech em 1990, por US\$ 2,1 bilhões). A fusão foi feita através da troca de ações e avaliada em cerca de US\$ 660 milhões (ambas são empresas especializadas em manipulação genética para produção de remédios e vacinas) (Folha de São Paulo, 24/07/91).

O preço das ações de várias firmas, depois de atingirem bons patamares e atraírem altos volumes de investimentos diretos (no ano de 1982 estes chegaram a US\$ 120 milhões), começaram a sofrer uma grande queda. Um bom exemplo é o da Genentech, que colocou no mercado, em 1980, mais de 1 milhão de ações, cujo preço subiu, em um único dia, de US\$ 35 para US\$ 89, fechando a US\$ 71. O lucro que a empresa alcançou em 1985 - cerca de US\$ 1,2 milhão - baseou-se nas vendas de tecnologia e prestação de serviços e não na comercialização de produtos. Uma performance pior apresentou a Biogen, em 1984, com prejuízos de US\$ 13 milhões, devido, principalmente, ao elevado custo dos programas de P&D.

Assim, passada a fase de euforia, os preços dos papéis das NEBs caíram. Entre 1981 até meados de 1983, o mercado de ações apresentou-se instável, mas com uma boa recuperação no final deste período para os papéis das empresas Molecular Genetic, Hybritech e Genentech. Aliás, esta última empresa, mesmo durante o período de queda acentuada no valor das ações, foi a que apresentou um melhor desempenho, chegando a obter mais de US\$ 50 por ação no auge do

processo (início de 1983). Em 1984, outras empresas como a Cal Biotech, Chiron, Damon Biotech e DNA Plant Tech, também enfrentaram uma queda no valor de seus papéis, que esboçaram uma reação no início de 1985. Novamente a Genentech foi a empresa em que tal processo pôde ser melhor averiguado¹¹.

Assim, a criação de NEBs foi desacelerada, sem entretanto deixar de ocorrer, como mostram Burrill & Lee Jr. (1990). Na Figura 2, abaixo, pode-se ver que o período em que houve o maior crescimento no número de empresas foi entre 1978 e 1981 - o auge do processo -, com expressiva queda posterior - época em que o retorno esperado dos investimentos não dava sinais positivos.

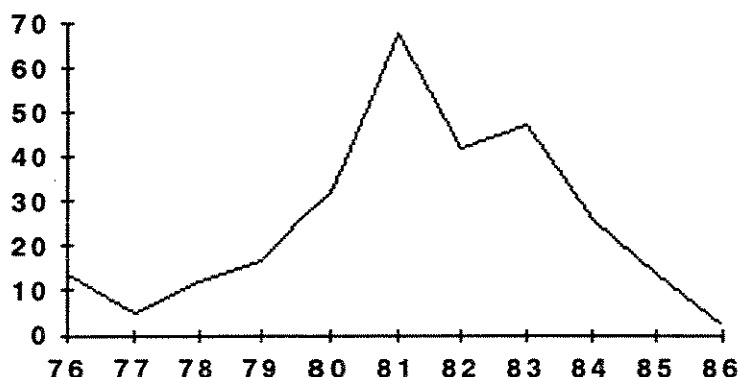


Figura 2 - Número de NEBs criadas entre 1976 e 1986

Fonte: Shan (1987), apud Pisano et alii (1988)

¹¹ Nos últimos anos da década de 80, a situação financeira de algumas NEBs começou a se estabilizar. Entre 1987 e 1988, balanços de 20 NEBs apresentaram sensível melhora e durante este último ano o faturamento foi 44% superior ao de 1987. Quatro conhecidas firmas registraram lucro: Genentech, Amgen, Applied Bioscience e Genzyme. Também houve aumento do capital de risco em biotecnologia nos EUA de 2% neste mesmo período. Porém, tais resultados não sinalizam uma independência destas empresas em relação às grandes companhias - estas continuam sendo a fonte mais importante de recursos.

Pelo Quadro 6 fica patente a dificuldade encontrada por várias NEBs em manterem-se no mercado: praticamente não há recursos operacionais (pois são poucos os produtos comercializáveis) e o montante de Ingressos que recebem (através, provavelmente, da venda de conhecimentos) ainda não é capaz de gerar um saldo financeiro positivo.

Apesar do ambiente pouco favorável para as NEBs, Oakey et alii (1990) apontam para vantagens destas frente às grandes empresas: a) criam ambientes e estruturas que dificilmente são replicados, devido à intensidade das atividades de P&D - a maior força das NEBs; e b) possuem vantagens quanto à organização interna, dado que a incorporação da organização da P&D em grandes empresas requer mudanças nas estruturas gerencial e organizacional internas a estas, que nem sempre são fáceis de serem feitas. Os mesmos autores chamam a atenção para a importância de se continuar investindo e incentivando o trabalho das NEBs, por elas terem um papel estratégico no desenvolvimento da biotecnologia, em especial no que se refere aos avanços tecnológicos, e também na estrutura industrial, se opondo à tendência de concentração de mercados por grandes empresas.

**QUADRO 6 - Total das Vendas, Lucro Total e Líquido de Algumas NEBs
Selecionadas - em US\$ milhões (1985)**

NEB	VENDA DE PRODUTO	LUCRO TOTAL	LUCRO LÍQUIDO
AMGEN	0,6	19,8	- 1,4
BIOGEN	0	21,5	-19,1
CETUS	0	45,9	1,5
CHIRON	0	7,8	- 3,2
GENENTECH	5,2	89,6	5,6
GENETIC INST.	0	21,3	- 1,7
MOLECULAR GENETICS	1,4	8,3	- 2,5

Fonte: Apud, Avalos Gutiérrez, 1990

Em resumo, o papel das NEBs no futuro da biotecnologia ainda está por ser definido. O que fica claro até aqui são as dificuldades de consolidação de um padrão industrial baseado no desenvolvimento deste tipo de empresa, malgrado sua importância, ao menos circunstancial, até o momento apresentada.

1.3 As Áreas de Aplicação da Biotecnologia

1.3.1 - As Áreas Envolvidas com os Processos Biotecnológicos

A área que tem recebido os maiores investimentos relacionados aos processos biotecnológicos é a de saúde humana - especialmente os segmentos terapêuticos e de diagnóstico. Através do uso das técnicas de ADN^r e do hibridoma, os biofármacos vêm obtendo consideráveis avanços em vários tipos de produtos¹². O objetivo principal quando da utilização destes processos é "engenheirar" organismos para produzirem proteínas para o uso em aplicações terapêuticas, imunológicas e de diagnóstico. Em muitos casos, os resultados alcançados permitem dizer que está havendo substituição de métodos convencionais por novos métodos biotecnológicos.

Já a fusão celular ou a tecnologia do hibridoma é usada para produzir anticorpos mais puros, o que não acontecia através dos métodos convencionais de produção - cujo procedimento era a injeção de um antígeno num animal para estimular a produção de anticorpos. O primeiro produto de diagnóstico in vitro¹³ originado de anticorpos monoclonais foi aprovado em 1981, nos EUA; em 1983, 26 produtos de diagnósticos também baseados em anticorpos monoclonais in vitro foram aprovados (OTA, 1984).

¹² Os principais produtos terapêuticos são: insulina (para o tratamento do diabetes); interferón (para o tratamento do câncer); hormônio de crescimento; vacina contra hepatite B e o tPA (usado para dissolver coágulos sanguíneos em indivíduos infartados).

¹³ "In vitro significa fora do organismo. Diagnósticos in vitro são testados em tubos ou em outros aparelhos de laboratório. In vivo significa dentro do organismo e os diagnósticos in vivo referem-se a técnicas onde alguma substância de diagnóstico é usada dentro do corpo do paciente para indicar ou medir a presença de algum tipo de célula" (Pisano et alii, 1988).

Ou seja, em menos de dois anos houve uma rápida proliferação do novo processo. Estes fatos estimularam não somente a direção dos investimentos nesta área, como a orientação destes para a pesquisa in-house nas grandes empresas - aspecto já tratado em itens anteriores. Coerentemente, foram abertas possibilidades de colocação de novos produtos no mercado, através da biotecnologia, contrapondo, em parte, ao problema anteriormente mencionado do esgotamento das trajetórias tecnológicas da indústria farmacêutica.

A tendência geral é que os segmentos terapêuticos e de diagnóstico continuem a ser privilegiados. No caso dos produtos de diagnósticos, os testes imunológicos e as sondas genéticas têm ajudado na detecção dos vírus da AIDS (porém, maiores avanços são esperados somente para o final do século). A descoberta de novas vacinas e de produtos para doenças genéticas hereditárias são outros segmentos que deverão crescer dentro do conjunto das inovações por vir.

Um dos maiores obstáculos para os novos produtos terapêuticos chegarem ao mercado nos EUA é a aprovação dos processos pelo New Drug Application (NDA), que pode demorar até 10 anos - período e custos já difíceis de serem absorvidos por uma grande companhia farmacêutica, e mais ainda por uma NEB. Já o FDA (Food and Drug Administration) tem encurtado o prazo para a aprovação de novos produtos oriundos de processos biotecnológicos - geralmente metade do tempo em relação aos terapêuticos tradicionais (16 meses contra 32 meses). Porém, de 25.000 aplicações para investigar novas drogas, nem 2%, ou seja, 400, estavam, em 1988, no estágio de testes clínicos (Busch et alii, 1991).

Os produtos para diagnóstico encontram menos dificuldades para a aprovação de seus processos. Porém, o seu ciclo de vida é mais curto, o que faz

com que as companhias procurem recuperar rapidamente o investimento feito e reapliquem grande parte dos lucros obtidos em novos desenvolvimentos.

Também na área animal, as proteínas terapêuticas aparecem como os produtos de melhor performance, cujo principal representante é o hormônio de crescimento bovino (BST), seguidas pelos de diagnóstico e imunoterápicos. Novas vacinas mais eficazes permitem o controle de diversas doenças, entre as quais a febre aftosa e a diarreia bovina. Por outro lado, a manipulação genética permite que animais tornem-se mais resistentes a doenças, com uma maior taxa de crescimento e com um melhor rendimento alimentar. O processo de transferência de embriões permite a obtenção de animais com as melhores características selecionadas de uma matriz, permitindo o melhoramento do rebanho.

Os testes sobre os efeitos do hormônio de crescimento bovino indicaram uma maior produção de leite e de carne por animal; porém, ainda é grande a discussão em torno da qualidade e, em especial, da segurança dos produtos obtidos com o uso de tal hormônio - grupos com diferentes interesses chegaram a pedir ao FDA, nos EUA, a não concessão da licença para o uso do hormônio de crescimento animal.

Na indústria alimentar, a engenharia genética é aplicada para a produção de bactérias, leveduras e fungos com específicas capacidades metabólicas na fermentação de alimentos, ou de proteínas para produzir enzimas com especificidades catalíticas. Estes processos, combinados com as novas técnicas de cultura de tecidos, estão sendo utilizados para transformar a produção de certas commodities agrícolas dentro do processo industrial (alguns exemplos serão vistos mais adiante).

Um aspecto interessante é o que ocorre na Grã-Bretanha. Lá o segmento biotecnológico de maior mercado é o de equipamentos, cuja participação é de quase a metade do mercado (43%), seguido do segmento de saúde humana (21%), de meio-ambiente (16%), especialidades químicas (4%), e agro-vegetal e agro-animal, cada um com 3%.

1.3.2 - A Área Agrícola e os Investimentos em Biotecnologia: Condicionantes e Perspectivas

Para discutir a questão dos menores investimentos na área agrícola vis a vis a área de saúde humana, a agricultura apresenta especificidades que implicam em maiores barreiras para o seu desenvolvimento, como o menor valor agregado de seus produtos; a manipulação de organismos mais complexos (os vegetais); atividades sujeitas à influência de fatores externos, como clima, pragas e doenças; e a maior dificuldade de contornar os problemas relativos à propriedade intelectual (Paillotin, 1988, apud Salles Filho, 1991).

Dentro de tal contexto, as investidas nesta área tanto pelas grandes empresas como pelas NEBs procuram combinar P&D in-house com contratos de pesquisa (desenvolvidos por estas últimas) e aquisição de empresas de sementes, aspecto já analisado anteriormente. Como pode ser visto pela Figura 3, abaixo, a área agrícola aparece em quarto lugar na preferência das NEBs, atrás de outros setores de aplicação, como o de saúde humana - segmentos terapêuticos e de diagnóstico - e o de equipamentos e insumos (commodities químicas, por exemplo). São as grandes empresas que mais vêm investindo na biotecnologia vegetal dado a natureza de longo prazo da P&D e seu estágio preliminar de desenvolvimento comercial.

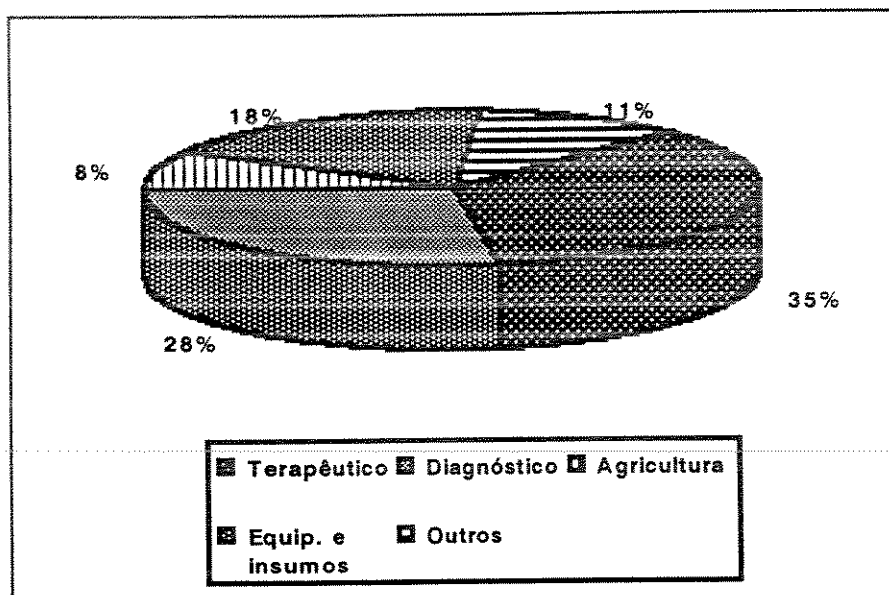


Figura 3 - Áreas de Maior Interesse das NEBs - do Total de Firms

Fonte dos Dados Burrill & Lee Jr. (1991); elaboração da autora

Entretanto, não descartando estes aspectos, deve-se enfatizar, como aponta Salles Filho (1991), o papel desempenhado pelas estratégias concorrenciais das grandes empresas envolvidas com a biotecnologia, que vêm influenciando os rumos aí seguidos, através do direcionamento de seus investimentos. Reforçando o exemplo já visto anteriormente do caso das variedades resistentes a herbicidas, Koppenburg Jr. (1988) lista 21 empresas e instituições que vêm desenvolvendo pesquisas com este objetivo, ou seja, tornar a planta resistente ao produto químico - que representa um enorme mercado mundial - e não aos insetos e doenças. Estima-se que este mercado será de US\$ 6 bilhões no final do século (UNIDO, 1988).

Bons exemplos destas estratégias são os seguintes: a Calgene produziu plantas de fumo transgênicas, resistentes ao herbicida Bromoxynil - tais plantas têm a capacidade de produzir uma enzima que neutraliza a ação fitotóxica do produto; a Plant Genetic System desenvolveu técnica de clonagem de beterraba

para transferência de genes que configuram resistência ao produto fosfinitricina. A Monsanto (EUA) - que tem investido cerca de US\$ 140 milhões/ano e que possui em torno de 1.000 pessoas envolvidas com pesquisa básica e aplicada em biotecnologia -, conseguiu, através da engenharia genética, algodão e tomates resistentes ao seu maior produto, o Round-up® (a comercialização está prevista para a primeira metade desta década) (Salles Filho, 1991).

O mesmo autor cita outros casos que seguem esta linha de estratégia: "no desenvolvimento de feromônios e toxinas microbianas para atingir os mercados de produtos químicos, que estão em decadência ou que ainda não foram cobertos pelos inseticidas, grandes empresas, como a Abbott Laboratories, a Sandoz, a Shell, a Monsanto e a ICI, e também NEBs, como a Ecogen e a Mycogen, estão envolvidas nestas pesquisas, que, até o momento, têm requerido mais recursos do que foi obtido com as vendas, devido aos largos prazos de maturação dos projetos".

São vários os exemplos de investimento neste tipo de estratégia: o da Biotechnica General, que pretende patentear uma variedade de trichoderma que atua como fungicida; o da joint venture entre a Mycogen (EUA) - empresa especializada em biopesticida para controle de insetos e pragas - e a Japan Tobacco Co. - que domina a produção de tabaco no Japão - para desenvolvimento e comercialização de um bioherbicida; a Mycogen também assinou um acordo de US\$ 3 milhões com a Shell Research Ltd. para o desenvolvimento de pesticidas biológicos. Há, porém, casos mal sucedidos como o da Ecogen (EUA) que, na tentativa de penetrar no mercado de pesticidas biológicos, não conseguiu suportar a concorrência e, para evitar o pedido de falência, precisou vender parte da empresa e demitir 18 dos seus 80 empregados. Mas, justamente devido aos riscos e aos prazos de maturação é

que esta linha de pesquisas apresenta maior atenção na esfera institucional. Um exemplo é o MITI do Japão que está implantando um projeto de P&D em feromônios e outros mensageiros químicos, previsto para dez anos e com recursos da ordem de US\$ 65 milhões (Silveira et alii, 1990).

Um outro tipo de projeto que vem sendo desenvolvido é aquele voltado para as sementes artificiais. A possibilidade de cruzamentos interespecíficos (através de técnicas de macho-esterilidade) favorece a obtenção de novos híbridos, que, entre outras vantagens para as firmas aí envolvidas (só o mercado de milho híbrido nos EUA é de cerca de US\$ 1,5 bilhão), permite a extensão da proteção dos híbridos - "segredo natural" - a outras culturas. Um outro rumo para as pesquisas em sementes artificiais é em direção ao encapsulamento de embriões de variedades juntamente com fertilizantes, fungicidas e herbicidas, buscando, como no caso de variedades resistentes a agrotóxicos, o revigoramento de mercados tradicionais (Silveira et alii, 1990).

Porém, na maioria dos casos, as estratégias lançadas pelas empresas com o objetivo de assumir a liderança de um processo ainda bastante indefinido, esbarram em condicionantes que muitas vezes colocam-se como barreiras ao avanço dos projetos de pesquisa e de produção. Silveira et alii, 1990 dividiram tais condicionantes em três aspectos: 1) a questão da propriedade industrial; 2) a forma e o grau de participação do setor público na pesquisa biotecnológica; e 3) as limitações técnico-científicas.

Em realidade, os temas referidos acima estão bastante interligados, dado que, por exemplo, a possibilidade ou não de apropriação dos resultados da inovação é fator de estímulo ou de constrangimento para o investimento do setor privado na P&D em geral e, também, na P&D biotecnológica vegetal, muitas vezes em pesquisas que anteriormente estavam sob o domínio público. Por sua

vez, a dificuldade que vem sendo encontrada para o avanço nas pesquisas de alto nível (ou de ponta) de sofisticação tecnológica, também influencia a divisão de tarefas no desenvolvimento da moderna biotecnologia¹⁴.

Senão vejamos. No processo de geração e difusão das variedades de alto rendimento (HYV) - chamado de Revolução Verde, que teve início nos EUA nos anos 50 -, fundações privadas norte-americanas (Rockefeller, Ford e Kellogg) financiaram vários programas de pesquisa na área agrícola, que tinham como objetivo oficial a introdução de sementes de melhor qualidade nos países periféricos.

Com suas trajetórias influenciadas por tal política norte-americana em relação à produção agrícola mundial, o setor privado da química, de máquinas e implementos e de sementes, deu impulso ao ritmo da internacionalização do capital em curso naquela época, proporcionando um grande avanço comercial na indústria a montante e a jusante da agricultura, que por sua vez tem papel fundamental no padrão de desenvolvimento da agricultura.

A utilização das variedades de alto rendimento - que na verdade só seriam mais produtivas com o uso de doses convenientes de insumos químicos e de equipamentos agrícolas -, veio ao encontro dos objetivos das indústrias ligadas à agricultura, pois possibilitou a abertura de vários mercados do Terceiro Mundo a estas indústrias e estabeleceu novas conexões entre indústria e agricultura.

A divisão de tarefas entre os setores público e privado neste padrão de desenvolvimento indicava a atuação deste último na indústria de insumos

¹⁴ Salles Filho & Albuquerque (1991) fazem uma análise sobre a discussão em relação à divisão de tarefas entre os setores público e privado, chamando a atenção para a característica dinâmica e, portanto, mutável que norteia tal relação, e que agora se acelera com o advento da biotecnologia.

químicos, máquinas e implementos agrícolas e o primeiro no desenvolvimento da pesquisa em variedades e práticas culturais, dado que as técnicas biológicas de produção eram de domínio público, isto é, não havia nem dificuldade para capacitar-se em tais técnicas, nem um "segredo" natural, pois não se tratava de sementes híbridas, não existindo estímulos para a atuação das empresas privadas nas pesquisas de base biológica.

Com a moderna biotecnologia há uma mudança na relação entre os setores público e privado na geração e difusão dos conhecimentos adquiridos nas pesquisas agrícolas. Quando essas mesmas empresas perceberam que muitos dos processos biotecnológicos - apesar de caros, de envolverem altos riscos e longos prazos de maturação -, ofereciam a possibilidade da apropriação do conhecimento, passaram a investir montantes consideráveis de recursos na P&D biotecnológica, influenciadas pelas oportunidades tecnológicas abertas pelo possível novo paradigma.

Porém, o patenteamento de produtos biotecnológicos encontra muitas dificuldades que vão desde a falta de clareza ou mesmo a indefinição do que é realmente um produto biotecnológico, sua distinção em relação a um produto obtido natural ou quimicamente, e/ou entre este e um outro produto que cumpre as mesmas funções, além das questões referentes aos diferentes sistemas de patentes adotados no mundo.

Salles Filho (1991) cita dois casos envolvendo a Genentech para ilustrar estes aspectos: "a) o caso do Fator VIII para tratamento de hemofílicos, desenvolvido por técnicas de ADN recombinante, em que o pedido de registro foi preterido em função da existência de uma patente de Fator VIII extraído do sangue; b) o caso da disputa, também perdida pela Genentech, entre a Protropina® (já patenteada) e a Humotropina® da Eli Lilly (patenteada a

seguir), ambos hormônios de crescimento humano obtidos por ADN recombinante, mas tendo, entre eles, a sutil diferença de um aminoácido que, embora não modifique em nada seu efeito terapêutico, foi suficiente para considerar ambas as drogas originais para efeito de propriedade industrial".

Finalmente, as dificuldades técnico-científicas para o avanço da biotecnologia vegetal têm afetado o volume de investimentos nesta área, cujos recursos têm sido direcionados para outros campos de aplicação, como já visto anteriormente.

Primeiramente, pensou-se que seria possível manter o ritmo de descobertas e inovações das pesquisas com microorganismos, vegetais e animais. Porém, este ritmo é completamente diferente, dado que o grau de complexidade é crescente entre estes, afetando as expectativas de resultados concretos das pesquisas, isto é, a possibilidade de obtenção de um produto passível de ser comercializado. A consequência da persistência destes limites é a exigência de prazos mais longos de maturação dos resultados esperados, o que significa um elevado custo financeiro para a sustentação do empreendimento e das pesquisas, requisitos difíceis de serem sustentados pelas pequenas e médias firmas. Daí a maior participação das grandes empresas e também dos institutos públicos de pesquisa e universidades na pesquisa na área vegetal, tanto através do desenvolvimento da P&D in-house por aquelas, como através de acordos de colaboração entre estes grupos.

Percebe-se que, enquanto na área de saúde humana parece haver uma estratégia agressiva de substituição de produtos obtidos por processos mais tradicionais pelos de natureza biotecnológica - o que leva à radicalização no processo de inovação não somente quanto às técnicas, mas também quanto aos produtos -, no caso vegetal as tentativas vão no sentido de reforçar mercados

antigos, numa atitude mais defensiva das grandes indústrias frente à biotecnologia (Silveira & Salles Filho, 1988).

1.4 A Biotecnologia nos Países Menos Desenvolvidos

Nas discussões sobre as oportunidades colocadas para países em desenvolvimento, num contexto de ruptura tecnológica, podem ser detectadas duas diferentes perspectivas sobre o assunto.

De um lado, há uma corrente que acredita que as novas tecnologias, especialmente informática e biotecnologia, podem levar a uma diminuição do gap tecnológico existente entre países desenvolvidos e aqueles menos desenvolvidos. Grosso modo, autores desta corrente (Perez, 1984; Perez & Soete, 1988) acreditam que as características do novo paradigma tecnológico favoreçam os países menos desenvolvidos, pois sendo tecnologias mais flexíveis e com alto ritmo de mudanças, estariam presentes os seguintes aspectos: i) maior difusão tecnológica pela pressão competitiva no mercado internacional; ii) menores exigências de investimentos em capital e trabalho nas novas tecnologias (vide a microeletrônica); iii) maior flexibilidade da mão-de-obra (aspecto sempre verificado nos países em desenvolvimento frente aos mais evoluídos) e iv) a mudança de paradigma não exige maior capacitação tecnológica associada ao paradigma anterior (ruptura em relação ao aprendizado anterior).

Por outro lado, há aqueles que acreditam que as novas tecnologias resultarão numa maior abertura do gap tecnológico entre os dois blocos de países,

desenhando um quadro desfavorável aos países do Terceiro Mundo. Rada (1983) afirma que as vantagens comparativas dos países menos desenvolvidos estão sendo afetadas - entre elas o baixo custo da mão-de-obra -, pois tais tecnologias apresentam rápidas mudanças (produtos com ciclo curto de vida), o que implica dificuldades de acompanhamento por parte desses países; a tecnologia é cada vez mais complexa e intangível, ou seja, mais incorporada em pessoas, em processos, sendo mais difícil obter "pacotes" tecnológicos; os custos de P&D são crescentes, o que vem provocando uma maior concentração industrial e dos investimentos, entre outros.

No caso específico da biotecnologia, boas perspectivas foram colocadas, a princípio, para os países menos desenvolvidos, devido ao fato do novo padrão tecnológico se basear em inovações biológicas¹⁵. Muitos destes países, além de abrigar um grande patrimônio genético em flora e fauna, possuem instituições públicas com reconhecida tradição em pesquisa - tanto na área de saúde humana, como na área agrícola (no caso brasileiro em especial), principalmente se pensarmos nas técnicas intermediárias de sofisticação (cultura de tecidos, fixação biológica do nitrogênio e controle biológico de pragas).

Mas, a idéia que num período de transição tecnológica ou de mudança de paradigma as barreiras à entrada são menores - porque é difícil a percepção da configuração das técnicas, dos mercados, enfim, da concorrência potencial -, possibilitando, assim, um salto de etapas (leapfrogging) por parte dos países menos desenvolvidos, não está se verificando no caso da biotecnologia. Barreiras à entrada aqui referem-se, entre outros, à dificuldade em se obter

¹⁵ Diferente das inovações em máquinas e implementos agrícolas (indústria metal-mecânica) e em insumos agrícolas (indústrias química e petro-química).

produtos realmente comercializáveis, aos elevados custos de desenvolvimento e ao pequeno retorno obtido (Sercovich, 1991).

Avalos Gutiérrez (1990) afirma que o controle exercido pelas capacidades disponíveis que existem na área de produção (máquinas mais especializadas, economias de escala), na área de mercado (comercialização e distribuição), no know how acumulado e não codificado e na disponibilidade de recursos financeiros nas grandes empresas, são barreiras maiores aos países menos desenvolvidos que aquelas referentes às proibições legais derivadas do sistema de patentes e direitos de propriedade intelectual. As estratégias comerciais e as trajetórias tecnológicas das grandes empresas estão buscando rotinizar a base técnica da biotecnologia e especializar a aplicação da engenharia e do know how da produção.

Tais aspectos apontam para um agravamento da dependência tecnológica em geral e para uma deterioração das vantagens comparativas ainda existentes para os países menos desenvolvidos, dado que o aumento da produtividade das indústrias afetadas poderá acarretar efeitos sobre o nível de preços relativo dos produtos e sobre o comércio internacional e, além disso, limitantes da produção agrícola devido a requerimentos climáticos e da localização desta, poderão ser superados, implicando em perda de mercados tradicionais de exportação (Jaffé, 1991).

Há exemplos que já indicam tais efeitos, entre eles: da High Fructose Corn Syroup substituindo sacarose de cana-de-açúcar; da manteiga de cacau obtida da transformação enzimática de óleos vegetais de baixo preço; da propagação clonal de "oil palm" com elevada produtividade, deprimindo preços por superprodução; da goma arábica vegetal obtida a partir de bases amiláceas substitutas; da baunilha produzida por cultura de tecidos; além das

possibilidades colocadas de obtenção de cafeína por microorganismos e de substituição de farelos protéicos para alimentação animal por proteína unicelular (Fowler et alii, 1988; Bush et alii, 1991).

Avalos Gutiérrez (1990) tem opinião semelhante, afirmando que com a biotecnologia "as relações Norte-Sul são menos frequentes e mais limitadas; o fluxo de tecnologia é mais restrito (dado a base do conhecimento estar assentada sob uma estrutura industrial madura e fortemente concentrada e, mais ainda, o processo de desenvolvimento em curso estar sendo controlado não só pelos países desenvolvidos, mas por apenas algumas empresas destes); as empresas dos países desenvolvidos se interessam pelos países menos desenvolvidos somente para provar resultados obtidos em seus laboratórios, para adquirir matéria-prima, para escapar das severas normas de regulação do uso da biotecnologia em seus países de origem, para ascender a mercados e para não compartilhar atividades de pesquisa e comercialização de produtos".

Realmente, o que se tem verificado, até o momento, é um quadro não favorável aos países em desenvolvimento, dado que, no que se refere à biotecnologia, não foi possível obter vantagens que colocassem em xeque as estruturas de mercado e mesmo o padrão tecnológico vigente, ditados pelas grandes corporações internacionais. Desta forma, tal grupo de países não conseguiu se aproveitar do momento de indefinições quando do início do processo, assumindo mais uma vez, uma postura passiva frente à reestruturação em curso, mas cujos resultados certamente lhe acarretarão fortes impactos. Se alguma oportunidade ainda existir, ainda assim esses países necessitariam

reavaliar suas estratégias frente às políticas de capacitação científica e tecnológica adotadas¹⁶.

Segundo Sercovich (1991), os países menos desenvolvidos encontram-se em desvantagem, apesar do potencial que existia para conseguir acompanhar o processo de desenvolvimento biotecnológico, devido à dificuldade para a capacitação requerida frente aos conhecimentos necessários. Para a efetiva exploração do potencial de leapfrogging não basta apenas apoiar-se no domínio da base científica de uma tecnologia, mas, mais que isso, apoiar-se nas habilidades e capacidades da engenharia, da produção e da comercialização para que seja possível alcançar competitivamente o mercado.

Ainda segundo o autor, os países periféricos precisam entender a dinâmica das mudanças trazidas pelo desenvolvimento da biotecnologia, para ser possível identificar os padrões tecnológicos e de mercado e avaliar os interlocutores (universidades, institutos públicos de pesquisa, NEBs ou grandes empresas) de acordo com as necessidades específicas. Somente com uma clara estratégia é que tais países poderão formular políticas nacionais adequadas à promoção da biotecnologia.

Porém, o que existe atualmente nos países da Região são ações que privilegiam apenas o fomento das pesquisas e o financiamento de projetos, sem que diretrizes voltadas à redefinição da política de Ciência e Tecnologia - necessárias frente ao advento da moderna biotecnologia - sejam adotadas. A conservação, valorização e melhor aproveitamento dos recursos genéticos - uma

¹⁶ Um dos únicos lugares na América Latina em que os esforços realizados atingiram resultados foi em Cuba, com o desenvolvimento do Interferón. Porém, pelos esforços estarem orientados para uma demanda social genérica, a real competitividade do produto não ficou conhecida; não houve um market oriented para se poder avaliar os impactos econômicos de tal investimento.

das mais importantes matérias-primas para o desenvolvimento da biotecnologia - , é um dos exemplos da necessidade urgente de definição das políticas científica e tecnológica, de propriedade intelectual e de regulação da biosegurança nos países latinoamericanos. Além disso, cabe ainda ao Estado promover a pesquisa básica e a formação de recursos humanos, articulando, ao mesmo tempo, a participação do setor privado neste processo, estimulando a difusão dos resultados obtidos através das pesquisas.

Dado o contexto em que se encontra o desenvolvimento da biotecnologia nos países da Região, a saída é a concentração de esforços em programas mais específicos, onde os países já possuam experiência acumulada. Salles Filho (1991), por exemplo, sugere algumas linhas de atividades de P&D, onde ainda é possível uma atuação favorável por parte dos países menos desenvolvidos: "a) obtenção de novas variedades e novos híbridos para culturas mais regionalizadas que não se caracterizam (não necessariamente) como commodities, a partir de técnicas de cultura de tecidos já em grande parte dominadas por países latinoamericanos; b) busca de metabólitos secundários de aplicação farmacêutica ou alimentar, também por cultura de tecidos; c) melhoria dos rebanhos e da produtividade animal por técnicas de manipulação de embriões e pelo desenvolvimento e aplicação maciça de vacinas nos rebanhos bovino, suíno e avícola; d) fortalecimento das pesquisas em controle biológico de pragas e em fixação biológica de nitrogênio; e) uso de técnicas de anticorpos monoclonais para detecção de doenças de plantas. Estes exemplos não significam excluir das prioridades a engenharia genética e técnicas mais sofisticadas, são apenas sugestões óbvias de que é possível e desejável tomar uma postura mais ofensiva".

Este panorama indica a importância e a necessidade de políticas coerentes para a condução do processo de desenvolvimento e de capacitação em

biotecnologia. Porém, mesmo atuando no nível intermediário de sofisticação tecnológica, é grande a preocupação quanto às condições existentes para países menos desenvolvidos acompanharem este processo, dado não somente a falta de uma maior orientação de tais políticas nestes países, como também o fato dos rumos do desenvolvimento da biotecnologia em nível mundial estarem sendo definidos pelas estratégias das grandes companhias multinacionais, agravando a posição dos países periféricos neste contexto.

Dentro deste cenário, o próximo Capítulo procurará descrever de forma sucinta o que vem ocorrendo com o processo de desenvolvimento da biotecnologia vegetal em nível nacional, analisando o papel dos setores público e privado.

CAPÍTULO II

Biotecnologia no Brasil: Organização e Investimento nos Setores Público e Privado

Introdução

A tradição que existe nas pesquisas agrícolas desenvolvidas por institutos públicos de pesquisa e universidades de ciências agrárias (IAC, EMBRAPA, ESALQ, Universidade Federal de Viçosa, entre outras), possibilitou boa base e competência científica para o país nessa área. Tal aspecto, aliado à disponibilidade de um grande patrimônio genético e à euforia com a moderna biotecnologia em meados da década de 70, foram fatores de peso para despertar o interesse do setor público e de algumas empresas privadas para a pesquisa e a produção biotecnológicas na área vegetal.

Todavia, o quadro atual não é animador; se já existem dificuldades para o desenvolvimento da biotecnologia de uma forma geral nos países centrais, tais dificuldades tornam-se maiores e mais complexas em países como o Brasil, onde as políticas definidas pelo Estado foram dispersas e circunstanciais e não orientaram de forma eficiente e orgânica o envolvimento tanto de instituições públicas como de empresas privadas em relação à biotecnologia.

Diante deste quadro, neste Capítulo procurar-se-á, num primeiro momento, fornecer um panorama geral sobre o estágio em que se encontra a pesquisa e o

investimento públicos em nível nacional. Num segundo item, serão abordados alguns casos de investimentos privados em biotecnologia, especialmente na área agrícola no país, tanto de empresas já estabelecidas no mercado, como de empreendimentos em NEBs, com o intuito de permitir a discussão sobre as possibilidades e as dificuldades de países como o Brasil em aproveitar "janelas de oportunidade" criadas pela emergência de novas tecnologias e de novos regimes tecnológicos.

II.1. Aspectos Gerais da Organização e do Investimento do Setor Público na Biotecnologia no País

O financiamento público para P&D biotecnológica no Brasil sempre deu margens à discussão devido à falta de organicidade com que os programas foram até hoje implantados. Além do volume de recursos repassado pelo governo para os programas de C&T estar muito aquém do esperado, há também distorções sérias na política de capacitação científica e tecnológica no país, agravadas nos últimos anos pelo sucateamento do sistema público de pesquisa instituído desde o início do século.

Várias são as instituições públicas e privadas que recebem financiamento de órgãos governamentais. Os recursos são repassados, principalmente, através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

A importância da FINEP aumentou no último ano com a diretriz assumida pelo governo de privilegiar a pesquisa aplicada em detrimento à pesquisa básica, colocando maior volume de recursos à disposição de projetos industriais privados. Exemplo disto são os recursos destinados à iniciativa privada em comparação aos repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (FNDCT) para os institutos públicos de pesquisa. Prevê-se, para 1992, que os recursos para projetos destinados ao setor privado sejam duas vezes maiores que aqueles disponíveis ao setor público (Folha de São Paulo, 19/04/92).

A FINEP é uma empresa pública, vinculada à Secretaria de Ciência e Tecnologia e está subordinada à Presidência da República. O repasse de recursos se dá através de duas organizações: da Divisão de Biotecnologia e Química e do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT)/Subprograma Biotecnologia. A FINEP também possui um programa de treinamento de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico (RHAE)/Setor Biotecnologia.

O orçamento público para P&D repassados pela FINEP nos anos de 1991 e 1992 foram de US\$ 768 milhões e US\$ 818 milhões, respectivamente. No âmbito do PADCT, em 1991, o atual governo anunciou a disposição de cerca de US\$ 110 milhões com recursos do Tesouro e do Banco Mundial, para projetos em universidades, centros de pesquisa, empresas públicas e privadas e fundações, em doze áreas específicas. Dentre as áreas contempladas, a biotecnologia ficou com o segundo maior volume de recursos: cerca de US\$ 16,1 milhões, sendo US\$ 7,2 milhões do Tesouro Nacional e US\$ 8,9 milhões do Banco Mundial.

Pelo Quadro 7 pode-se ver, de forma agregada, o repasse de recursos governamentais para biotecnologia, em diversos setores, através da FINEP. As

universidades e institutos públicos de P&D, no período de 1985/88, receberam, aproximadamente, 83,5% dos recursos totais (no período anterior, 1980/84, este percentual foi da ordem de 92,5%). A área de agricultura, mesmo tendo apresentado maior número de projetos (78, sendo 73 do setor público e 5 do setor privado, contra 69 projetos da área de saúde), recebeu um volume relativamente menor de recursos: quase 37% do total contra 40% para a área de saúde. O valor dos recursos repassados no segundo período foi menor em US\$ 21,5 milhões (valor corrente) relativamente ao primeiro período.

Para a área agrícola, os recursos repassados caíram de US\$ 15 milhões, no primeiro período, para menos de US\$ 10 milhões, no período seguinte, mesmo tendo-se aumentado significativamente o número de projetos financiados pela FINEP: de 51 projetos, entre 1980/84, para 78 projetos, entre 1985/88, o que significa que o valor por projeto caiu.

QUADRO 7 - Destinação dos Recursos da FINEP para Biotecnologia - Setores Público e Privado, em US\$ mi (1980 - 1988)

PERÍODO	ÁREA	SETOR PÚBLICO		SETOR PRIVADO		TOTAL	
		n. proj.	valor	n. proj.	valor	n. proj.	valor
jan.80-dez.84	Saúde	89	22.8	1	0.9	90	22.9
	Agricultura	49	14.5	2	0.6	51	15.1
jan.85-dez.88	Saúde	65	9.6	4	1.4	69	11.0
	Agricultura	73	8.4	5	1.5	78	9.9

Fonte: FINEP, apud Silveira et alii, 1990

Para o setor privado, onde os recursos não são normalmente obtidos a fundo perdido¹, a questão do financiamento da P&D e da produção biotecnológica é mais problemática, devido à necessidade de muitas empresas, no curto prazo, terem que apresentar resultados financeiros satisfatórios a partir de suas atividades produtivas e, ao mesmo tempo, terem que trabalhar com produtos/processos biotecnológicos que demandam prazos longos de maturação e grandes investimentos, principalmente nos primeiros anos de atividade, quando o capital de giro é baixo. Mais adiante será melhor visto o que vem sendo feito pelo setor privado em relação à biotecnologia, especialmente na área agrícola.

Quanto ao setor público de pesquisa, muitas são as instituições engajadas em programas e projetos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico da biotecnologia vegetal. Aqui será feita uma breve descrição das linhas de pesquisa seguidas por algumas destas instituições, dando um maior destaque àquelas envolvidas com o melhoramento genético.

Se por um lado a posição da EMBRAPA vem sendo um avanço para o processo de capacitação na área agrícola, o atual esvaziamento e sucateamento das instituições públicas de pesquisa (como o Instituto Agrônomo de Campinas - IAC -, o Instituto Biológico, entre outros) colocam em risco uma extensa experiência acumulada de anos de pesquisa e agrava a tentativa e a necessidade de interação entre os setores público e privado, justamente num período em que tal interação é crucial devido à emergência da moderna biotecnologia.

¹ A Fundação Bio-Rio é um exemplo da utilização de recursos públicos a fundo perdido para projetos em biotecnologia: até o final de 1990 já tinham sido repassados US\$ 7 milhões (Silveira et alii, 1990). Para uma visão ampla do que vem sendo feito no Brasil ver BNDES, 1990

A adaptação local e regional do processo inovativo, a configuração da transferência de tecnologia no campo vegetal e a existência de uma certa tradição e estrutura de pesquisa agrícola permitiram ao país obter resultados importantes no campo biotecnológico, como o domínio nas áreas de controle biológico de pragas e de fixação biológica do nitrogênio, principalmente pelo setor público.

As pesquisas de controle biológico no Brasil datam da década de 30, com a introdução de parasitóides para o controle da broca do café, solução encontrada pelas pesquisas desenvolvidas no Instituto Biológico - órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo -, criado em 1927. Várias outras culturas vinham sendo beneficiadas pelo avanço de tais pesquisas, mas a introdução e a utilização indiscriminada de pesticidas e inseticidas sintéticos com o grande desenvolvimento da indústria química, a partir da Segunda Guerra Mundial, interromperam os estudos nessa área por falta de apoio financeiro à pesquisa e aos especialistas (Albuquerque et alii, 1986).

Mais recentemente e devido à movimentação das grandes empresas químicas, renasceu o interesse pelo controle biológico e já existem projetos de escala comercial no país. O combate à lagarta da soja (Anticarsia gemmatalis) foi implantado na safra 1982/83 com o Baculovirus anticarsia, pesquisa desenvolvida no Centro Nacional de Pesquisa da Soja da EMBRAPA/Londrina. A aplicação desse produto já se estende por 1 milhão de hectares por todo o país, o que equivale a 10% da área plantada. A tendência é o manejo integrado e seletivo, com aplicação de produtos químicos apenas quando se faz necessário. Os grandes desafios nessa área encontram-se na dificuldade de industrialização do Baculovirus, como mostrou o exemplo recente de uma NEB brasileira (Agroggen) que teve que abandonar temporariamente seu projeto de comercialização do Baculovirus.

Outras importantes instituições envolvidas nessa área são o Instituto de Biologia e o Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da UNICAMP, o Departamento de Genética da ESALQ, o CENARGEM/EMBRAPA e a COPERSUCAR. O extinto Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de Açúcar (PLANALSUCAR) também realizava pesquisa em controle biológico e coordenou um programa, através de suas regionais, de controle integrado de pragas em nível nacional, a partir de 1975 (Futino & Silveira, 1986).

A fixação biológica do nitrogênio também é uma técnica que há muito vem sendo pesquisada no país (os primeiros registros são do início do século, no IAC). A EMBRAPA é hoje o centro que mais vem se dedicando no Brasil: as pesquisas desenvolvidas com soja conseguiram fazer com que essa cultura alcançasse hoje uma eficiência de aproveitamento do nitrogênio atmosférico de 80% de suas necessidades. O Instituto de Biologia da UNICAMP, por sua vez, tem conseguido sucesso nas pesquisas com feijão e o desafio agora é estender tal benefício para cereais e gramíneas.

Pode-se afirmar que hoje no Brasil existe um grau de capacitação em técnicas de nível intermediário para a biotecnologia agrícola que atende aos requisitos mínimos para o desenvolvimento de projetos de maior fôlego no país. Há conhecimento suficientemente avançado, pelo menos no que diz respeito às etapas de laboratório, para o uso de qualquer das técnicas de cultura de tecidos, produção de inoculantes, produção de organismos para o controle biológico de pragas, além do excelente nível de aprendizado em melhoramento

genético da maioria das espécies cultivadas. Para exemplificar, podemos abaixo dar uma idéia do que está sendo feito na UNICAMP².

O Instituto de Biologia da UNICAMP é aquele que, dentro da Universidade, possui mais projetos de pesquisa junto à área vegetal, com trabalhos sistemáticos em genética vegetal e microbiana, especialmente voltados ao melhoramento vegetal para produtos alimentares e à produção de insumos biológicos utilizados na produção agrícola. Pesquisas em biologia molecular nas áreas humana, animal e vegetal também são conduzidas já há algum tempo. Deve-se ainda citar as pesquisas em imunologia e em botânica, que constituem marcos de referência para apoio às demais pesquisas destas e de outras unidades.

A Faculdade de Engenharia de Alimentos também da UNICAMP desenvolve pesquisas voltadas mais para a produção de alimentos e de insumos biológicos agroindustriais; porém, há pesquisas para a produção de microorganismos usados no controle biológico de pragas. Já foram alcançados resultados práticos e positivos junto ao setor produtivo, através do desenvolvimento de tecnologia para a produção de vírus utilizados no controle de pragas. O orçamento para a Faculdade em 1991 foi de US\$ 3 milhões.

A UNICAMP também possui o Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas e Biológicas (CPQBA) - comprado da Monsanto -, com laboratórios equipados e área para experimentos de campo. O CPQBA tem o papel de criar a necessária competência na Universidade, para possibilitar o avanço da biotecnologia de ponta, promovendo a capacitação e a difusão de técnicas de engenharia

² Apresenta-se aqui apenas o caso da UNICAMP por uma simples questão de facilidade de obtenção dos dados, uma vez que o trabalho de campo desta dissertação refere-se exclusivamente ao estudo das duas empresas que serão apresentadas no capítulo seguinte.

genética e outras afins, nos diversos setores produtivos e, principalmente, nas áreas alimentar e de saúde.

Atualmente, o Centro está desenvolvendo um pesticida biológico contra o mosquito Aedes, resultado de um convênio com a Nitral Indústria e Comércio de Inoculantes e Produtos Agropecuários Ltda., de Curitiba, que fará a adaptação do produto ao processo industrial. A pesquisa está na etapa de isolamento e de testes de linhagens a partir da bactéria Bacillus thuringensis. O novo produto também pode matar larvas dos mosquitos Anopheles (transmissor da malária) e Simulidium (borrachudo e pernilongo) em aproximadamente duas horas. A Nitral está não só bancando toda a pesquisa, como também repassará à UNICAMP 5% do faturamento do produto.

Na biotecnologia vegetal de ponta, os centros onde a pesquisa encontra-se mais avançada são, provavelmente, o Centro de Biologia Molecular e Engenharia Genética (CBMEG) da UNICAMP; o CENARGEM/EMBRAPA e o Centro de Biotecnologia Agrícola (CEBTEC) da ESALQ/USP³.

Em 1987 foi criado o Laboratório de Biologia Molecular de Plantas do CBMEG/UNICAMP. Segundo o Relatório de Atividades do Laboratório (1988-1989), "os projetos de pesquisa envolvem algumas linhas de investigação, onde o maior interesse está centrado no desenvolvimento e na aplicação de técnicas de biologia molecular e celular para o estudo da regulação da biossíntese de aminoácidos e proteínas nas sementes de milho. Nosso interesse compreende o estudo de alguns aspectos relacionados à fixação biológica de nitrogênio, transporte de aminoácidos para sementes, atividade e regulação de enzimas

³ Os dados que serão apresentados a seguir, sobre as três instituições acima referidas, são parte do trabalho de Silveira et alii (1990), cuja responsabilidade esteve a cargo da autora desta dissertação.

envolvidas na síntese e na degradação de aminoácidos na semente, e síntese e deposição das proteínas de reserva na semente. Alguns aspectos da regeneração de plantas de milho, a partir de cultura de tecidos, variação somoclonal e aplicação das técnicas de cultura de tecidos para obtenção de plantas agronomicamente mais favoráveis têm sido investigados"⁴.

O CEBTEC/ESALQ foi criado em 1981 e é um dos três Centros Técnico-Científicos da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiróz (FEALQ) da ESALQ - os outros são o de Economia e o de Genética - e faz parte do Departamento de Química. As pesquisas no CEBTEC baseiam-se, especialmente, na tecnologia dos protoplastos, no sistema de células em suspensão, na variação somaclonal e na cultura de embriões imaturos, como importantes estratégias biotecnológicas auxiliares no melhoramento de plantas e para pesquisas de bioquímica e fisiologia de células de plantas. As pesquisas sobre fixadores biológicos de nitrogênio e sobre micorrizas⁵ - em culturas agrícolas e florestais - visam a produção biotecnológica de inóculos. As principais culturas estudadas são: cana-de-açúcar, feijão, citros, morango, abacaxi, laranja, pimenta-do-reino, plantas ornamentais e medicinais, eucaliptos e pinos.

Os contatos com instituições de pesquisa são muito freqüentes, tanto no país (com a UNESP e a EMBRAPA, principalmente), como no exterior (Universidade de Columbia e de Ohio nos EUA e com a Plant Genetic Systems da Bélgica). O CEBTEC desenvolve pesquisas através de contratos, via FEALQ, para diversas empresas, como a Duratex (projeto de seis anos de duração, com eucaliptos e pinos), a Johnson & Johnson (de fibra de eucaliptos in vitro), a

⁴ Como será visto no próximo item, a Agrocères tem, atualmente, um convênio de pesquisa envolvendo o CEBMEG e a USP para, entre outras atividades, fazer o mapeamento genético do milho.

⁵ Micorrizas são microorganismos que se fixam nas raízes das mudas e aumentam a capacidade de extração de nutrientes do solo, tornando a planta mais resistente.

Citro-Vita - empresa do Grupo Votorantim - interessada em mudas de laranja, entre outras. Também faz treinamento de pessoal e montagem de laboratórios.

O CENARGEM/EMBRAPA é uma instituição pública de pesquisa que centraliza as atividades de conservação de recursos genéticos, mantendo o maior banco de germoplasma da América Latina e a principal equipe de engenharia genética do país. Os projetos são ainda fortemente baseados em recursos públicos⁶, mesmo considerando-se alguma participação de empresas privadas no financiamento das pesquisas, como é o caso do projeto com uma das mais importantes empresas de biotecnologia na Europa, a PGS da Bélgica. Este projeto em particular (talvez o principal do CENARGEM) visa a transferência e expressão do gene que determina a produção de metionina (aminoácido essencial) da castanha-do-pará para a estrutura genética do feijão, e encontra-se na fase de transferência e expressão na planta.

Há cerca de seis anos, quando a pesquisa havia começado, usava-se o Agrobacterium tumefaciens para a transferência de genes. Atualmente, está se utilizando um aparelho desenvolvido pela Du Pont (Du Pont Biolistic PDS-1000, cujo leasing custa US\$ 7,5 mil por ano), que faz esse processo eletronicamente. Até o momento, não se conseguiu a transferência do gene e a expressão no feijão. O CENARGEM já requereu patentes de técnicas desenvolvidas no decorrer do projeto em diversos países. O interesse da PGS em financiar tal pesquisa se deve não somente ao pagamento de royalties mas à capacitação científica e tecnológica que pôde ser obtida através do estudo de germoplasmas importantes e pelo fato de o país ser grande consumidor de feijão, com boas condições para posterior difusão das sementes. A PGS financiou parte da

⁶ Dos recursos para projetos na área de biotecnologia vegetal, 80% vêm de instituições como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) - especialmente para aparelhagem -, o Banco Mundial - para construção - e o PADCT.

pesquisa, que não poderia ser realizada se contasse apenas com o orçamento do CENARGEM. A PGS entrou com 30% no projeto que durou seis anos e que custou, até 1990, US\$ 200 mil anuais. Também com a PGS, o CENARGEM busca aumentar o teor protéico de raízes e tubérculos: inhame e mandioca. A questão é que, nestes casos, o processo é muito mais complicado, uma vez que estes vegetais são geneticamente programados para acumular amilopectinas e não proteínas.

A falta de recursos para pesquisa chega a comprometer, inclusive, os trabalhos de rotina do CENARGEM e o banco de germoplasma passa por dificuldades. Um exemplo é o banco da soja no IAC, que está extinguindo-se, devido a dificuldades financeiras prolongadas. Também o banco de germoplasma de dendê, em Manaus, que toma 400 hectares e tem custado US\$ 14 milhões ao CENARGEM, está em dificuldades sérias. Seriam necessários 2000 hectares para manter a variabilidade desejada deste banco. A tarefa de conservar germoplasma é rotineira mas cara, não rendendo frutos imediatos. A proposta é que o banco de germoplasma se centre em culturas que são de interesse social e que servem de base para o melhoramento, como o milho, a soja e o arroz.

Pelo Quadro 8 pode-se verificar a estrutura, os projetos, as linhas de pesquisa, as fontes de financiamento, a produção anual e as principais técnicas utilizadas nos três centros de pesquisa em biotecnologia vegetal, acima referidos - o CEBMEG, o CEBTEC e o CENARGEM.

QUADRO 8 - Características de Três Importantes Centros de Biotecnologia Vegetal do País, 1990

CARACTERÍSTICAS	CEBTEC	CBMEG	CENARGEM
Pessoal Associado	4 Dr 1 MSc 3 Eng.Agr.	3 Dr 2 MSc 4 Eng.Agr.	60 PhD e MSc
Técnicos de Laboratório	8	9	n.d.
Técnicos com Pós-Graduação	5	5	n.d.
Técnicos Profissionais + Não-Profissionais	9	9	n.d.
Núm. de Proj. em Curso	14	3	n.d.
Principais Linhas de Pesquisa	Embriogênese somática (estudos básicos)	Engenharia Genética	Plantas Transgênicas Controle Biológico
Principal Fonte de Financiamento	Convênios internacionais	Governo	Governo (80%) Contratos com o exterior
Produção Comercial Anual(plantas)	3.000.000	n.d.	não se aplica
Principais Atividades	Pesquisa e docência	Pesquisa e docência	Pesquisa aplicada; conservação de recursos genéticos
Espécies Prioritárias	1. feijão 2. frutas 3. citrus	milho	1. feijão 2. leguminosas 3. milho
Biotécnicas de maior importância para o laboratório	1.variação somaclonal 2. micropropagação de ápices 3.metabólitos secundários	1.engenharia genética 2. eng. de plantas 3.cultivo de células e tecidos	1.sequencia-mento de ADN 2.clonagem de genes 3.regeneração via cult. tecidos 4.controle biológico
Avaliação	1. laboratório: muito bom 2. nível efetivo da bt avançada: de excelência	1. laboratório: muito bom 2. nível efetivo da bt avançada: de excelência	1. laboratório: muito bom 2. nível efetivo da bt avançada: de excelência

Fonte: FAO (1990), apud, Silveira et alii, 1990

II.2 Aspectos Gerais Sobre a Organização e o Investimento do Setor Privado

Várias empresas atuantes em biotecnologia criaram, em 1986, a Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia - a ABRABI. Em 1991 tal Associação contava com 41 empresas filiadas (28 de capital privado nacional; 3 de capital privado estrangeiro; e 11 de capital misto ou empresas e fundações públicas). Ela representa o interesse industrial junto à Secretaria de Ciência e Tecnologia da Presidência da República e ao Comitê Interministerial de Biotecnologia e tem o "propósito comum de promover o desenvolvimento da biotecnologia, tanto pelo apoio ao crescimento da sua base científica e tecnológica, quanto pela expansão de suas perspectivas comerciais e industriais" (ABRABI, 1990).

A ABRABI é a favor do livre-mercado em biotecnologia, dentro e fora do Brasil, e do reconhecimento de patentes e de proteção às variedades vegetais. O Brasil, desde 1971, por uma legislação que reviu a lei de 1945 sobre patentes de vegetais, não concede proteção legal a descobertas e melhoramentos na área agrícola. Naquela época, o setor público de pesquisa posicionou-se contrário à lei de proteção. Quanto ao setor privado envolvido com a produção de sementes e mudas, este baseia-se ou no segmento onde o "segredo" tecnológico é natural (ou seja, em híbridos, como no caso das sementes de milho), ou no segmento de variedades, cujo material utilizado é proveniente dos institutos públicos de pesquisa e onde, portanto, os custos de P&D são bastante reduzidos.

Atualmente, a questão do reconhecimento da propriedade intelectual voltou à tona, devido ao fato de existir um projeto de lei a ser apreciado pelo Congresso Nacional e que propõe que o país adote um mecanismo de proteção frente aos resultados obtidos através de pesquisa e/ou experimentos.

A discussão deste assunto é da maior importância, principalmente pelo fato de existirem diferentes mecanismos de proteção, cuja adoção determinará diferentes impactos sobre a pesquisa pública e privada e sobre a estrutura do mercado de sementes no país, para não falar nos impactos sobre os custos de produção na agricultura. Quer dizer, a adoção de um sistema mais próximo ao Plant Variety Protection Act (PVPA) nos EUA ou do sistema europeu UPOV (União para Proteção de Novas Variedades de Plantas) ou ainda de um sistema específico para o Brasil, significará diferentes resultados ao nível da P&D biotecnológica vegetal no país⁷.

Embora nada ainda esteja definido, existe uma forte pressão para que seja aqui adotado um sistema mais próximo ao de patentes, ou ainda uma adesão à recente revisão da UPOV, de 1991, que elimina o direito de livre uso do material genético existente em variedades protegidas. Mais de 300 pedidos de patentes biotecnológicas, 95% das quais provenientes do exterior, aguardam no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a solução deste impasse.

Ainda quanto à ABRABI, como uma associação voltada à promoção do desenvolvimento comercial da biotecnologia, ela tem estimulado a criação de Parques Ciência-Indústria de Biotecnologia. O principal fruto desta estratégia é a Fundação Bio-Rio⁸. Criada em 1988, o objetivo desta entidade é "fomentar o

⁷ No PVPA, por exemplo, que é uma revisão e ampliação do Plant Patent Act de 1930, que "estendeu os direitos para plantas reproduzidas sexualmente, uma vez que possam ser garantidas as características varietais, (...) o detentor do direito pode excluir outros de comercializar, reproduzir, exportar ou importar o material protegido" (Zylbersztajn, 1990). Já os países europeus adotam a UPOV que, criada em 1961, também foi revista em 1985, passando de 6 para 17 países signatários, porém sem a participação de países menos desenvolvidos. Neste sistema, apesar dos requerimentos para a obtenção da proteção serem praticamente os mesmos exigidos pelo PVPA, os princípios são mais flexíveis: "todas as espécies podem ser protegidas, sejam resultantes de programas de melhoramento, sejam descobertas na natureza; o material pode ser utilizado livremente para a pesquisa; e é requerida licença para a utilização do material para a produção de híbridos" (Zylbersztajn, 1990).

⁸ Em 1990 foi criada em Minas Gerais a Fundação BIOMINAS, com, praticamente, os mesmos objetivos da Bio-Rio, quais sejam, promover o desenvolvimento da biotecnologia e da química fina no Estado de Minas Gerais. Instituída por 9 empresas (com mais 4 se associando posteriormente), conta com apoio e fomento do CNPq, do BNDES, da FINEP e da ABRABI, e pretende manter convênios com universidades e centros de pesquisa. Recentemente, a Fundação firmou acordo de cooperação envolvendo a Prefeitura de Belo Horizonte, a UFMG, Secretarias de Estado e seus órgãos de P&D, com o

desenvolvimento integrado da biotecnologia, no âmbito das empresas e instituições científicas, através da implantação e gestão de um conjunto organizacional, voltado para a promoção e apoio à pesquisa, ao desenvolvimento tecnológico e sua aplicação à atividade produtiva" (Fundação Bio-Rio, 1990).

A Bio-Rio foi instituída pela FINEP, CNPq, ABRABI, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN); Associação Comercial do Rio de Janeiro (ACRJ) e Associação Fluminense da Pequena e Média Empresa (FLUPEME) e tem como financiadores a própria FINEP (com US\$ 1 milhão e mais US\$ 3 milhões em negociação); o CNPq (US\$ 300 mil devendo chegar a US\$ 1 milhão); a Prefeitura do Rio de Janeiro (US\$ 1 milhão para infra-estrutura); o BNDES (US\$ 1 milhão); a Fundação Banco do Brasil (US\$ 1 milhão para a construção de laboratórios) e a FIRJAN (US\$ 1 milhão em três anos).

A UFRJ cedeu à Bio-Rio o direito de uso de uma área de 207.000 m² por um período de trinta anos e a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro firmou um acordo de cooperação financeira para obras de infra-estrutura e urbanização dessa área. A Fundação Bio-Rio obteve, através da UFRJ e da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), US\$ 2,5 milhões, sendo US\$ 1 milhão proveniente da Comunidade Européia. Calcula-se que os recursos - todos a fundo perdido - devam chegar a US\$ 25 milhões. Os equipamentos são concedidos em comodato e o aluguel é pago à UFRJ, conforme a alocação do terreno às empresas.

objetivo de implantar, até o final do corrente ano, a Incubadora de Empresas de Biotecnologia e Química Fina, com gestão a cargo da BIOMINAS, visando a otimização e efetivação na utilização de recursos técnicos e laboratoriais dos potenciais associados.

A Bio-Rio prevê a instalação de 70 empresas num prazo de dez anos. A área é composta de 70 lotes industriais, destinados às instalações das empresas locatárias, além de instalações para abrigar: **a)** incubadeiras: instalações físicas destinadas a empresas nascentes e projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico; **b)** unidade de serviços especializados (USE): infra-estrutura completa de assistência técnico-gerencial às incubadeiras, aos projetos de pesquisa das empresas e às instalações científicas (são 3 centrais de serviços e 3 laboratórios especializados); **c)** unidade administrativa. Há também o Galpão Coletivo para abrigar instalações de micro e pequenas empresas, com áreas individuais médias de 100 m² (esses galpões serão construídos com financiamento externo e administrados pela Bio-Rio).

Até 1991 havia duas empresas (incubadeiras) instaladas: a WL, de kits de diagnóstico, e a Biosíntese, de discos de papel para determinação de sensibilidade bacteriológica. Uma terceira empresa estava em processo de instalação, a Millirio (representante da Millipore), de filtros microbiológicos. Há ainda a Microbiológica (de produtos para análises clínicas) e a Aid-Med (de insumos para área médica, como materiais para transfusão e válvulas cardíacas). As empresas contam com facilidades creditícias: uma linha especial do BNDES, com correção monetária de 5% a.a., três anos de carência e sete para pagar; uma linha da FINEP com cláusula de risco para micro e pequena empresa; na questão fiscal, há dilatação do prazo de recolhimento do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), com isenção da correção monetária e do imposto sobre serviços (ISS). A Bio-Rio faz importação de materiais, administração de projetos e assistência jurídica e administrativa. Boa parte dos produtos que ali serão gerados depende do mercado institucional, ou seja, das compras do governo.

A ABRABI também é responsável pela organização da Feira Nacional de Biotecnologia (FENABIO) e do SINBIO - Sistema de Informação em Biotecnologia. A FENABIO já ocorreu em 1988 no Rio de Janeiro e, em 1991, em São Paulo. Nestas, além das empresas envolvidas em biotecnologia divulgarem seus trabalhos e atividades, são realizados seminários e conferências, assim como encontros de empresários nacionais e estrangeiros para a discussão de negócios em várias áreas. O SINBIO é uma rede de informações de aspectos técnicos e comerciais de produtos e de processos biotecnológicos e de dados cadastrais de empresas e instituições, serviço voltado especialmente para a classe empresarial.

No Quadro 9, que é apresentado a seguir, pode-se perceber, por um lado, a representatividade da ABRABI nos setores de saúde humana e agrícola, num dado universo de empresas de biotecnologia. As empresas não-pertencentes à ABRABI, tanto de uma área como da outra, são responsáveis por cerca de 78% do total das vendas em suas respectivas áreas. Por outro lado, o Quadro também permite a comparação entre estes dois setores no que toca à biotecnologia: apesar de possuir um menor número de empresas (quase um terço a menos), o setor agrícola, na época, apresentou uma melhor performance vis a vis o setor de saúde humana. A média das vendas de cada uma das 20 empresas do setor agrícola foi de US\$ 16 milhões, enquanto que a média do setor de saúde não chegava a US\$ 6 milhões por empresa.

QUADRO 9 - Empresas de Biotecnologia: Número e Vendas - 1990, em US\$ milhões

SETOR	NÚMERO DE EMPRESAS			VALOR DAS VENDAS		
	ABRABI	Outras	Total	ABRABI	Outras	Total
Saúde Humana	9	48	7	69.5	250.0	319.2
Agricultura	5	15	20	73.3	250.0	323.3

Fonte: ABRABI (1990), apud Silveira et alii, 1990

As principais linhas de pesquisa em biotecnologia na área vegetal seguidas por empresas do setor privado no país, têm visado, na maioria das vezes, a integração vertical ou o emprego de técnicas que possibilitem a obtenção de produtos finais e/ou matérias-primas com melhores características.

Prova disto é um documento organizado pela Food and Agriculture Organization (FAO, 1990) sobre os principais laboratórios de biotecnologia vegetal na América Latina e Caribe, que aponta (como mostra o Quadro 10) que entre as 9 empresas brasileiras analisadas, 5 delas (isto é, 55,6%) visam, com a biotecnologia, a integração vertical, sendo que 36,3% (ou seja, 4 empresas) têm como principal atividade a área florestal - esse número sobe para 54,4% se forem computadas as empresas que não trabalham somente nessa área (Quadro 11). As empresas que visam a produção para o mercado final representam 33,3% (ou seja, 3 delas) e na amostra existia somente 1 empresa de serviço. Outras atividades a que as empresas privadas também se voltam são para a produção de mudas, especialmente de hortaliças e plantas ornamentais.

QUADRO 10 - Amostra de Empresas Privadas da Área Agrícola - Objetivo da Atuação em Biotecnologia

Razão da Atuação em Biotecnologia	Número de Empresas	Porcentagem do Total
Integração Vertical	5	55,6
Mercado	3	33,3
Serviço	1	11,1
Total da Amostra	9	100.0

Fonte: FAO (1990), apud Silveira et alii, 1990

QUADRO 11 - Amostra de Empresas Privadas da Área Agrícola com Atuação em Biotecnologia - Principais Atividades na Área de Biotecnologia Vegetal

Principais Atividades	Número de Empresas	Porcentagem do Total
Somente florestal	4	36.3
Também florestal	2	18.1
Hortaliças/ Sementes	1	9.0
Ornamentais	4	36.3
Total	11*	99.7

* O total é maior que 9, pois há empresas em mais de uma atividade.

Fonte: FAO (1990), apud Silveira et alii, 1990.

Uma das grandes empresas de papel e celulose que serve de exemplo neste contexto é a Companhia Suzano. A empresa, apesar de ter montado um centro de pesquisas na área de cultivo de tecidos, ainda atua de forma bastante cautelosa, dado que o processo de produção de mudas é feito em 90% dos casos a partir de sementes de eucalipto e o restante a partir de estaquia

(macropropagação vegetativa) ou micropropagação. A cultura de tecidos tem servido para a introdução de novas espécies recém trazidas da Austrália, mas o grosso das espécies utilizadas é de E. saligna (60%) e E. grandis (40%).

No processo de produção por propagação vegetativa, "as estacas são retiradas de brotos de árvores abatidas e em seguida postas para ramificar com o uso de hormônios adequados. Após a "pega" as mudas são encaminhadas aos viveiros. Já o processo de micropropagação parte da remoção da gema apical do eucalipto, que é transferida para meio de cultura em laboratório, onde procede-se ao processo de diferenciação celular até a obtenção de uma plântula, que então é repassada aos tubetes e daí às estufas ou mesmo aos viveiros" (Furtado et alii, 1992).

Além de permitir a reprodução vegetativa de árvores sem necessidade de abatê-las, a micropropagação também faculta uma reprodução mais rápida e eficiente de clones, já que um único explante (parte da gema apical retirada) fornece cerca de 1.000 mudas. Estima-se que, caso as técnicas de micropropagação não tivessem sido desenvolvidas, o atual estágio do programa de melhoramento só seria alcançado em 1995⁹.

Outro bom exemplo da tentativa de obtenção de matéria-prima com melhores características é o da COPERSUCAR. Dois Departamentos do Centro de Tecnologia (CTC) estão envolvidos no processo de desenvolvimento da biotecnologia vegetal: o de Fitossanidade e o de Melhoramento, ambos subordinados à Divisão de Fitotecnia.

⁹ A implantação da micropropagação foi em 1984, com recursos da FINEP, e o resultado mais evidente foi a aceleração do processo de melhoramento genético a partir da introdução de material proveniente da Austrália.

O Departamento de Fitossanidade engloba dois programas: um de fitopatologia e outro de entomologia. O principal trabalho que vem sendo desenvolvido na área de fitopatologia é o da cultura de meristema, que permite a obtenção de mudas livres de patógenos, tecnologia alternativa ao tratamento térmico para eliminação do raquitismo de soqueira (o CTC está repassando estas mudas a usinas para a formação de viveiros e a utilização desta técnica de forma comercial está prevista para três anos).

Dois convênios de pesquisa estão sendo realizados pelo programa de Entomologia: a) CTC/Departamento de Entomologia da ESALQ: estudo de novos insetos para o controle da broca de cana e estudo para o controle da praga Sphenophonis levis; b) CTC/EMBRAPA-RJ: estudo da potencialidade de fixação de nitrogênio da cana. O convênio iniciou-se em 1985, com o Centro de Biologia Nacional do Solo e já se isolou a bactéria Acetobacter diazotrophicus, possível responsável pela fixação (Silveira et alii, 1990).

No programa de melhoramento, os conhecimentos aplicados derivados de processos biotecnológicos, visam a elaboração do mapa genético da cana-de-açúcar e a utilização da cultura de tecidos para a micropropagação e a transformação genética da cana (para a resistência a herbicidas - projeto ainda não posto em prática -, a lagartas e a vírus). Para tanto, três convênios foram firmados:

a) CTC/Universidade de Cornell/HSPA (Associação dos Plantadores de Cana do Hawai), cujo programa foi iniciado em 1987, com prazo de duração de 2 anos e com o objetivo de elaborar o mapa genético da cana-de-açúcar. O interesse que existe neste convênio é o de dominar a técnica do RFLP para a instalação de marcas moleculares. Como resultado deste trabalho, já foram

colocados 25 marcadores no mapa genético da cana até 1991. Custo anual: US\$ 67 mil.

b) Também com um laboratório na Califórnia existe um convênio para a implantação de marcadores genéticos. Este foi firmado devido ao interesse em se trocar informações e tecnologia entre cientistas envolvidos em genética molecular da cana-de-açúcar e especificamente no mapeamento do genoma da cana das seguintes instituições: American Sugar Cane League, Bureau of Sugar Experiment Station, Hawaiian Sugar Planters Association Experiment Station, South African Experiment Station, Texas Agricultural Experiment Station e Agricultural Research Service of the United Department of Agriculture. O início do convênio foi efetivado em julho de 1991 por um prazo de 5 anos com um custo anual de US\$ 98 mil.

c) CTC/Universidade do Texas/A&M (Estação Agrícola de Weslcoo): desenvolvimento da técnica de transferência de genes plasmídeo e monocotiledôneas, por um custo anual de US\$ 23 mil (Furtado et alii, 1991).

Como um terceiro exemplo de empresas estabelecidas da área vegetal que entram na biotecnologia, não se pode deixar de citar o caso da Agrocere¹⁰. A empresa é líder no mercado nacional de sementes de milho híbrido (40%) e atua também nos mercados de sementes de hortaliças (25% de participação), de sorgo híbrido (35%), de matrizes de aves (13%) e de suínos (36%).

Criada em 1945 por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa, a empresa sempre se viu pressionada à manter uma estrutura voltada à P&D para

¹⁰ Para informações mais detalhadas sobre a empresa, ver Castro, 1988.

não perder espaço em seus principais mercados. O investimento em P&D é de cerca de 5% de seu faturamento, que em 1991 foi de cerca de US\$ 100 milhões.

Em 1985 a Agrocerec resolveu partir para dois grandes empreendimentos voltados à biotecnologia vegetal. Um deles foi a compra de parte da Biomatrix (tal aspecto será melhor visto no próximo Capítulo, onde também será discutida a associação da Agrocerec com uma NEB argentina - Biótica - que esteve envolvida no negócio com a Biomatrix); o outro foi a implantação de um Centro de Pesquisa em Santa Cruz das Palmeiras, no Interior do Estado de São Paulo, cujo principal objetivo tem sido a pesquisa em "ferramentas" (leia-se marcadores genéticos) para auxiliar o trabalho de melhoramento, com o objetivo de se obter novas linhagens puras de milho. O investimento no Centro foi de cerca de US\$ 5 milhões¹¹.

Atualmente há um projeto conjunto de pesquisa com o CBMEG/ UNICAMP e a USP, para a detecção de pares cromossômicos que determinam resistência à seca. "A Agrocerec fará a extração, isolamento e purificação do ADN. Posteriormente a UNICAMP fará a marcação e a identificação dos genes, enquanto a USP trabalhará no desenvolvimento dos métodos de marcação e duplicação dos genes. Terminada a fase de laboratório, os teste de campo serão conduzidos no Centro de Pesquisas da empresa. Complementando o trabalho, a USP deverá realizar os estudos econômicos. Este projeto teve um orçamento aprovado de US\$ 1,2 milhão, a fundo perdido, com prazo de execução de 5 anos e está financiado pelo PADCT, que conta com recursos do Banco Mundial e do Governo brasileiro" (Furtado et alii, 1991).

¹¹ A pesquisa tradicional em melhoramento vegetal é realizada em 5 unidades de pesquisa, que atendem às especificidades das principais regiões agrícolas do país; duas delas estão no Paraná; uma no Rio Grande do Sul; uma em Minas Gerais e outra em Goiás.

Na área de saúde humana várias empresas têm conseguido atingir mercados finais para os produtos desenvolvidos. Ou seja, obteve-se uma melhor performance, tanto em relação aos avanços na P&D como, e em especial, em relação aos resultados comerciais da pesquisa, seguindo uma tendência que, como foi visto, vem ocorrendo em nível mundial. Por outro lado, o processo pode ser verificado não só em empresas de maior porte, mas também naquelas de menor tamanho.

A CIBRAN - Companhia Brasileira de Antibióticos -, por exemplo, atua desde de 1981 na produção de terapêuticos para saúde humana e animal e suas vendas de produtos biotecnológicos atingiram, em 1991, US\$ 20 milhões de um total de US\$ 26 milhões. A empresa recebe financiamento da CEME-RENAME para o desenvolvimento e a produção do antibiótico básico cefalosporina-C e do intermediário 7-ACA, matéria-prima para a produção de antibióticos de terceira geração, única fabricante de tais produtos no país.

A Companhia de Desenvolvimento Tecnológico - CODETEC -, também tem obtido bons resultados em relação aos projetos que vêm desenvolvendo, especialmente na prestação de serviços em fármacos obtidos por síntese orgânica, fermentações e extração de produtos naturais. A empresa também atua no desenvolvimento de projetos de engenharia para plantas de química fina e prestação de serviços em informações em química fina.

Nascida no interior da UNICAMP em 1976, a CODETEC é uma empresa mista - 51% capital público e 49% privado - e em 1991, dos US\$ 1,5 milhão das vendas, US\$ 120 mil deveram-se a produtos obtidos por processos biotecnológicos.

Entretanto, a empresa mais promissora deste setor e que atua nos segmentos de produtos terapêuticos e diagnósticos é a Biobrás - Bioquímica do

Brasil S.A. A empresa é considerada uma NEB, apesar de comportar 510 funcionários e um faturamento estimado em US\$ 27 milhões em 1990, bem acima dos US\$ 18 milhões obtidos em 1989.

Sua origem deu-se no interior do Departamento de Bioquímica da Faculdade de Medicina da UFMG, em 1971. Em 1977, através de uma joint-venture com a Eli Lilly (cuja participação foi de 45% no negócio), foi possível o desenvolvimento da insulina pela empresa. Hoje, ela domina 95% deste mercado (o produto corresponde a 55% de seu faturamento), concentrando esforços na produção do produto por engenharia genética. As vendas para o Estado representam 30% do total vendido. As enzimas industriais correspondem a mais de 30% do faturamento e o restante vem dos produtos para diagnóstico e meio de cultura destinado a laboratórios de análises clínicas. A empresa investe cerca de 7% do seu faturamento em P&D e o PADCT já liberou recursos da ordem de US\$ 300 mil para a empresa (Bruno & Waack, 1991).

Uma situação bem diversa desta têm vivido as NEBs que se envolveram com a P&D biotecnológica agrícola no país. Por um lado, a tentativa de algumas empresas de prestar serviço a outras não vem dando bons resultados, vide o caso das que se orientaram para o mercado de mudas de espécies florestais e mesmo para o mercado de mudas de citros, dado que as grandes empresas destes segmentos de mercado passaram a formar seus próprios jardins clonais, reduzindo ao mínimo necessário o envolvimento com NEBs.

Por outro lado, praticamente não existem produtos agrícolas biotecnológicos comercializáveis, como já ocorre no setor de saúde. Os poucos resultados concretos se restringem a mudas de fruteiras tropicais e temperadas e de hortaliças, cujos mercados, no país, ou são extremamente pequenos e/ou não absorvem os preços dos novos produtos e/ou são dominados por grandes

empresas de sementes e de segmentos agroindustriais (como a Agroceres, a Dekalb, a Asgrow, a Pioneer, a CAC, entre outras).

A apresentação que será feita a seguir de empresas brasileiras envolvidas com a P&D biotecnológica no setor agropecuário, mesmo que de forma muito sucinta, permite-nos a percepção das dificuldades que estas vêm enfrentando em seus processos de desenvolvimento de pesquisa e produção. Indo mais além, ficam claros os maiores problemas encontrados pelas NEBs frente às grandes empresas e, no conjunto das empresas envolvidas com a área agrícola, os maiores obstáculos que devem enfrentar vis a vis aquelas que atuam na área de saúde. Tal aspecto, também visto no caso de NEBs em nível internacional, tem motivado mudanças de orientação e estratégias de muitas destas empresas.

A Agroggen S.A. Biotecnologia Agrícola iniciou em 1987 suas atividades na produção de bioinseticidas virais, principalmente para a broca da cana-de-açúcar e a lagarta da soja. A capacitação tecnológica foi desenvolvida juntamente com o CBMEG e o CPQBA da UNICAMP, e os estudos iniciais apontaram para um investimento necessário de US\$ 1 milhão e um faturamento estimado em US\$ 5 milhões ao ano somente no mercado sucro-alcooleiro.

Porém, em 1989, além de ter sido constatada a lenta introdução do produto no mercado¹², ocorreu um fato ainda mais grave: o produto lançado apresentou problemas técnicos, como pouca eficácia e dificuldades de armazenamento. Tal fato deveu-se a uma mudança no processo produtivo (a troca de um componente

¹² Os principais motivos foram: resistência do setor sucro-alcooleiro em realizar inovações, dado que com preços e subsídios garantidos, o setor não tem estímulo para buscar inovações; a sazonalidade do processo produtivo canavieiro; a contra-indicação do produto pela COPERSUCAR a seus associados, dado que o Planalsucar era um dos parceiros tecnológicos do projeto e existia um conflito entre estas duas instituições; a pressão exercida pelas grandes empresas de produtos químicos para a agricultura, contra a legalidade do produto; a confusa legislação brasileira para este tipo de produto; entre outros (Cerantola, 1991).

básico, o gérmen de trigo por levedura) e teve como principal implicação a recompra de todo o produto vendido, precipitando uma crise na empresa (Cerantola, 1991).

Ao mesmo tempo, estava sendo criada, pelos mesmos sócios da Agrogen, uma outra empresa, a Labogen, numa estratégia de diversificação de mercados, dado que esta atuaria na química fina para a produção de fármacos. Este mercado foi identificado como aquele que possibilitaria a obtenção de produtos com maior valor agregado e para o desenvolvimento tecnológico foi feito um contrato com a CODETEC. Devido aos problemas acima expostos com a Agrogen, as duas empresas se fundiram em 1990.

Em 1982 foi criada, por um grupo de cientistas da USP, a Embrabio. Primeiramente, a empresa apostou nas áreas de saúde humana e animal, especialmente em produtos diagnósticos e vacina contra febre aftosa, respectivamente. Estes projetos visavam o curto prazo, enquanto o projeto de transferência de embriões, por exemplo, era considerado de longo prazo.

Porém, a resistência do setor agropecuário a produtos mais sofisticados tecnologicamente e a inviabilidade econômica do projeto transferência de embriões¹³, levaram a empresa a se voltar mais para a área de saúde humana e, no caso da saúde animal, a trabalhar com produtos diagnósticos para doenças em aves (Cerantola, 1991). A tecnologia utilizada é baseada nos testes ELISA e "Western blot" e as vendas totais da empresa, em 1991, chegaram a US\$ 3 milhões.

¹³ Os custos indiretos sobrepunham-se aos custos da própria transferência (Cerantola, 1991).

A Engenho Novo tinha como objetivo inicial desenvolver e comercializar tecnologia para uma maior conversão do açúcar em álcool. Para isso, pretendia atuar nas 4 etapas do processo produtivo: extração, fermentação, destilação e biodigestão. Sua criação, no início de 1981, deu-se em uma época de grande estímulo ao PROÁLCOOL e envolveu a empresa Docas S.A. (através de sua controlada Docas Agroindustrial Ltda.) e a COPPE/UFRJ - respectivamente, o aporte financeiro e o técnico.

Já em 1985, depois de abandonar as etapas de extração e destilação, a empresa resolveu concentrar seus esforços somente na etapa da fermentação. Em 1987 conseguiu dominar o processo de fermentação contínua homogênea, o FERECEN, do qual requereu patente.

Porém, nesta época, o PROÁLCOOL encontrava-se numa situação de completa reversão de suas expectativas, levando a diretoria da empresa a assumir uma postura que possibilitasse a sua sobrevivência. Assim, a Engenho Novo voltou-se praticamente para a prestação de serviços para o setor agroindustrial, procurando se diversificar dentro do próprio setor sucro-alcooleiro, especializando-se em processos físico-químicos (Cerantola, 1991).

A partir de uma joint-venture entre a Vallée Nordeste S.A. e o Institut Merieux, foi criada em 1988 a Imovall - Instituto de Biotecnologia Vallée Merieux S.A., que pretendia atuar tanto no mercado de saúde humana (vacinas, soros, hemoderivados e produtos diagnóstico), como na área veterinária (vacinas e também produtos diagnósticos) - onde a Vallée atua desde 1961.

Na verdade, o empreendimento Imovall foi uma estratégia de diversificação da Vallée, dado que sua dependência em um só produto - a vacina contra febre aftosa (80% do faturamento)-, e o avanço da moderna biotecnologia

representavam um grande risco para a empresa. Portanto, a constituição da Imovall foi a saída encontrada pela Vallée na tentativa de utilizar uma capacitação tecnológica já existente e diversificar seus mercados - no caso, a área de saúde humana. Para isso, associou-se ao Institut Merieux, que possui grande experiência nesta área¹⁴.

Do faturamento de US\$ 6 milhões em 1990, US\$ 4,5 milhões se deveram aos hemoderivados. Em 1991, este produto representou 65% de um faturamento de um pouco mais de US\$ 7 milhões, sendo o restante referente a vacinas. O maior cliente da Imovall é o setor público (Cerantola, 1991).

Outra empresa criada no início dos anos 80 foi a Microbiológica - cuja origem se deve a cientistas da UFRJ. Primeiramente, pretendia-se produzir insumos para processos biotecnológicos, como o soro fetal bovino para a utilização em meios de cultura.

Porém, em 1986, aproveitando-se de uma oportunidade apresentada pela CEME-RENAME (que ofereceu facilidades para a obtenção de recursos financeiros e a compra pelo Estado dos produtos desenvolvidos), a Microbiológica voltou-se para a produção de fármacos e de hormônios vegetais, passando a ser uma empresa de química sintética, utilizando-se de intermediários comuns para a elaboração de seus produtos (Cerantola, 1991).

A Nitral - Indústria e Comércio de Inoculantes e Produtos Agropecuários Ltda. - é um exemplo de pequena empresa que atua em um nicho do mercado agrícola - inoculantes para leguminosas (soja, feijão, ervilha e alfafa) e micro-

¹⁴ O Instituto é o centro de desenvolvimento das atividades na área de saúde humana do grupo Merieux, que por sua vez faz parte do grupo francês Rhône Poulenc.

elementos para estas (molibdênio, cobalto e ferro). As vendas nestes mercados atingiram um valor de US\$ 320 mil, em 1991. Como visto anteriormente, a Nitral firmou contrato com o CPQBA/UNICAMP para o desenvolvimento de um pesticida biológico contra os mosquitos transmissores da dengue e da malária¹⁵.

A seguir, apresenta-se um quadro sinótico que reúne alguns dos principais indicadores das NEBs acima descritas.

QUADRO 12 - Principais Indicadores de NEBs Brasileiras Seleccionadas, 1990

Empresa	N. de Func. e % de Nível Sup.	Invest. Total (US\$mi)	Faturamento (US\$mi)	Gasto em P&D (US\$mi)	Tempo Médio p Desenv. (anos)
Agrogen/Labogen	70(20%)	4.0	2.5(1991)	1.0 (est.)	3 (Multigen)
Embrabio	37(38%)	4.0	2.0 3.0(1991)	0.7-1.0	1-3 (prod.diag.)
Engenho Novo	22(50%)	3.0	1.0(1991)	1.5 (est.)	4-6 FERCEN
Imovall	28(21%)	1.5-2.0	6.0 7.0(1991)	15.0 (vac.)	2-3 transf. tecn
Microbiológica	28(35%)	1.0-1.5	3.0 1.0(1991)	0.5	1-3 fármacos
Nitral	46(11%)	n.d.	0.32 (1991)	n.d.	n.d.
CIBRAN	600(2,5%)	n.d.	26.0 a	n.d.	n.d.
CODETEC	70(50%)	n.d.	1.5 b	n.d.	n.d.
Biobrás	510(24%)	11.0	27.0	1.8	2-3 insulina e enzima

a) destes, US\$ 20 milhões em biotecnologia;

b) destes, US\$ 120 mil em biotecnologia.

Fonte: Cerantola (1991), revisto e ampliado

¹⁵ Dois outros exemplos de empresas de menor porte são a SBS (Sociedade Brasileira de Sementes), que produz batata-semente livre de vírus e mudas de frutíferas tropicais e temperadas, e a Equilab, do grupo Equipesca, empresa que atua no mercado de mudas de ornamentais, especialmente com micropropagação de orquídeas para exportação.

Um dos aspectos que se destaca quanto às inovações biotecnológicas referentes ao setor agropecuário são as dúvidas ainda existentes quanto à sua superioridade técnica e econômica frente às técnicas e produtos em uso. Tal incerteza resulta em resistência à adoção de processos e/ou à utilização de produtos biotecnológicos (exemplo são os casos da Embrabio e da Engenho Novo). Por sua vez, as dificuldades em superar problemas técnicos é um outro aspecto que cerca a questão da biotecnologia no setor agrícola (caso da Agroggen, da Embrabio e da Engenho Novo); e há ainda o aspecto do menor valor agregado dos insumos e produtos agrícolas e veterinários frente aos atingidos pela área de saúde humana (motivo para a mudança de estratégia da Agroggen, da Imovall e da Microbiológica e do menor volume em vendas da Nitral em relação às demais empresas). Estes fatores têm constrangido o investimento privado na biotecnologia agrícola e influenciaram, entre outros motivos, o fechamento das duas empresas que serão analisadas no próximo Capítulo - Bioplanta e Biomatrix.

Por sua vez, as grandes empresas e cooperativas que incorporaram processos biotecnológicos em suas atividades de pesquisa e produção, também vêm sentindo dificuldades para alcançar resultados mais animadores. A geração e difusão deste novo modo de pesquisar e produzir no país, encontra-se num ritmo muito lento, não fazendo parte das rotinas de P&D nem tampouco do processo produtivo, em qualquer das áreas de aplicação da moderna biotecnologia.

CAPÍTULO III

Estudos de Caso: Bioplanta e Biomatrix

Introdução

Os dois mais significativos empreendimentos em NEBs na área vegetal no país, nos anos 80, ocorreram no mesmo período e tiveram desfechos bastante semelhantes. Bioplanta e Biomatrix, apesar de terem apresentado diferentes formas de inserção em seus respectivos mercados, terminaram fechadas. Por terem sido os maiores e mais significativos empreendimentos feitos na área vegetal, legaram lições sobre os caminhos da biotecnologia no país que merecem ser examinadas.

O presente Capítulo pretende descrever e analisar estes dois casos de NEBs brasileiras, seguindo uma metodologia formulada e aplicada para o desenvolvimento de um amplo estudo de empresas "agrobiotecnológicas" na América Latina, que envolveu 8 países, dentre eles o Brasil, e que foi coordenado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA¹.

¹ O projeto "Políticas y Estrategias Gerenciales de Empresas Agrobiotecnológicas en América Latina" foi realizado em 1991 e coordenado, em nível Regional, por Walter Jaffé, do IICA, tendo o estudo do caso brasileiro ficado a cargo de Sergio Salles Filho e envolvido 4 empresas: Agrocere, COPERSUCAR, Bioplanta e Biomatrix. A autora desta dissertação participou

Para a análise dos casos propostos foram adotados indicadores de avaliação, com o propósito de observar os principais aspectos que influenciam (ou influenciaram) a implantação, a evolução e, no caso brasileiro, o fechamento de NEBs, e de possibilitar a elaboração de políticas para o desenvolvimento da biotecnologia na área agrícola nos países da Região. Os indicadores abordam 4 aspectos:

i. tecnologia e P&D: cujo objetivo é verificar a estratégia da empresa em relação à inovação e ao uso da P&D para adquirir e manter competitividade. Para tal são analisados os acordos e alianças estratégicas com outras organizações (públicas e privadas) para obter, desenvolver e mesmo comercializar as novas técnicas biológicas;

ii. finanças: análise da importância do suporte financeiro da empresa para a manutenção das atividades de P&D, produção e comercialização;

iii. produção e comercialização: definição dos produtos, processos e mercados biotecnológicos priorizados pela empresa e as estratégias de venda e distribuição adotadas; aqui também são importantes os acordos feitos, especialmente com outras empresas, para a venda dos produtos desenvolvidos; e

iv. organização interna: a intenção aqui é a de focar a forma como foi organizada a empresa - em departamentos, gerências e/ou áreas técnicas -, e o tipo de relacionamento que esta mantém (ou mantinha) com o grupo controlador.

ativamente dos estudos destas duas últimas empresas, além de, posteriormente, ter ampliado as informações e as análises a partir de novas entrevistas.

A idéia central é a de captar os principais focos de decisão e de gestão das empresas e das interrelações que se estabelecem na evolução dos empreendimentos. Assim, antes da análise de cada um destes fatores, é apresentado um histórico da empresa e do ambiente onde ela atua (ou atuava). Posteriormente, são fornecidas as principais informações sobre a mesma, como número de funcionários e grau de formação destes; faturamento e recursos empregados em P&D; acordos de cooperação científica, técnica e comercial; volume e valor da produção; e principais produtos desenvolvidos².

O Capítulo se divide em duas partes - na primeira é analisado o caso Bioplanta e na segunda o da empresa Biomatrix.

² Este capítulo está largamente apoiado sobre o relatório final da referida pesquisa, que contou ainda com as participações de José Maria da Silveira e de Aícia Ruiz Olalde. Para maiores detalhes ver Salles Filho et alii (1991). Além deste relatório, deve-se salientar que a autora já tinha realizado pesquisa anterior sobre a Bioplanta, publicada como Bonacelli (1990), nos Anais do XXVIII Congresso da SOBER.

III. 1 BIOPLANTA

III.1.1 Histórico da Empresa e Mercados onde Atuou

A Bioplanta - Tecnologias de Plantas Ltda. - foi criada pela British American Tobacco Co. (BAT), proprietária da Companhia Souza Cruz - empresa líder na produção de cigarros no Brasil -, em sociedade com a Native Plant Institute (NPI), uma NEB americana que atua na área vegetal, cujo principal acionista individual é a própria BAT. A participação da NPI terminou em 1988, quando a Souza Cruz comprou sua parte no negócio.

A empresa foi idealizada em 1984, mas suas operações iniciaram-se somente em 1985. A concepção organizacional era a de criar uma estrutura de desenvolvimento tecnológico articulada com empresas que seriam criadas para atuar nos diversos mercados agrícolas inicialmente escolhidos. A idéia remetia ao conceito de uma organização empresarial em "teia", onde a Bioplanta funcionaria como um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento voltado para empresas de produção e comercialização de mudas e sementes. Além desta função prioritária, pensava-se também na venda de serviços por encomenda.

Assim, junto ao empreendimento Bioplanta, foram projetadas, implantadas ou compradas empresas para atuar na ponta dos mercados. Dentre estas estavam a Vigoragro Comercial Ltda, a Biocitros Ltda e a Batatech. A primeira era uma empresa do ramo de sementes hortícolas, que já atuava na Região Sudeste do Brasil e que foi adquirida para cumprir uma dupla estratégia: gerar fluxo de caixa no curto prazo, através da comercialização de sementes de hortaliças (importadas e produzidas no Brasil), e servir de ponta de lança para a abertura de mercados para novos produtos desenvolvidos pela Bioplanta na área de hortaliças.

A Biocitros era uma empresa que já atuava no ramo de frutas e teria basicamente a mesma função da Vigoragro, com maior ênfase para a abertura de mercados de mudas de citros; porém sua implantação restringiu-se à atuação ao nível de um viveiro, não alcançando uma fase propriamente industrial de produção. Já a Batatech seria uma outra empresa a ser criada, visando ingressar no ramo de batata semente. Também neste caso a consolidação de uma etapa industrial de produção não chegou a acontecer, apesar dos esforços de P&D que foram dirigidos à batata³. Além destas três "frentes comerciais", a Bioplanta entrou no ramo de frutas de clima temperado, inicialmente como produtora de mudas e, posteriormente, como sócia em uma joint venture com o Grupo Iochpe. Registre-se que os principais pesquisadores da Bioplanta tinham participação em todos estes empreendimentos comerciais.

Dentre estes empreendimentos, a Vigoragro foi o mais expressivo e o mais bem sucedido, constituindo-se na principal fonte de renda da Bioplanta. Comprada em setembro de 1985 por US\$ 52 mil teve, neste mesmo ano, um faturamento de US\$ 202 mil, já atingindo, em 1988 o extraordinário resultado de US\$ 1,9 milhão em vendas (ou seja, um crescimento de quase dez vezes no faturamento). Nesta escalada, previa-se chegar a US\$ 5,7 milhões em 1993, o que significava à época cerca de 30% do mercado brasileiro de hortaliças.

Em face da atratividade despertada pelo desempenho da Vigoragro, decidiu-se antecipar a meta de 1993 para 1989, o que provocou a contração de problemas financeiros bastante sérios, pois neste ano o faturamento, apesar de

³ A empresa Batatech foi criada em 1988, num empreendimento feito por alguns pesquisadores da Bioplanta, quando esta decidiu que não entraria no mercado de batata-semente. A empresa está situada em Camanducaia (MG) e conta com 6 sócios e 3 empregados. Atua na produção de semente básica isenta de vírus, via cultura de tecidos. A produção é praticamente doméstica. O faturamento em 1990 foi de quase US\$ 500 mil (o que corresponde à venda de cerca de 830 caixas de 30 kg, a US\$ 20/kg) e em 1991, segundo um dos sócios, não chegou a faturar isto, sem perder, porém, a lucratividade. Outra NEB foi criada nestas mesmas circunstâncias - a Floralab -, entretanto voltada para mudas de fruteiras tropicais - especialmente banana e morango. Por desacordo entre os sócios, segundo um deles, a empresa foi fechada no final de 1991. Sua sede ficava em Andradás (MG) e em um ano obteve um faturamento de US\$ 300 mil.

ser bastante expressivo, ficou bem abaixo do esperado - US\$ 3,5 milhões. Assim, apesar de bons resultados comerciais (ou até mesmo por causa deles), algumas mudanças ocorridas na orientação da Bioplanta (que serão discutidas adiante) determinaram uma situação financeira delicada na Vigoragro, a qual contribuiu para o fechamento da empresa ocorrido em 1990.

A concepção estrutural da Bioplanta acima descrita, além de basear-se numa visão estratégica da biotecnologia vegetal, que previa uma inserção de curto prazo nos mercados finais e não somente o desenvolvimento de pacotes tecnológicos, baseava-se também numa razão fiscal, dado que, não sendo uma empresa agrícola do ponto de vista jurídico, teria de pagar um imposto de renda bastante elevado (cerca de 35%), ao passo que as empresas produtoras e comercializadoras da ponta do mercado tinham um imposto substancialmente menor (no máximo 6%).

A empresa foi concebida a partir do objetivo principal de diversificação das atividades da Souza Cruz, em função do estreitamento do mercado de cigarros que vem se verificando nos últimos anos. Esta estratégia, aliás, é reflexa daquela adotada pela BAT em nível mundial. O empreendimento Bioplanta, por exemplo, foi também realizado na Venezuela e no Chile, com o mesmo objetivo do caso brasileiro, qual seja, diversificar as atividades da BAT para áreas agroindustriais, diminuindo a dependência para com o faturamento em cigarros. Segundo um Diretor entrevistado da Bioplanta, a entrada da BAT em biotecnologia vegetal foi fruto do empenho pessoal do chairman do Grupo, muitas vezes à revelia de outros membros do board. Este fato é importante de reter para se compreender, mais adiante, os motivos que levaram ao fechamento da empresa, dado que é revelador da existência de um elevado nível de

descontentamento de parte da Diretoria da BAT para com um empreendimento cuja viabilidade econômica era de longo prazo.⁴

Apesar de ser um investimento da Souza Cruz e da BAT, a Bioplanta não visava os mercados cativos destas empresas. Ou seja, não entraria na P&D de fumo (dado que isto já vinha sendo feito pelo Centro de Pesquisa da própria Souza Cruz) e não produziria mudas de espécies florestais e de frutíferas tropicais exclusivamente para as empresas do Grupo que atuam nestes mercados (Aracruz Celulose em produção florestal, e Indústrias Alimentícias Maguary S/A e Suvalan Cia de Produtos de Frutas, em produção de sucos de frutas).

Em alguns casos, como no desenvolvimento de mudas de espécies florestais, a Bioplanta firmou acordos com empresas potencialmente concorrentes da própria Aracruz, como a Acesita Energética S/A e a Duratex S/A (a primeira do setor metalúrgico e a segunda do setor de produção de chapas de fibras de madeira). No caso da Maguary⁵, existia contrato de compra de mudas de maracujá e abacaxi isentas de patógenos desenvolvidas pela Bioplanta, sem que este significasse, por um lado, exclusividade de compra pela Maguary e, por outro, exclusividade da atividade de P&D para esta pela Bioplanta. Em resumo, a Bioplanta era uma empresa de desenvolvimento tecnológico que buscava direta e indiretamente o mercado, com estratégias de curto, médio e longo prazos.

⁴ Os acionistas majoritários da Bioplanta aceitaram, logo na implantação da empresa, que esta não seria lucrativa até 1993-94.

⁵ A Maguary foi recentemente comprada pela Fleischmann Royal Ltda. (empresa pertencente à Nabisco Internacional), por US\$ 24 milhões. Ela fazia parte do grupo Souza Cruz desde 1984 e tinha registrado prejuízo da ordem de Cr\$ 857 milhões em 1991, apesar da produção ter crescido 21% em relação a 1990 (Folha de São Paulo, 3/03/92). A compra da líder do mercado de sucos semiprontos (45%) envolveu "três fábricas (Bento Gonçalves - RS -, Araguary - MG - e Aracati - CE), escritórios em São Paulo e em Recife, maquinário, cerca de cem marcas de produtos (a maioria sucos de frutas) e a incorporação de 1,2 mil funcionários" (Gazeta Mercantil, 3/04/92). A expectativa é que o faturamento anual médio da Maguary de US\$ 50 milhões seja expandido em 5% até dezembro. Segundo a Souza Cruz, a venda decorre de uma estratégia de redirecionamento dos negócios da empresa, que pretende se concentrar nas áreas de fumo e cigarro e de papel e celulose, num movimento inverso ao que a levou a investir na Bioplanta.

A capacitação interna dependia não somente da competência dos recursos humanos contratados pela empresa, mas também do tempo de obtenção de certos resultados, determinado pela natureza das diferentes atividades desenvolvidas. Os projetos de curto prazo, geradores de caixa, eram os de comercialização de sementes híbridas de hortaliças, inoculação de mudas com micorrizas (tecnologia transferida pela NPI), micropropagação de frutíferas tropicais e espécies florestais, e produção de batata semente; os projetos de médio prazo, para alcançarem resultados entre 3 e 6 anos, envolviam mudas de frutas temperadas (principalmente uva e maçã); e os projetos de longo prazo voltavam-se para a P&D de espécies florestais nobres e micropopagação de palmáceas (dendê).

O investimento total contabilizado no final de 1988 era de US\$ 8 milhões, o que ultrapassava em muito as expectativas iniciais, que giravam em torno de US\$ 3 milhões⁶. Por sua vez, esperava-se um faturamento de US\$ 40 milhões anuais em 10 anos, sendo que para a Vigoragro projetava-se US\$ 10 milhões/ano ao final deste mesmo período.

Em termos da organização interna, existiam sete gerências: Microbiologia, Cultura de Tecidos-Produção, Produção Vegetal, Melhoramento Vegetal, Novos Desenvolvimentos, Biologia Molecular e Biologia Celular. Destas, as quatro primeiras podem ser identificadas com métodos clássicos ou com cultura de tecidos. Também a divisão de Novos Desenvolvimentos estava relacionada ao atendimento das possibilidades abertas pela relação com os usuários. O campo de atividades destinado a pesquisas com biologia molecular mostrou-se restrito,

⁶ Os principais elementos que justificam tal superação dizem respeito aos excessos cometidos na implantação da estrutura física da sede de Paulínia, especialmente por instalações superdimensionadas das salas de cultura de tecidos e do sistema de ar condicionado. O laboratório de biologia molecular, por exemplo, despendeu recursos de mais de US\$ 1 milhão no primeiro ano de atividades da empresa, sem que, até então, tivesse sido escolhido um produto para ser desenvolvido.

apesar de existir, conforme relatado por um ex-pesquisador, uma capacitação interna suficiente para realizar mapeamento genético em eucalipto.

Para um leque relativamente amplo de atividades, a empresa faturava, em 1988, 65% com sementes de hortaliças e mudas de moranguinhos (incluindo batata-semente, de menor importância) e 25% com contratos relacionados a serviços de produção de mudas de plantas perenes (principalmente laranja), inoculadas com micorrizas.

O mercado de sementes de hortaliças é bastante restrito no Brasil, atingindo hoje cerca de US\$ 25 milhões (na época US\$ 18 milhões), sendo US\$ 7 milhões importados, mas com um elevado peso nos segmentos de "consumidores sofisticados", ou seja, de sementes híbridas. A oligopolização desse segmento do mercado (dominado pela Asgrow, Agrocere, Agroflora/Cotia), além da presença de escritórios de empresas líderes mundiais (Petomec, Takii, Clause, Clays-Lucks), cria fortes barreiras à entrada de natureza tecnológica e comercial.

Em setembro de 1989, a Bioplanta decidiu suspender a produção de sementes em novos campos pela Vigoragro, alegando que, naquele momento, era mais vantajoso importar sementes. À época, 70% da produção da empresa eram de sementes nacionais, embora o maior volume destas não fosse produto exclusivo da Vigoragro, mas sim material público. O material resultante das pesquisas da empresa estava apenas começando a ser plantado (tinham sido introduzidos híbridos de pimentão, de couve-flor e de repolho). A decisão de paralisar a produção de sementes comprometia toda a pesquisa realizada até então pela Vigoragro.

Segundo um ex-Diretor da empresa, a suspensão da produção de hortícolas pela Vigoragro, fez com que o preço da semente híbrida de couve-flor duplicasse: de US\$ 500/kg para US\$ 1 mil/kg. Entretanto, o mesmo ex-Diretor afirma que o mercado de hortícolas não seria suficiente para manter uma empresa dos moldes da Bioplanta.

O mercado de batata-semente no Brasil possui características particulares, dado que: a) tem nas importações uma fonte segura e relativamente barata de suprimento, o que dificulta a concorrência pelo mercado interno⁷; b) o esforço de substituição de importações, além de esbarrar no problema acima mencionado, vem se dando através de acordos institucionais, como o acordo Brasil-Argentina (CABBIO) que impõe restrições à participação de empresas que não sejam destes dois países; e c) apresenta problemas fitossanitários difíceis de serem contornados. Assim, tal situação no mercado de batata-semente mostrou-se desfavorável à Bioplanta, culminando com a decisão por parte da empresa de retirar-se deste mercado.

A tentativa de atuar no mercado de mudas de eucalipto, apesar de representar investimentos de mais longo prazo, foi decorrência de uma diretriz da BAT, que determinou o desenvolvimento de pesquisas em biologia molecular. Daí optou-se pelas mudas de essências florestais, iniciando o trabalho através da marcação genética (via técnica de Polimorfismo de Tamanho de Fragmento de Restrição, conhecido pela sigla em inglês RFLP). Para desenvolver tal projeto, a Bioplanta propôs a organização de um pool de grandes empresas do setor de papel e celulose, dado ser inviáveis, devido aos altos custos, projetos

⁷ As perspectivas relativas a este mercado projetavam um faturamento da ordem de US\$ 6 milhões. Para se ter uma idéia do esforço que isto representaria para a empresa, em 1989 a previsão era de se produzir 40 mil caixas de semente básica (cerca de US\$ 1 milhão); estas se transformariam em cerca de US\$ 3 milhões em batata-semente, o que significa que a produção deveria ser o dobro para que se pudesse atingir os US\$ 6 milhões.

individuais. Além disso, a empresa precisava contar com o material genético de elite das empresas florestais para poder trabalhar com ele. Tal proposta não foi bem aceita, não ocorrendo a formação do pool de empresas (os acordos nesta área só foram feitos, como já mencionado, com a Acesita e a Duratex). Além disso, deve-se destacar que este mercado tinha um alcance relativamente curto, dado que a maior parte das empresas do setor de papel e celulose (o maior mercado potencial deste segmento) não só tendeu a internalizar a pesquisa (formando seus próprios jardins clonais, parte deles obtidos através dos contratos com empresas de biotecnologia - Bioplanta e Biomatrix), como não mostraram interesse por obter florestas homogêneas, que seria a principal vantagem do uso da micropropagação nesse caso⁸.

Os mercados de mudas de fruteiras de clima tropical (principalmente citros) e de clima temperado (principalmente uva e morango), estão estreitamente relacionados às agroindústrias processadoras: sucos concentrados de laranja, limão e uva, indústria vinícola e indústria de laticínios. Nos dois mercados a Bioplanta fez grande investida. Porém, no caso dos citros, percebeu-se que, mesmo com a produção de laranja em bons níveis, a receita com as vendas de mudas isentas de vírus, por exemplo, seria muito pequena. O mesmo ocorre no caso dos morangos: a produção de 30 mil de mudas rendeu um faturamento de apenas US\$ 300 mil.

Com o fechamento da Bioplanta, o material genético, máquinas e equipamentos de laboratórios foram doados, ou vendidos, ou mesmo absorvidos pela Souza Cruz. Esta, por exemplo, incorporou ao seu Centro de Pesquisas de Fumo, parte dos equipamentos de laboratório; algumas estufas foram doadas

⁸ Estes problemas também foram enfrentados pela Biomatrix na sua tentativa de tornar-se fornecedora de mudas melhoradas e micropropagadas para empresas de papel e celulose. Na verdade, a idéia de florestas inteiras plantadas com material uniforme, na prática, não era boa, pois punha em risco a própria operação florestal.

para a ESALQ e as câmaras de fluxo laminar compradas pelos sócios da Floralab. Quanto ao material genético, não se sabe ao certo se o de fruteiras temperadas foi mandado para o grupo Iochpe; o material genético da Vigoragro ficou nas mãos de um ex-Diretor da Bioplanta que, no início do presente ano, associado à uma grande empresa, constituiu uma outra para atuar no ramo de hortaliças.

III.1.2 Características da Empresa

A - Características gerais

A Bioplanta é uma empresa de pequeno porte, que contava em 1989 com cerca de 130 funcionários, dos quais 76 estavam envolvidos com pesquisa e destes 24 tinham formação de nível superior, sendo 11 graduados, 7 mestres e 6 doutores. O Quadro 13 apresenta a evolução do pessoal científico da empresa entre os anos 1986 a 1989.

Por ser uma NEB, a Bioplanta trabalhou durante os seus quase 5 anos de vida com gastos bastante elevados em relação ao seu faturamento. Nos anos de 1987 e 1988, primeiros anos de realização de vendas, foram investidos 50% do faturamento em atividades de P&D, que eram no seu todo realizadas no interior da empresa. No ano de 1989 estimava-se que este percentual se reduziria a 35%. O Quadro 14 apresenta tais valores no período de 1987 a 1989. Os gastos diretos (salários e custeio, excluídas as despesas de administração) eram os que mais absorviam recursos. No caso da área de Melhoramento Vegetal, por exemplo, eram gastos cerca de US\$ 250 mil anualmente com estes itens.

QUADRO 13 - Número do Pessoal Científico Ligado à Empresa 1986-1989

Nível	No Brasil		No Exterior		Total	
	1986	1989	1986	1989	1986	1989
Graduação	7	10	-	1	7	11
Mestrado	2	5	-	2	2	7
Doutorado	-	-	5	6	5	6
Total	9	15	5	9	14	24

Fonte: Bonacelli, 1990

QUADRO 14 - Faturamento e Percentual Aplicado em P&D - 1986/1989

Ano	Faturamento (US\$)	P&D (%)
1986	500.000	--
1987	1.500.000	50
1988	3.000.000	50
1989*	7.500.000	35

* estimativa

Fonte: Bonacelli, 1990

Os produtos gerados pela empresa e que podem ser considerados biotecnológicos são os seguintes:

a) Mudas e sementes de hortaliças e batata-semente isentas de vírus, obtidas por técnicas de cultura de tecidos;

b) Mudas de citros obtidas por cultura de tecidos e micorrizadas;

c) Mudas de macieiras, de morangos e de videiras obtidas por cultura de meristemas, e micorrizadas;

d) Plantas in vitro produzidas sob encomenda;

e) Mudas de eucaliptos micropropagadas por cultura de tecidos (estas não chegaram a ser comercializadas em escala significativa na composição do faturamento);

f) Kits de diagnóstico para identificação de viroses.

Do conjunto de produtos e serviços comercializados pela Bioplanta, destacam-se como principais as sementes de hortaliças, que respondiam por 36% do faturamento da empresa, as mudas de citros com 25%, as de maçã e uva, com 10% e as plantas in vitro com 5%.

Sua estrutura física consistia de:

a) uma sede em Paulínia (SP), próxima a Campinas (e da UNICAMP), centralizando as atividades de pesquisa e de prestação de serviços; b) três unidades de produção e comercialização de hortaliças, localizadas em Mogi das Cruzes (Estado de São Paulo), Brasília (DF) e uma terceira no Rio Grande do Sul; c) duas unidades de produção de fruteiras de clima temperado em Vacaria

(RS) e em Ponta Grossa (no Estado do Paraná); duas unidades de produção de citros, uma em Casa Branca (SP) e outra em Matão (SP); e uma fazenda experimental em Araraquara (SP).

A empresa começou a registrar faturamento a partir de 1986, tendo-o triplicado em 1987 e daí duplicado em 1988. Para 1989 as previsões apontavam para uma nova duplicação. Pelo Quadro 14, acima, pode-se ver tais valores neste período.

Na verdade, a grande parte do faturamento da Bioplanta devia-se às vendas das empresas a ela ligadas, notadamente da Vigoragro, que sozinha respondia por quase a metade do total de vendas (como visto, em 1989 a Vigoragro apresentou um faturamento de cerca de US\$ 3,5 milhões, com lucros operacionais entre US\$ 700 - 750 mil). As fontes de faturamento direto pela Bioplanta estavam relacionadas às vendas de serviços e de alguns produtos que ainda não haviam entrado no esquema de comercialização através de outras empresas, como por exemplo as mudas de morango, uva e maçã.

A capacidade instalada, a produção física e o valor da produção da Bioplanta no ano de 1989 podem ser apreciados no Quadro 15. Um aspecto importante a ressaltar é a relativamente elevada capacidade ociosa para as principais linhas de produtos. Tal situação foi fruto de uma expectativa de crescimento dos mercados, que infelizmente não pôde ser avaliada em função do encerramento das atividades da empresa. Em outras palavras, não se pode afirmar se o dimensionamento da capacidade produtiva foi ou não adequado.

QUADRO 15 - Capacidade Instalada, Produção Física e Valor da Produção - 1989

Produto	Capac. Inst. (unid.)	Prod. Física (unid.)	Valor da Prod. (US\$)
Sem.de hortícolas	--	--	5.000.000
Mudas cítricas	1.500.000*	1.000.000	1.500.000
Mudas de maçã e uva	2.000.000*	300.000	360.000
Plantas "in vitro"	5.000.000	1.000.000	500.000

* estavam em instalação

Fonte: Bonacelli, 1990

Com relação aos acordos estabelecidos pela Bioplanta, podem ser citados os seguintes:

a) desenvolvimento e venda de mudas de maracujá e abacaxi para a Maguary;

b) desenvolvimento de mudas de uva para a Suvalan;

c) pesquisa para desenvolvimento de mudas melhoradas de rami para o Grupo Tupy S/A (empresa do setor metalúrgico);

d) pesquisa para desenvolvimento de mudas melhoradas de espécies florestais para a Acesita Energética S/A e para a Duratex S/A (maior empresa do segmento de chapas de fibra de madeira);

e) pesquisa para desenvolvimento de mudas de morango para a Cooperativa Agropecuária Batavo Ltda (cooperativa agroindustrial do setor de laticínios);

f) produção de mudas de citros micorrizadas para a Citrosuco Paulista S/A (primeira empresa do segmento de sucos);

g) pesquisa e produção de mudas de morango, maçã e uva através de uma joint venture com o Grupo Iochpe.

B - Gestão do Negócio Biotecnológico

i. Tecnologia e P&D

A empresa caracterizou-se pela montagem de uma equipe altamente capacitada, oriunda tanto da universidade, quanto dos centros de pesquisa agropecuários (como, por exemplo, EMBRAPA). Tratou-se não de aquisição de uma tecnologia disponível, mas de desenvolver aplicações inovativas a ferramentas biotecnológicas conhecidas, com especial destaque à cultura de tecidos. A equipe pode ser considerada de grande porte para os padrões dos departamentos de P&D privados do Brasil em qualquer setor e mesmo naqueles baseados em ciência.

A participação da NPI no empreendimento Bioplanta deu-se muito mais no sentido de abrir um novo negócio (um investimento de portfólio), que de servir como fonte de tecnologia. Duas foram as principais contribuições da NPI à Bioplanta: o projeto inicial das instalações físicas da sede em Paulínia, que foi integralmente realizado pela NPI, e o desenvolvimento de técnicas de produção

e inoculação de micorrizas. Vale mencionar que a imposição do projeto para as instalações físicas resultou num custo maior que o esperado, devido à sofisticação destas para os padrões brasileiros. Mencionou-se nas entrevistas que o número de laboratórios para cultura de tecidos e o sistema de ar condicionado implantado foram super-dimensionados.

Assim, à exceção da tecnologia de micorrizas e da concepção do projeto básico, a origem da tecnologia estava no conhecimento adquirido juntamente com o pessoal técnico-científico contratado pela empresa. Esta na verdade pode ser considerada uma forma comum de obtenção de tecnologia em biotecnologia vegetal de nível intermediário de sofisticação, como a cultura de tecidos e as técnicas de propagação in vitro.

A estratégia de inovação estava diretamente relacionada à busca dos produtos para o mercado. Como já foi dito, todo o trabalho de P&D estava orientado para atender à estratégia de crescimento da Bioplanta. Era portanto uma estratégia formal e ofensiva, mas subordinada ao objetivo product oriented a que a empresa se propunha.

Com relação à sistemática de atualização tecnológica seguida pela empresa, pode-se dizer que tal processo era informal, conduzido basicamente a partir da iniciativa de cada pesquisador em sua respectiva área. Não havia acesso a bancos de dados e a literatura especializada era buscada nas bibliotecas das universidades e centros de pesquisa. A prática mais comum era a de participação em reuniões técnicas, congressos e seminários, nacionais e internacionais.

No que se refere às relações com organizações de P&D, o contato foi facilitado, em razão da origem dos pesquisadores. Todavia, no início, a política

agressiva de recrutamento de pesquisadores de elevado nível dificultou um pouco o intercâmbio com universidades e centros de pesquisa. Com o passar do tempo os obstáculos foram caindo, fundamentalmente pela política de "abertura de portas" adotada pela empresa. Em termos gerais e para uma empresa de capital estrangeiro, pode-se afirmar que estas relações foram bastante satisfatórias.

Dado o pouco tempo para o desenvolvimento da empresa e a natureza dos produtos e processos escolhidos, não se manifestou de forma clara a necessidade de outras associações relacionadas a atividades de P&D. O fracasso na associação com a NPI determinou a estratégia de reforçar a capacitação endógena. Para tal, além de contratar pesquisadores de alto gabarito, como já visto, a empresa privilegiou as associações no campo das relações usuário/produtor. Os exemplos mais importantes são os dos acordos com a Batavo, com a Citrosuco, com a Tupy e com a Acesita. Nos dois primeiros casos a Bioplanta montou "campos experimentais" em terras destas empresas. Nos casos da Acesita e da Tupy ocorreu o contrário: havia pesquisadores destas empresas nos laboratórios da Bioplanta. A Tupy chegou a construir estufas próprias na Bioplanta.

Desta forma, a companhia conseguiu atuar tecnologicamente nas principais áreas a que se propôs: sementes, mudas e serviços relacionados a mudas. Porém, não houve tempo de testar qualquer tipo de capacitação de ponta. Houve um processo de aprendizagem a partir de tecnologias dominadas nos campos mais conhecidos e em mercados de tamanho razoável dentro do universo de insumos biológicos para a agricultura, como batata-semente e hortaliças.

Portanto, pode-se dizer que houve uma boa capacitação nas áreas de base tecnológica relativamente difundidas, mas com exigências em desenvolvimento

de novos processos tecnológicos específicos (determinados pelas espécies e variedades vegetais trabalhadas), ou seja, a estratégia de capacitação pode ser caracterizada como moderadamente inovativa.

II. Finanças

Com relação à estratégia de financiamento, a Bioplanta utilizava-se basicamente de recursos financeiros da Souza Cruz, tanto para investimento, quanto para capital de giro. A partir do objetivo de tornar-se rentável apenas em 1993/94, a Bioplanta seguiu, até 1988, um cronograma de gastos compatível com aquela meta: começava a faturar em ritmo acelerado pela comercialização de hortaliças (ver evolução do faturamento no Quadro 14) e os acordos de desenvolvimento de produtos apresentavam resultados promissores (especialmente com a Acesita e a Citrosuco).

Não obstante este cenário favorável, a empresa endividou-se acima do desejável, em função da decisão de acelerar o planejamento inicial: contraiu uma dívida junto à Souza Cruz para bancar o objetivo de um aumento extraordinário das vendas de sementes de hortaliças através da Vigoragro. Ocorreu que naquele ano as vendas de sementes ficaram abaixo da meta, provocando a elevação dos estoques e assim dos custos financeiros.

Este problema de certa forma contribuiu para que a BAT revisse suas expectativas com relação ao investimento Bioplanta. A posição inicial de aguardar até 1993 para vê-la lucrativa, que já não era vista com bons olhos por acionistas e diretores da BAT, ficou ainda mais fragilizada com a elevação excessiva dos custos financeiros da empresa.

Some-se a isto o mais importante: a BAT enfrentava na época uma disputa com um mega investidor, que tentava comprar o controle acionário do Grupo após a queda da bolsa de Nova Iorque. Nesta disputa a BAT fez um "esforço de guerra" para evitar a perda do controle do Grupo, o que resultou na venda de uma série de negócios da BAT em todo o mundo e uma investida para maximizar lucros e melhorar sua posição frente aos acionistas. Com este cenário, a posição da Bioplanta ficou insustentável, vindo logo a seguir a fechar por decisão da própria BAT (os outros dois empreendimentos, na Venezuela e no Chile, também foram encerrados, sendo que o da Venezuela resistiu até fins de 1991).

Quanto ao capital de giro, esperava-se que este viesse da rentabilidade das empresas ligadas à Bioplanta e mesmo da venda de serviços que esta deveria operar em escala crescente. As estimativas apontavam a necessidade de um volume anual entre US\$ 1,5 e 1,8 milhão para sustentar as atividades operacionais da empresa. Com relação a fundos provenientes de alianças estratégicas, a Bioplanta mostrou-se pouco agressiva, mesmo porque isto dependia da política de financiamento definida pela Souza Cruz.

iii. Produção e Comercialização

Não há uma análise pormenorizada dos processos de produção, seja em termos de uso da capacidade existente, seja quanto à qualidade dos produtos da Bioplanta (semente genética e micropropágulos). Todavia, as informações apontam para um desempenho razoável no domínio da qualidade dos produtos e das condições de comercialização, haja vista a performance da Vigoragro que teve um extraordinário crescimento no mercado em um tempo bastante curto. O

fato, por exemplo, de desenvolver métodos de diagnósticos eficientes que garantissem que o lote de semente pré-básica seria realmente isento de vírus é um dos indicadores desta boa performance.

O aproveitamento do conhecimento anterior para a entrada em novas áreas biotecnológicas em mercados relativamente pouco sofisticados, talvez seja a principal estratégia de sucesso para combinar biotecnologia e produção. Por exemplo, ao testar batata-semente, a empresa desenvolveu kits diagnóstico; ao produzir mudas micorrizadas de laranja, a empresa se capacitou em tal processo para fazê-lo em eucalipto e maçã; além de outros exemplos de aproveitamento de inespecificidades das técnicas biotecnológicas. Porém, no caso da utilização da cultura de tecidos, por exemplo, percebeu-se que tal técnica era boa para a pesquisa e não tão boa para a produção, apesar de ter sido usada nas culturas de couve-flor e de cebola.

Foram de dois tipos as estratégias de mercado e produção: a) através da criação de empresas produtoras e comercializadoras de sementes e mudas, e b) através da prestação de serviços, procurando utilizar, sempre que possível, material e infra-estrutura do cliente. A primeira respondeu por 60% do faturamento da empresa, a segunda por 40%. Dentro da primeira estratégia está a importação de sementes híbridas de hortaliças, como forma de entrar rapidamente no mercado, para posteriormente introduzir seus próprios produtos.

Apesar do desempenho da Vigoragro⁹, a empresa atuou em mercados de extensão incompatíveis com uma estratégia de crescimento sustentado de longo prazo. A capacidade de deslocar concorrentes diretos não ficou evidenciada,

⁹ Muitas empresas internacionais de sementes, como Pioneer ou Ciba Geigy (Sementes Germinal), mantiveram durante anos um faturamento modesto, um pouco superior ao obtido pela empresa Bioplanta em seu último ano de faturamento. Desta forma, pode-se considerar que a empresa foi bem sucedida em entrar em mercados de pequena extensão e de elevada rivalidade oligopólica.

dado que, aparentemente, o ganho registrado pela empresa deveu-se a fatias de mercado até então não atendidas; além disto, não se pode afirmar que o mercado de hortaliças seja suficiente para manter as taxas de crescimento inicialmente verificadas.

Quanto à estratégia de divisão de mercados, esta não existiu. Ou a empresa atuou em mercados com integração para frente (mudas de florestais e de fruteiras), ou entrou agressivamente em mercados dominados por concorrentes com larga experiência em produtos tradicionais (sementes de hortaliças). Como na maioria dos casos seus produtos competiam com os tradicionais (dando ao consumidor a oportunidade de escolher ou por preço ou por melhor qualidade, um trade off), a empresa viu-se enfrentando produtores de larga tradição e conhecimento de mercado.

O fator-chave na estratégia de produção e comercialização foi a entrada na comercialização de sementes de hortaliças. Secundariamente destacam-se os acordos para fornecimento de mudas a agroindústrias. De menor importância foram as relações com o Grupo Souza Cruz.

iv. Organização Interna

Com relação à política de formação de recursos humanos, a empresa procurou manter sempre um pesquisador fazendo mestrado no país e outro no exterior. Havia um significativo quadro de pesquisadores seniores, concentrando elevada capacitação nacional em biotecnologia vegetal, fator importante que caracterizou a empresa. Estes deveriam participar, a cada dois anos, de seminários técnicos e de visitas de reconhecimento e atualização em empresas e centros de pesquisa no exterior.

Quanto à política de remuneração, pelo que pôde ser depreendido das entrevistas, havia uma posição ofensiva da empresa, no sentido de pagar salários bem acima do mercado, especialmente para o pessoal de nível científico. Os salários dos pesquisadores da Bioplanta estavam sistematicamente acima dos pagos pela Biomatrix¹⁰.

O desbalanceamento entre faturamento e gastos de P&D não mostra falha grave de concepção do projeto, dado que, desde o início, era sabido que seriam necessários cerca de oito anos para que a empresa começasse a ser lucrativa. Ou seja, sabia-se de antemão que mesmo as tecnologias de nível intermediário não poderiam sustentar o fluxo de caixa necessário ao horizonte de desenvolvimento tecnológico requerido pela empresa.

A estrutura gerencial da Bioplanta mostrava baixo nível de hierarquização, achatada, mas com muitas gerências científicas, como já descritas anteriormente (eram 7 gerências, das quais 4 poderiam ser consideradas de pesquisa). Como uma característica não convencional, a empresa implantou um Conselho Técnico Externo, composto de profissionais renomados (da ESALQ, da UnB e do IAC) nas diversas áreas de atuação da empresa. Este Conselho, mais opinativo que consultivo, reunia-se mensalmente com o staff científico, para discutir e avaliar os programas em andamento, mais numa tentativa de melhorar a imagem da empresa frente ao setor público e privado nacional. A renovação do Conselho deveria ser feita a cada dois anos.

Um aspecto fundamental a destacar é o relacionamento da Bioplanta com a Souza Cruz e com a BAT. Da implantação da empresa até 1988, havia uma autonomia relativamente alta, sendo o processo decisório basicamente definido

¹⁰ Embora não se disponha de dados, esta informação foi confirmada por entrevistados em ambas as empresas.

pelo Diretor Superintendente e pelo corpo de pesquisadores. Em 1988 ocorreram duas mudanças que impactaram a organização até então existente: a saída da NPI, com a Souza Cruz passando a 100% na participação, e a substituição do representante desta empresa nos negócios da Bioplanta (houve uma troca de um alto executivo profissional, por um funcionário de carreira da Souza Cruz). Tais mudanças resultaram na supressão da autonomia anteriormente existente, com uma política de centralização das atividades de produção, com consequente subordinação da empresa à Souza Cruz. Esta passou a tratar a Bioplanta como uma "Divisão" sua, implicando na interferência em suas rotinas organizacionais, introduzindo um aspecto mais burocrático à NEB (nos primeiros anos, mais de dois terços de um total de cerca de 80 pessoas estavam ligados direta ou indiretamente à pesquisa. Nos últimos anos, chegou-se a ter mais de um funcionário na administração para um de pesquisa/produção).

Assim, foi neste processo que a concepção gerencial de uma pequena empresa, voltada para o desenvolvimento tecnológico de pequenos mercados, ficou completamente descaracterizada: como a Souza Cruz segue as orientações da BAT, a Bioplanta passou a operar com processos organizacionais e decisórios típicos de uma mega-empresa. Na esteira destes acontecimentos, o planejamento estratégico da Bioplanta passou a ser realizado pelo Grupo controlador. Um dos ex-Diretores entrevistado aponta a diferença de cultura de gerenciamento empresarial como um dos motivos que precipitaram o fracasso da Bioplanta. A própria decisão acima mencionada de acelerar as vendas na Vigoragro foi fruto destas mudanças de estilo de gerência.

III.2 BIOMATRIX

III.2.1 Histórico da Empresa e Mercados onde Atuou

A Biomatrix Ltda. foi constituída em 1981, por iniciativa dos pesquisadores Antonio Paes de Carvalho e Antonio Seabra do Instituto de Biofísica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em conjunto com mais três investidores. Durante dois anos realizou-se um estudo de identificação de oportunidades de investimentos que consumiu US\$ 120.000 e contou com a formação de uma Sociedade de Conta de Participação com dois grupos econômicos de porte relativamente alto, Monteiro Aranha S.A. e Cia. Brasileira de Petróleo Ipiranga.

Os resultados do estudo apontaram para os seguintes dados:

- os melhores negócios referiam-se à biotecnologia vegetal e podiam ser enquadrados nas áreas de cultura de tecidos vegetais, micropropagação e regeneração vegetal, com a intenção de produzir mudas e sementes de hortaliças, de espécies florestais e de frutas tropicais;

- a necessidade de investimentos totais era de US\$ 1,5 milhão, em 1984, com retorno esperado em 3 anos.

Em face da definição da área vegetal como a mais indicada, os dois grandes grupos colocaram em discussão a experiência e a capacitação da equipe de pesquisadores da UFRJ¹¹ nesta área de conhecimento, e sugeriram a

¹¹ Na mesma época de tais acontecimentos, o Prof. Antonio Paes de Carvalho, na ocasião diretor do Instituto de Biofísica da UFRJ, constituiu o Programa de Biotecnologia Vegetal, que "tinha a peculiaridade de não criar um núcleo ou outra estrutura na UFRJ, mas mobilizar a força de trabalho relacionada à biotecnologia vegetal nos diferentes departamentos, dando impulso a estes departamentos inscritos no Programa" (Cerantola, 1991).

busca de um sócio estrangeiro para a transferência da tecnologia. Foi então contactada a ARCO Seed (Atlantic), que recém entrava no negócio biotecnológico na área vegetal. Com esta, foi assinado um protocolo de intenções para cooperação, onde definiu-se a participação societária de 1/3 para a ARCO Seed e 2/3 para os dois grupos investidores e para os pesquisadores da UFRJ.

No final de 1984 este protocolo foi rompido por razões não muito bem esclarecidas. Argumenta-se que houve pressão do governo dos EUA no sentido de não recomendar contratos tecnológicos capazes de realizar transferência de conhecimentos em áreas estratégicas. O fracasso das negociações, em dezembro de 1984, motivou a desistência dos investidores nacionais em entrar neste novo negócio.

Houve então um interregno de alguns meses quando a Biomatrix ficou sob controle exclusivo dos pesquisadores da UFRJ, que saíram em busca de uma sociedade capaz de oferecer sustentação financeira ao empreendimento. Já no princípio de 1985 surgia outro sócio, a Sementes Agrocere S.A., que adquiriu 60% do capital da Biomatrix, esta transformando-se em Sociedade Anônima. Em 1986 a Agrocere comprou 54% das ações da BIOIMAN S.A. (sociedade entre a Monteiro Aranha S.A. e os antigos sócios), elevando sua participação na Biomatrix a 84%, assumindo praticamente todo o seu controle (Biomatrix, 1989a).

Logo que entrou no negócio, a Agrocere iniciou, com financiamento de US\$ 1 milhão do BNDES, a construção das instalações da empresa, numa área de 31 ha. em Teresópolis (na rodovia Rio-Bahia, estado do Rio de Janeiro, a cerca de 35 Km do centro da cidade), uma região de clima propício a trabalhos com hortícolas e mudas de clima temperado. No começo de 1987 iniciaram-se as

atividades da empresa, visando a produção de mudas e sementes micropropagadas, com atenção especial sobre batata-semente.

As atividades da empresa foram evoluindo, motivadas basicamente pela necessidade de fazer face às despesas correntes e aos encargos originados dos financiamentos tomados. Estimou-se em US\$ 1 milhão o faturamento necessário para em 3 anos "empatar" despesas/receitas. Constatou-se rapidamente que apenas a produção de batata-semente pré-básica ou básica (sua principal proposta comercial) não permitiria à empresa a ocupação de sua capacidade instalada (estimada em 2,4 milhões de mudas/ano) e do pessoal existente. Passou-se então à procura de novas atividades, sendo que já em 1987 a empresa dirigiu-se para a produção de mudas de eucalipto e de clones para atendimento de clientes. Em 1988 decidiu-se diversificar as atividades, basicamente buscando aquelas capazes de elevar o fluxo de caixa da empresa e criar uma perspectiva de auto-suficiência. Todavia, essas novas áreas de desenvolvimento - mudas de plantas frutíferas e ornamentais - não permitiram negócios capazes de melhorar a situação da empresa.

Os primeiros contratos de pesquisa e produção, assinados entre 1987-88, foram com a Agroceres (batata-semente), a Monte Dourado/Jari, COPENER, Champion (em mudas florestais), Cooperativa Holambra (ornamentais) e Vinícola Aurora/Forestier (uva). A produção prevista era de 1.200.000 unidades/ano.

Tais áreas de atividades poderiam ser identificadas como de nível intermediário de sofisticação tecnológica, com as bases científicas conhecidas, com as quais pretendia-se entrar em mercados constituídos, tidos como tradicionais, geralmente inovando em processos e em produtos que se diferenciariam sobretudo pela qualidade superior, mais que por qualquer outra característica.

Para o empreendimento da batata-semente foi montada uma complexa estrutura de produção e comercialização, que envolvia a própria Biomatrix, a Agroceres e uma empresa argentina, a Biótica¹². Ademais, tal estrutura inseria-se no âmbito do Centro Argentina Brasil de Biotecnologia (CABBIO), que, neste caso, enquadrava-se no programa de substituição de importações do governo brasileiro. Este foi o primeiro empreendimento do CABBIO para um projeto binacional que envolvia a contratação de recursos a fundo perdido, fornecidos pelo CNPq e captados pela Agroceres¹³.

A divisão de tarefas previa que a Biomatrix produzisse as sementes pré-básicas, através de tubérculos micropropagados, isentos de vírus, que seriam vendidos à Agroceres e depois enviados à Argentina para produção das sementes básicas, em condições climáticas bastante favoráveis. Isto feito as sementes seriam repassadas a produtores altamente qualificados (na Argentina e no Brasil) para reprodução e posterior comercialização ao produtor final.¹⁴ A meta era a produção anual de 1.7 milhão de caixas de sementes certificadas (batata-semente multiplicada, pronta para ser vendida aos produtores de batata)

¹² A Biótica integra o grupo argentino Polichaco, de origem universitária, que em 1990 obteve um faturamento de US\$ 1.1 milhão. Possui 28 funcionários e suas atividades estão voltadas especialmente para o segmento de saúde humana (reagentes diagnósticos, com a produção anual de 5 milhões de testes diagnóstico para doença de Chagas, com exclusividade na América Latina), diversificando-se para a área vegetal (micropropagação). Destina cerca de 15% - 20% de seu faturamento para atividades de P&D (Bruno & Waack, 1991).

¹³ O valor do projeto com o CABBIO esteve na ordem de US\$ 360 mil, com o objetivo de cobrir as despesas das atividades no Brasil e na Argentina. A previsão era que parte dos recursos fossem alocados na forma de fundo perdido e parte como capital de risco (Bruno & Waack, 1991).

¹⁴ A institucionalização deste empreendimento levou à criação da empresa Bioceres, que deveria ser uma empresa binacional, mas que acabou por constituir-se numa joint-venture entre os sócios brasileiro e argentino. A entrada definitiva em operação da Bioceres estava prevista para fins de 1991, e deverá consumir investimentos da ordem de US\$ 4 milhões até 1993. Até fins de 1990 já tinham sido investidos cerca de US\$ 500 mil. Atualmente, o empreendimento enfrenta sérios problemas, especialmente em relação à legislação do próprio projeto CABBIO, como, por exemplo, a indefinição da taxa de câmbio a ser utilizada, dificuldades na importação de equipamentos de pesquisa, de reagentes e no trânsito dos materiais pela fronteira. Na verdade, a Agroceres "contrata" a Biótica para a produção de batata-semente. Entretanto, a vantagem que existia nesta operação, isto é, de se enviar as mudas para serem produzidas na Argentina em melhores condições de produção e custo, vem se reduzindo, devido às recentes alterações das taxas de câmbio dos dois países.

ao final de 13 anos (2001), com investimentos que chegariam a US\$ 4 milhões (Bruno & Waack, 1991).

Com este procedimento esperava-se obter uma semente limpa de vírus, com maior potencial de multiplicação e com incrementos no rendimento agrônomo. De fato, a partir do terceiro ou quarto plantio verificaram-se melhorias substantivas na qualidade das sementes produzidas, cujos primeiros ensaios indicaram ganhos de produtividade que alcançaram 38 t/ha, sendo a média nacional de 12 t/ha. Com boas perspectivas, o negócio avançou, entrando a Agroceres em acordo com uma empresa japonesa produtora de hortícolas no Brasil (com campos de produção em regiões de elevada altitude no estado da Bahia) para fornecimento das sementes pré-básicas de batata. Assim, os tubérculos micropropagados da Biomatrix seriam vendidos numa proporção de 2/3 para a Bioceres e 1/3 para esta empresa japonesa.

Em fins de 1988, a Biomatrix vendeu à Agroceres o primeiro lote de tubérculos, que vendidos à Biótica, foram reproduzidos e revendidos à Agroceres no segundo semestre de 1990¹⁵. Esperava-se para o fim de 1991 o início das operações para o mercado final, a partir de um volume inicial de 10.000 caixas de 30 Kg. O mercado brasileiro de batata-semente é da ordem de 10 milhões de caixas, sendo 2 milhões importadas e o restante produzido internamente, no mais das vezes sem os necessários requisitos de fitossanidade. Tal situação mostra a existência de um mercado potencial para sementes de melhor qualidade de cerca de 8 milhões de caixas/ano, dos quais a Bioceres pretende ocupar de 20% a 30%.

¹⁵ A Biótica enfrentou, nos primeiros plantios, problemas com o agricultor, devido à diferença do material - é menor e exige mais cuidados de manuseio -, com o qual não estava acostumado.

Apesar das boas perspectivas apontadas por este negócio, ele era claramente insuficiente para sustentar as atividades da Biomatrix e, ao mesmo tempo, tornar-se um investimento lucrativo no curto e mesmo no médio prazos. A função da Biomatrix no negócio da batata-semente era importante do ponto de vista da viabilidade técnica, mas a empresa jogava um papel secundário na definição das estratégias de produção e comercialização, subordinando-se crescentemente ao planejamento da Agrocere. Neste sentido, a Biomatrix foi, cada vez mais, assumindo uma posição de subsidiária da Agrocere, perdendo autonomia e respondendo às necessidades do Grupo proprietário.

De qualquer forma, a Biomatrix reorientou seu planejamento estratégico em 1988, buscando diversificar as atividades e melhorar as perspectivas de retorno ao investimento realizado. O objetivo principal desta reorientação era agregar ao negócio mais um sócio cliente, que capitalizasse a empresa e garantisse mercado para mais uma linha de produtos. A idéia norteadora era a de compartilhar custos de desenvolvimento com os novos clientes, que poderiam inclusive vir a tornarem-se futuros sócios do empreendimento.

A principal área escolhida foi a de espécies florestais, através da produção de mudas micropropagadas. Apesar da Biomatrix já vir trabalhando nesta linha de pesquisa, foi empreendido, a partir deste momento, um processo sistemático de busca de um sócio e de um mercado de porte elevado para seus produtos e compatível com sua capacidade produtiva. Além da área florestal, decidiu-se estimular as linhas de mudas de espécies ornamentais e de fruteiras de clima tropical.

No que diz respeito às espécies florestais, o interesse inicialmente demonstrado por algumas das grandes companhias reflorestadoras do Brasil, que também são empresas de papel e celulose, deu lugar, num segundo

imento, a uma estratégia de desenvolvimento próprio, reduzindo-se assim as possibilidades da Biomatrix encontrar aí um mercado de futuro para seus negócios. Ou seja, aquelas empresas passaram ao desenvolvimento próprio de micropropagação e de outras aplicações da cultura de tecidos, montando ou reestruturando seus laboratórios de P&D. Assim, embora bastante volumoso, o mercado brasileiro de mudas florestais está sendo crescentemente ocupado pelas próprias companhias reflorestadoras.

Apesar desta tendência do mercado de mudas, a Biomatrix logrou firmar um contrato com a COPENER (uma subsidiária da COPENE, Cia. de Petróleo do Nordeste), para o desenvolvimento de mudas micropropagadas¹⁶. Tal projeto foi levado no período de 1987 a 1989, quando então chegou-se à conclusão de que os custos de produção não justificavam o uso da nova técnica vis a vis as técnicas tradicionais de propagação (segundo um Diretor da empresa, o preço de uma muda micropropagada saíria cerca de 10 vezes superior para pagar os custos de produção) -

Ademais do elevado custo, reconheceu-se também problemas técnicos da micropropagação, que indicavam que a cultura de tecidos teria muito mais sentido se utilizada como uma boa ferramenta de melhoramento genético, mas não de propagação vegetativa, dado a superioridade das técnicas tradicionais. A idéia inicial era de que a micropropagação possibilitaria a "produção de mudas em série", como na produção industrial.

Diante deste quadro, a empresa tinha se decidido por prestar serviços/consultorias nesta área, produzindo alguns lotes que as empresas

¹⁶ Foi também firmado contrato com um consórcio de empresas argentinas do setor florestal, do qual infelizmente não dispomos de detalhes.

florestais tinham dificuldades em reproduzir. Para se ter uma idéia da dificuldade de atuar neste mercado, enquanto que no caso das mudas de espécies florestais leva-se 10 meses para se obter uma geração multiplicada, em ornamentais este período é de apenas um mês.

Já nas áreas de ornamentais e fruteiras tropicais, foram feitas associações com a Holambra (uma grande cooperativa exportadora de flores sediada próxima à região de Campinas - SP), com a Cooperativa Agrícola de Cotia (SP) e com a Vinícola Aurora (RS). Foram firmados contratos para fornecimento de mudas básicas de ornamentais (para a Holambra), de banana e abacaxi (para a Cotia) e de uva (para a Vinícola). Também havia condições de produzir mudas de maçã e morango, nestas mesmas condições. A informação que dispomos indica que foram feitas vendas de alguns lotes de mudas pouco antes da Biomatrix encerrar suas atividades.

É importante lembrar que o período de existência da empresa foi conjunturalmente desfavorável: de um lado o comportamento inflacionário da economia do país e de outro um desempenho apenas razoável da agricultura, que ainda passou por períodos particularmente desfavoráveis à cultura do milho, principal produto da Agrocere. Assim, no processo de encerramento das atividades da Biomatrix, há que se registrar os problemas financeiros vividos pela Agrocere, especialmente nos anos de 1989 e 1990, quando a empresa amargou prejuízos substantivos que levaram a uma revisão de seus investimentos¹⁷. Tal situação pode ter dificultado a aceitação da Biomatrix como um negócio de lucro a médio e longo prazos.

¹⁷ Estes dois anos apresentaram-se muito desfavoráveis à cultura do milho, resultando numa forte redução do consumo de sementes de híbridos e, conseqüentemente, em maus resultados para a Agrocere.

Atualmente, o grupo Agrocerees espera vender a empresa por US\$ 2 milhões e transferir seu passivo, da mesma ordem, referente ao financiamento do BNDES. Evidentemente que a crise da agricultura e a recessão profunda tornam tal possibilidade remota.

III.2.2 Caracterização da Empresa

A - Características gerais

A Biomatrix estava organizada através de duas Áreas - de Pesquisa e de Produção -, às quais se subordinavam distintos departamentos. Havia outros três departamentos que estavam ligados diretamente à Superintendência de Operações (à esta também encontrava-se subordinada uma Assessoria de Estudos Econômicos). No item "organização interna" esta estrutura será melhor analisada.

O Quadro 16 abaixo apresenta a distribuição de pessoal de nível superior nas duas Áreas técnicas e no Departamento de Desenvolvimento de Produtos. O número de pessoas de nível superior, porém, era maior que este apresentado, 24 pessoas, dado não entrar neste Quadro outros Departamentos e nem mesmo a Administração. O total de pessoas empregadas na empresa em 1989 era de 86 funcionários: 21 na administração, 27 na produção, 3 em vendas, 8 na pesquisa e 27 em serviços gerais.

QUADRO 16 - Distribuição de Pessoal e Nível de Qualificação nas Duas Áreas Técnicas e no Departamento de Desenvolvimento da Produção, 1989

	Doutorado	Mestrado	Bacharelado	Total
Produção	--	2	6	8
Pesquisa	1	2	2	5
Desenvolvimento	--	--	3	3
Total	1 a	4 b	11	16

a: PhD em fisiologia vegetal na Inglaterra

b: UNICAMP, UnB e Lavras

Fonte: Salles Filho et alii, 1991

No que diz respeito aos gastos com P&D, fica muito difícil determiná-los com exatidão, mesmo porque não há informações registradas sobre isto. Sabe-se que, no geral, o empreendimento consumiu US\$ 4 milhões em 4 anos de atividades. Destes, US\$ 1,5 milhão foram utilizados na construção dos laboratórios e da sede da empresa em Teresópolis. O restante divide-se entre gastos com contratação de pessoal, produção e P&D. Neste contexto, seria razoável supor que as atividades de P&D consumiram cerca de US\$ 300 a US\$ 400 mil por ano, incluído aí o pagamento de salário de pesquisadores.

Os produtos pesquisados ou desenvolvidos pela empresa eram os seguintes¹⁸:

¹⁸ A comercialização dos produtos da Biomatrix alcançou apenas os primeiros lotes, não chegando a mais de dois ciclos comerciais.

a) pesquisa, produção e comercialização de mudas de batata-semente pré-básica;

b) pesquisa e produção de mudas de florestais, especialmente de Eucaliptus grandis; e pesquisa para Gmelina arborea;

c) pesquisa e produção de mudas de abacaxi, banana¹⁹ e uva;

d) pesquisa e produção de mudas de ornamentais²⁰, como Crysantemum, Gypsophilas e Lillium.

As instalações de pesquisa e produção da Biomatrix estavam localizadas no município de Teresópolis, ocupando uma área total de cerca de 31,2 ha. Abrigavam um laboratório industrial (1.000 m²), um laboratório de P&D (140 m²), casa de vegetação e telados (cerca de 2.000 m²), galpões industriais, administração e outras instalações complementares. Segundo um Diretor da Agrocere, houve superdimensionamento do laboratório, construído sob consultoria de uma empresa francesa, resultando em larga capacidade ociosa.

O Balanço Financeiro da Biomatrix de março de 1989, aponta para um resultado negativo do exercício, de US\$ 35,6 mil. As vendas de produtos/serviços alcançaram apenas US\$ 2,3 mil, contra um custo total de US\$ 10,2 mil, o que levou a um lucro bruto negativo de US\$ 7,9 mil. Some-se a isso as despesas operacionais (com vendas, administrativas e financeiras), da ordem de US\$ 1,1 milhão.

¹⁹ Mercado potencial para fins industriais, como pó para alimentação, sendo que já se estava conseguindo diminuir o preço da muda propagada; mesmo assim, ela era por volta de quatro vezes mais cara. Porém, segundo um dos ex-Diretores, o aproveitamento comercial compensava os custos.

²⁰ Não existe sazonalidade do produto, sai o ano todo; o manuseio é relativamente fácil; e o ciclo de produção é mais curto.

Sabe-se, também, que foi comercializado um lote de batata-semente para a Agrocere no final de 1988. A expectativa era que, com o mercado garantido (o governo havia distribuído cotas de produção para 4 empresas brasileiras, entre as quais a Biomatrix) e com o domínio da tecnologia, esta linha de produto atingiria cerca de 1.200.000 tubérculos/ano, equivalente a um faturamento de US\$ 400.000 anuais.

Houve também fornecimento de mudas de ornamentais para a Holambra, porém sem registro de faturamento. As expectativas internas indicavam que a empresa deveria faturar algo em torno de US\$ 1 milhão até 1993. Entretanto, as expectativas começaram a ser revistas, e a própria Diretoria já reconhecia que este ramo não permitiria margem expressiva de lucro, a julgar pela tendência que vinha sendo observada. Numa tentativa de aumentar a lucratividade da empresa, pensou-se na verticalização deste segmento, colocando produtos no mercado final.

No que se refere às alianças empreendidas pela empresa, apresentam-se abaixo as principais colaborações no período de 1987 a 1990:

- com a Agrocere, para suporte financeiro e para comercialização, com exclusividade, de batata-semente;

- com a COPENER, para pesquisa, desenvolvimento e produção de vários tipos de eucaliptos;

- com a Jari (grupo agroindustrial multinacional que opera na Região Amazônica) para pesquisa em Gmelina arborea;

- com a Vinícola Aurora, para fornecimento de mudas micropropagadas de uva para fabricação de vinhos finos de mesa²¹;

- com a Holambra, para fornecimento de mudas de espécies ornamentais;

- com a Cooperativa Agrícola de Cotia, para desenvolvimento de mudas micropropagadas de banana;

- com a SIFER-AFOCEL (associação de empresas florestais francesas) para transferência de tecnologia na produção de mudas micropropagadas.

B - Gestão do Negócio Biotecnológico

(I) Tecnologia e P&D

A companhia pretendia desenvolver protocolos específicos para diversos tipos de mudas e, ao mesmo tempo, elevar o conteúdo tecnológico no campo da biotecnologia vegetal.

A estratégia inovativa não era formal, mas tinha uma direção ofensiva, de abrir novos mercados para produtos que potencialmente poderiam ser desenvolvidos pela pesquisa. Ou seja, partia-se das possibilidades abertas pela pesquisa biotecnológica para procurar criar mercados. Segundo um dos Diretores entrevistado, ninguém sabia qual era o tamanho dos mercados inicialmente pensados; estes deveriam ser criados.

²¹ Tal projeto não foi adiante, pois, segundo um ex-Diretor, a EMBRAPA ofereceu o mesmo produto à empresa, com menores custos.

A tecnologia relacionada à limpeza de vírus em batata-semente, por exemplo, foi bem equacionada, com a contratação de técnicos do CENARGEM e do Centro Nacional de Pesquisa em Hortalças (CNPB) da EMBRAPA e do Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB). Na Argentina, a Biótica contactou pesquisadores do INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agrícola), para a orientação na etapa de multiplicação (Bruno & Waack, 1991).

Já no caso de mudas florestais, houve barreiras importantes do ponto de vista do conhecimento. Apesar da Biomatrix apresentar-se como suficientemente capacitada, o que se verificou, na prática, foi a impossibilidade técnica de levar, como se esperava, a micropropagação de eucaliptos. Percebeu-se a dificuldade para trabalhar com diferentes clones, implicando em um tempo para desenvolvimento de produtos muito acima do previsto - praticamente só em 1988 a empresa conseguiu se capacitar em duas variedades de eucalipto híbrido, com as quais forneceu partidas-piloto para seus clientes.

Ou seja, o processo de capacitação tecnológica da Biomatrix baseou-se na contratação de pessoal científico de universidades e centros de pesquisa no país, que encontraram dificuldades em passar à atividade produtiva o conhecimento que havia sido gestado nas bancadas dos laboratórios de origem. A busca de vários contatos científicos no exterior com a AFOCEL (França), Universidade de Ghent (Bélgica) e Universidade de Nottingham (Inglaterra), permitiu a ampliação do processo de aprendizado, que culminou com a geração interna de P&D de quase todas as técnicas utilizadas. Se isto por um lado denota aspectos positivos da capacidade de qualificação do corpo técnico, por outro revela um aspecto importante dos descaminhos da empresa: uma certa incompatibilidade entre as metas produtivas e comerciais de curto e médio prazos com a base de capacitação inicialmente existente.

Apesar de ser uma empresa nacional, nascida da universidade, pode-se dizer que as relações com instituições de P&D não eram muito extensas, principalmente se levarmos em conta o fato da empresa contar com a participação de um grupo com reconhecida capacidade de articulação, como é a Agroceres. O principal canal de relacionamento empregado foi o da articulação com grandes empresas já estabelecidas²². Através da ligação Agroceres-Biótica (CABBIO), a empresa conseguiu ampliar sua gama de relações com clientes, como por exemplo, o atendimento à demanda da Associação dos Produtores Florestais da Argentina para o fornecimento de clones de eucalipto, originadas pelas atividades do CABBIO na Argentina.

Um último aspecto importante a se ressaltar é a formação de um banco de germoplasma pela Biomatrix, com mais de 60 variedades de batata e com variedades de eucaliptos e de espécies ornamentais. A idéia era ter um banco de germoplasma amplo para que fosse possível responder tecnicamente à demanda do cliente, com uma planilha de desempenho técnico e de custo. Com o fechamento da empresa, segundo a Diretoria da Agroceres, o material genético florestal ficou com a SIFER/AFOCEL, o de batata com a EMBRAPA e com a própria Agroceres e o restante se perdeu.

(ii) Finanças

Com relação à capacidade de atrair financiamento, a Biomatrix foi, dentro do contexto de crise de financiamento da economia brasileira, relativamente bem

²² Não obstante a opção por tal canal, não é possível avaliar o sucesso das articulações buscadas em razão do curto espaço de tempo de vigência da maioria dos contratos.

sucedida. Primeiro, porque vinculou-se ao principal grupo nacional de sementes do Brasil, com tradição em P&D e com capacidade financeira mínima para suportar o empreendimento. Foram negociados empréstimos a fundo perdido com o CNPq, no âmbito do CABBIO, e recursos a juros preferenciais com o BNDES para a construção das instalações de Teresópolis. Ademais, a Agrocères entrou com US\$ 2 milhões, e com o aval da dívida junto ao BNDES, que representou mais US\$ 2 milhões na forma de juros e correção monetária.

Entretanto, a desproporção entre os retornos esperados e os custos financeiros dos empréstimos resultou numa acelerada deterioração da situação financeira da empresa e, conseqüentemente, no agravamento das relações entre a empresa e o Grupo Agrocères. Um dos maiores problemas era como viabilizar os projetos por causa dos custos.

Como dito anteriormente, já em 1988 percebeu-se a necessidade de buscar um outro sócio, na tentativa de aumentar o capital para garantir a sobrevivência da empresa até o break even, definido segundo três Planos Negociais formulados pela direção da Biomatrix/Agrocères, na busca de um parceiro para o empreendimento.

O Plano Negocial 1, resumidamente, mantinha a tecnologia de processo então dominada pela Biomatrix, com o aumento da capacidade de produção para 5.4 milhões de unidades (valor médio de US\$ 1/unidade). O Plano Negocial 2 fixou o mesmo plano de produção, mas "faz um ensaio, a partir da hipótese de utilização de processo automatizado de micropropagação, cuja tecnologia está sendo anunciada na literatura especializada estrangeira e que permitiria, segundo informações disponíveis, uma diminuição de até 85% no custo da mão-de-obra direta empregada no atual processo" (Biomatrix, 1989a).

O Plano Negocial 3 supunha a implantação desta nova tecnologia de micropropagação automatizada em 1991, o que resultaria, segundo a direção da Biomatrix/Agrocere, em antecipar em dois anos a meta de produção de 5.4 milhões de mudas/ano.

Não conseguindo atrair um novo parceiro para a sustentação de suas atividades, a Biomatrix fechou em dezembro de 1989.

(iii) Produção e Comercialização

A capacidade instalada de 2,4 milhões de mudas foi apenas parcialmente ocupada, com cerca de 13% deste volume. As expectativas eram de ocupar toda a capacidade até fins de 1992. Os Quadros abaixo permitem a análise da evolução da produção de mudas de algumas espécies vegetais pela Biomatrix.

QUADRO 17 - Evolução da Produção de Mudas/ Tubérculos pela Biomatrix entre 1986-1989, em unidades

	1986	1987	1988	1989 (encomendas até março)
Batata (tubérc.)	16.000	168.300	301.800	480.000
Ornamentais (mudas)	1.000	6.000	47.900	120.000
Florestais (mudas)	136	2.900	2.300	160.000
Frutíferas (mudas)	320	12.300	1.700	30.000

Fonte: Biomatrix, 1989a

QUADRO 18 - Vendas de Mudas Micropropagadas (in vitro, bandejas e vasos),
out. 1989, em unidades

	Out. (real)	Nov. (real)	Dez. (est.)	Jan. (est.)
Antúrio	2.527	7.057	30.500	26.000
Samambaia	3.069	3.935	11.000	9.500
Violeta	3	43	5.700	1.200
Total	5.599	11.035	47.200	36.700
Capacidade Normal de Produção	100.000	100.000	100.000	100.000
Utilização da CNP	5,6%	11,0%	47,2%	36,7%

Fonte: Biomatrix, 1989b

A empresa apostou inicialmente no mercado de batata-semente em função do interesse a jusante do grupo matriz, Agroceres, no mercado. Os problemas técnicos foram dominados e uma geração completa de batata-semente foi obtida.

Não só a diversificação das atividades marcou a tentativa de reorientar a estratégia da empresa. Esta também alterou sua estratégia de marketing. Ao invés de procurar a colocação de produtos no mercado, a empresa passou a prestar maior atenção a contratos onde os custos (e riscos) da produção de mudas pudessem ser divididos. Dentro desse espírito, imaginou-se a possibilidade de, em se dispondo de um banco de germoplasma amplo, atender

às demandas específicas de clientes quanto ao desenvolvimento de clones, mudas micropropagadas, utilizadas por seu valor genético, como dito anteriormente. Quanto à distribuição de seus produtos, a empresa pensou em contar com a extensa rede de pontos de vendas já constituída pela Agrocere no país.

Nos acordos de produção e comercialização residem boa parcela das causas do fracasso da empresa, pois não resultaram na abertura de mercados de porte compatível com os investimentos realizados: as relações com a Agrocere foram conflituosas (preço da batata-semente pré-básica considerado elevado); o custo das mudas de eucalipto em torno de US\$ 1, eram de 8 a 10 vezes mais caro que o preço da muda comum; o preço de mudas de banana, via micropropagação, era 3 vezes superior ao de mercado, entre outros. Também na distribuição ocorreram problemas: as empresas de papel e celulose utilizaram os clones da Biomatrix apenas como material básico, para futuro aperfeiçoamento.

(iv) Organização Interna

A política de recrutamento e desenvolvimento de pessoal fez parte do próprio processo de implantação da empresa e tinha um caráter global. Chegaram a manter cooperação com a Universidade de Ghent na Bélgica, que mandou estagiários para trabalhar na Biomatrix.

Como já dito anteriormente, a empresa foi organizada em duas Áreas técnicas básicas (de Pesquisa e de Produção), que juntamente com três Departamentos - de Desenvolvimento de Produtos, de Manutenção e Administrativo-Financeiro - estavam diretamente ligados à

Superintendência/Diretoria de Operações; também ligada à esta havia uma Assessoria de Estudos Econômicos (ver organograma a seguir ou em Anexo??).

As Áreas técnicas tinham como atividades:

a) Área de Produção: encarregada das tarefas de multiplicação in vitro, gestão do banco de germoplasma, produção em campo e testes. À esta área estavam subordinados os departamentos de Cultura de Tecidos, Agrônômico, e de Planejamento e Controle da Produção;

b) Área de Pesquisa: com a dupla tarefa de resolver problemas relacionados às rotinas produtivas, desenvolver métodos de cultivo in vitro adaptados às exigências de cada clone, desenvolver métodos diagnósticos também adaptados (ELISA, eletroforese) e atuar no sentido de permitir um futuro escalonamento da empresa em pesquisas de ponta em biotecnologia vegetal (cultivo de embriões, cultura de protoplastos, culturas celulares em suspensão para produção de metabólitos, estudos de pressão de seleção in vitro). Ligados a tal área estavam os departamentos de Pesquisa²³ e Controle de Qualidade;

c) Departamento de Desenvolvimento de Produtos: encarregado do estudo de mercado, de viabilidade e das possibilidades de criação de mercados para os produtos e processos existentes. Fazia, também, o acompanhamento técnico dos produtos no campo, da produção, embalagem e embarque dos produtos e o contato com novos clientes.

²³ No Relatório de Atividades da Biomatrix (1989b), tal departamento propõe atuar prioritariamente na criação ou adaptação de protocolos de micropropagação para culturas que apresentassem retorno de curto prazo para a empresa, entre as quais, ornamentais, vitroplantas (plantas em vidro), eucalipto e banana. Outras atividades de pesquisa, como a cultura de células em suspensão e a embriogênese somática, deveriam ficar relegadas a um segundo plano.

O planejamento estratégico da empresa não priorizou atividades de comercialização de curto prazo para a geração de fluxo de caixa, apostando mais em mercados potenciais que naqueles já existentes.

A empresa mostrou enormes dificuldades em sustentar um fluxo de caixa compatível com a meta inicial de "empate". A perspectiva de encontrar um sócio capaz de investir mais US\$ 700 mil para aumentar a capacidade da empresa e habilitá-la a entrar em novos mercados mostrou-se irreal na conjuntura econômica da época. O problema fundamental é que para o porte da empresa não há como obter retornos compatíveis com o investimento, devido aos problemas de mercado (tais como dimensão, dinamismo tecnológico, apropriabilidade, entre outros). Somente um arranjo com elevado poder de sustentação financeira poderia apostar em futuros desenvolvimentos biotecnológicos que reduzissem o preço dos produtos e criassem a necessidade de novos serviços.

Os estudos de caso das NEBs Bioplanta e Biomatrix, baseados numa metodologia que possibilitou a análise através de importantes aspectos referentes à atuação destas em seus respectivos ambientes, nos permitem várias e interessantes interpretações sobre as possibilidades de empresas deste perfil sobreviverem e evoluírem no mercado agrícola brasileiro mais tecnificado e sobre os condicionantes existentes para o desenvolvimento da biotecnologia vegetal no país.

Seguindo o esquema de avaliação proposto no início deste Capítulo, cuja abordagem privilegia quatro enfoques, podemos verificar que na questão referente à capacitação tecnológica, o princípio básico utilizado pelas duas

empresas foi parecido: a contratação de pesquisadores de alto nível técnico para o desenvolvimento interno das pesquisas. A Bioplanta baseou-se mais nesta estratégia e nos contatos com seus clientes/usuários, o que lhe permitia informações importantes na forma de feed backs sobre os resultados de suas pesquisas e a qualidade de seus produtos; por outro lado, se valeu menos dos contatos com instituições públicas de pesquisa. Já a Biomatrix buscou nestas o apoio para as atividades de P&D, especialmente em batata-semente e em mudas de espécies florestais.

Um aspecto importante a ser comentado em relação à relevância da capacitação inicialmente existente, é que o grupo da UFRJ que deu origem à Biomatrix, tinha como base técnica experiências na área da bioquímica, sem contudo dominar o campo de conhecimentos da biotecnologia vegetal. Tal fato revelou-se particularmente problemático quando se implantou o projeto de micropropagação de espécies florestais.

Como já foi dito, a aposta na micropropagação vegetal feita pelas duas empresas não produziu uma performance esperada, dado que se imaginava que o domínio da técnica sobre uma espécie vegetal possibilitaria a transferência do conhecimento para o desenvolvimento de outras, praticamente sem grandes dificuldades. Na verdade, percebeu-se que até mesmo entre variedades da mesma espécie, ocorrem especificidades que impedem o sucesso da operação. Este aspecto, certamente, teve influência no fechamento das empresas, mesmo porque o tempo previsto inicialmente para o retorno dos resultados estava sendo dilatado devido a estas dificuldades técnicas enfrentadas.

Quanto à questão da sustentação financeira das empresas, embora ambas dependessem dos respectivos Grupos, a Bioplanta procurou não esperar o resultado das suas pesquisas e, por exemplo, introduziu-se no mercado de

hortaliças através da venda de produtos de terceiros, buscando assim conquistar espaços e obter retornos de curto prazo. A empresa também firmou acordos mais sólidos e promissores que a Biomatrix, privilegiando grandes grupos agrícolas.

A Biomatrix, por sua vez, desde que passou ao controle da Agrocere, esteve praticamente todo o tempo dependente dos recursos financeiros desta. O acordo de desenvolvimento de batata-semente previa, inicialmente, exclusividade da Agrocere na venda do produto. Em outros mercados, a empresa não conseguiu realizar bons acordos e não adotou uma estratégia de comercialização mais agressiva - talvez contando com a extensa rede de distribuição nacional que possui a Agrocere -, com reduzida capacidade de obter recursos através da venda de produtos por ela desenvolvidos. Entretanto, a ligação dela com a Agrocere possibilitou financiamentos importantes junto a instituições do governo federal.

Também deve ser destacado o fato da Bioplanta ter apresentado bons resultados financeiros enquanto esteve no mercado; se estes não cobriam os custos que tinha, especialmente com as despesas de P&D, indicavam que a empresa estava, ao menos, apostando numa estratégia mais segura de sustentação financeira que a Biomatrix, buscando maior articulação entre a pesquisa e o mercado final. Ou seja, o desempenho financeiro das duas foram bastante diferentes.

A análise das duas empresas através das estratégias adotadas em relação aos mercados, nos permite verificar três situações distintas. No caso da batata-semente, um dos mercados potenciais comuns, a Biomatrix se saiu melhor devido ao acordo de cooperação entre Brasil e Argentina, o que lhe facilitou o contato com uma empresa deste país (e a criação da Biocere) para a produção

dos tubérculos. A estratégia da empresa de se utilizar de canais institucionais para a entrada neste mercado, restrito a empresas nacionais, resultou no abandono das pesquisas que vinham sendo desenvolvidas pela Bioplanta nesta área.

Outro mercado comum era o de mudas de espécies florestais, onde as estratégias adotadas foram diferentes: enquanto a Bioplanta tentou repartir custos de P&D através de acordos com um pool de empresas do setor de papel e celulose, projeto que não foi bem aceito por estas empresas (mesmo assim, a Bioplanta levou a cabo a pesquisa nesta área, com projetos conjuntos tanto com a Duratex como com a Acesita), a Biomatrix, quando procurou dividir custos e riscos, o fez com cada empresa individualmente (casos da COPENER e do Jari). O que as duas empresas perceberam, entretanto, foi que as grandes empresas florestais preferiram formar seus próprios jardins clonais, reduzindo ao mínimo a necessidade de contatos com NEBs para o desenvolvimento de suas mudas, optando por um processo de verticalização da produção (ou de melhoramento deste).

Os outros mercados visados pelas empresas tinham como característica o pequeno tamanho - caso das mudas de ornamentais (mercado onde atuou mais fortemente a Biomatrix) e o baixo valor dos produtos desenvolvidos - caso das mudas de fruteiras de clima temperado e tropical (onde atuou especialmente a Bioplanta, com alguma pesquisa feita também pela Biomatrix). Tais nichos de mercados não eram suficientes para manter empresas com o perfil das duas NEBs, onde a necessidade de capital de giro para o suporte da P&D e para a sustentação financeira era bastante elevada. Ou seja, os mercados escolhidos pelas empresas possuem características que impõem sérios limitantes, onde se destacam o tamanho e a capacidade para absorver inovações.

Um último aspecto a ser comentado, mas que teve importância relevante para o desfecho dos dois empreendimentos, é aquele referente à organização interna da firma e à relação das empresas com os respectivos Grupos controladores. Nos dois casos, tais relações foram conflituosas. A Bioplanta experimentou, no início de suas atividades, grande liberdade de ação. Ela tinha como propósito montar uma estrutura denominada "teia de aranha", onde ela seria o centro do sistema e a ela estariam ligadas empresas produtoras e comercializadoras dos resultados de suas pesquisas. A orientação, portanto, era o mercado final, com grande grau de articulação entre a produção e a pesquisa, dado que as empresas satélites teriam a participação dos pesquisadores da própria Bioplanta.

Com a saída da NPI do negócio, a posterior troca de diretoria e a política de reestruturação e enxugamento dos negócios da BAT em nível mundial, houve uma centralização das atividades e impôs-se à NEB condutas administrativas que não condiziam com sua estrutura. Na verdade, esta passou a ser encarada como as outras empresas do Grupo, perdendo assim suas características próprias. Coube assim à BAT, diante da estratégia de rever seu processo de diversificação, a decisão de fechar o seu empreendimento em biotecnologia no Brasil.

A Biomatrix não foi tão arrojada quanto à sua concorrente no que diz respeito à sua estratégia de organização interna e de relação com o Grupo controlador; enfrentou em praticamente todo o seu período de existência, oposição dos grupos de pesquisadores da Agrocères, que nunca a viram com bons olhos, e sempre esteve subordinada às decisões colocadas pela sua controladora - vide caso da batata-semente, imposto pela direção da Agrocères.

Porém, a decisão tomada pela Agrocere de fechar a Biomatrix deve ser encarada de forma diversa daquela feita pela BAT em relação à Bioplanta, uma vez que, como já visto anteriormente, mesmo tendo ambos os Grupos passado por momentos difíceis, a Biomatrix, ao contrário da Bioplanta, nunca apresentou bons resultados comerciais. Com isto queremos mostrar que a Agrocere tinha muito mais motivos para estar descontente com o negócio da Biomatrix que a BAT (ou a Souza Cruz) com o empreendimento Bioplanta.

No próximo Capítulo ainda serão analisados os casos das duas empresas, à luz do ambiente em que estas estão inseridas, além de questões mais amplas sobre o estudo como um todo.

CAPÍTULO IV

Conclusões

Este último Capítulo apresenta as conclusões gerais acerca do trabalho realizado, dando ênfase àquelas referentes aos dois estudos de caso que fizeram parte do Capítulo III, ponto central desta dissertação.

Sem desconhecer as restrições que existem quanto ao resultado final que aqui será discutido, haja vista o tamanho da amostra, o conjunto de inferências contido no presente Capítulo pretende contribuir para as discussões que cercam a questão do desenvolvimento da biotecnologia no país, especialmente quando da formulação de Políticas de Ciência e Tecnologia, voltadas à gestão da capacitação nacional da pesquisa biotecnológica, com particular ênfase na biotecnologia agrícola.

Um dos aspectos mais relevantes tratados neste estudo foi, sem dúvida, a questão da criação e do papel das NEBs no desenvolvimento da biotecnologia em nível mundial. Pensadas primeiramente como a base de um movimento de ruptura tecnológica que colocaria em xeque parte da atual estrutura industrial da química, da farmacêutica e da indústria alimentar, as NEBs viram-se, ao contrário, em meio a inúmeras dificuldades - de ordem técnico-científica,

econômica, financeira e jurídico-legal - que influenciaram não só seu processo de criação, mas resultaram em uma mudança de postura de tais empresas frente à evolução dos acontecimentos em relação à biotecnologia.

Boa parte das firmas passou a atuar em função dos interesses das grandes empresas dos setores mais envolvidos com a P&D biotecnológica, como aqueles acima citados. Por sua vez, estas perceberam que através das NEBs poderiam "cercar as apostas" em relação aos novos processos biotecnológicos e buscaram diferentes formas de associação com as empresas emergentes.

Desta forma, isto é, com o movimento em parte atrelado às decisões das grandes empresas, a alteração das trajetórias tecnológicas em curso tende a ser retardada, pelo menos no atual contexto, dado que tais trajetórias ainda vêm sendo revigoradas com o auxílio da própria biotecnologia. O exemplo típico é o da utilização de processos biotecnológicos para o desenvolvimento de variedades resistentes a altas doses de herbicidas.

Do ponto de vista teórico, o principal fato que reforça a idéia de que a biotecnologia não conformou ainda um modelo básico que permita a resolução de problemas tecnológicos, é indicado por uma ainda incipiente base científica e tecnológica, que não permitiu a formação de uma basic core technology, condição necessária para que a biotecnologia possa ser enquadrada no conceito proposto por Dosi de paradigma tecnológico.

Por sua vez, na reavaliação dos resultados esperados em nível mundial em relação à biotecnologia, reviu-se também a situação dos países menos desenvolvidos. A princípio, as expectativas indicavam vantagens relativas para países como o Brasil, que além de disporem de um grande patrimônio genético, possuem instituições públicas com reconhecida tradição em pesquisa agrícola.

Porém, o processo aqui vem enfrentando as mesmas dificuldades colocadas em nível internacional, agravadas pela crise econômica por que vem passando muitos destes países. A realização do potencial não está dada e as vantagens comparativas são essencialmente estáticas. A idéia do leapfrogging, ou seja, de que estes países poderiam dar um salto qualitativo na nova situação, tampouco pode ser verificada. Como já colocado, é preciso ir além do domínio da base científica de uma tecnologia, pois este representa somente uma parte de um todo mais complexo, que no caso da biotecnologia refere-se a um conjunto de atividades, como por exemplo os downstream stages of innovation (que incluem engenharias de processo, de desenvolvimento e de produção, testes de produtos, promoção, marketing e distribuição) e aos diversos ambientes concorrenciais onde estão se formando seus mercados.

Dado este quadro, a biotecnologia agrícola no Brasil vem apresentando melhores resultados através do modelo pelo qual grandes empresas (como as de papel e celulose e as sementeiras) incorporam as atividades de P&D, mesmo com um processo lento de capacitação e aplicação de tais atividades, e nos centros públicos de pesquisa mais capacitados, onde os conhecimentos há anos vêm sendo desenvolvidos.

Quanto às NEBs atuantes no mercado brasileiro, percebe-se a maior dificuldade daquelas que atuam na área vegetal em comparação às envolvidas na área de saúde humana. Como visto no Capítulo II, a grande maioria das empresas que iniciaram suas atividades na área agrícola teve problemas relacionados com a tecnologia desenvolvida, o mercado escolhido, o tempo necessário para o retorno dos resultados e o capital para financiá-lo, entre outros aspectos.

Nos exemplos apresentados de NEBs nesta área, viu-se que muitas delas mudaram suas estratégias de atuação, conseguindo assim maior fôlego para se manter no mercado. Por sua vez, Bioplanta e Biomatrix, dois dos maiores empreendimentos em NEBs brasileiras, procuraram sua sustentação exclusivamente no mercado agrícola e não tiveram a mesma sorte.

As duas empresas estiveram presentes no mercado praticamente no mesmo período - entre 1986 e 1990. Adotaram tanto estratégias semelhantes como optaram por caminhos diferentes em relação aos mercados, sendo que, muitas vezes, os mercados eleitos eram comuns - caso da batata-semente e das mudas de espécies florestais. Porém, o desfecho foi o mesmo para ambas: o encerramento das atividades.

Os condicionantes da evolução da biotecnologia nesta área no país vão além daqueles que já dificultam o processo em nível internacional e situam-se também, no ambiente sobre o qual está assentado o processo de desenvolvimento da agricultura brasileira - no dinamismo de seus mercados, no nível das pesquisas e das técnicas alcançado e até mesmo na estrutura fundiária do país.

Ou seja, a questão dos mercados agrícolas escolhidos pelas NEBs engloba aspectos tanto de natureza estrutural, como conjuntural, que remetem à fraca demanda por inovações cujas vantagens na relação custo benefício ainda não são evidentes (o Capítulo II trouxe exemplos de NEBs que tiveram problemas para introduzir produtos com novas características no mercado). Ao mesmo tempo, existe uma oferta de insumos e técnicas agrícolas que tem respondido satisfatoriamente às demandas e estão à disposição do agricultor brasileiro, o que também dificulta o processo de introdução de novos produtos no mercado. Some-se a isso, a grande crise econômica do país, cujo efeito mais visível é a

queda das vendas de insumos e máquinas agrícolas: as de sementes melhoradas acusaram um decréscimo de 13.56% entre as safras de 91/92 e 90/91; as vendas de fertilizantes permaneceram estagnadas e as de máquinas e tratores apontaram uma queda de cerca de 9 mil unidades (Folha de São Paulo, 3/03/92). Como afirmam Salles Filho et alii (1991), "isto não significa que não existam brechas a serem exploradas, mas sim que os mercados de mudas e sementes nem estão aquecidos, nem tampouco estão a ponto de apresentar um esgotamento tecnológico que ponha em xeque a estrutura de pesquisa e de produção tradicionais existentes".

Este ambiente interno onde vem ocorrendo o desenvolvimento da agricultura foi um determinante de grande influência na performance que tiveram as duas NEBs, principalmente no caso da Biomatrix, dado que sua controladora, a Agrocere, também se ressentia de uma fase extremamente ruim que vinha passando o seu principal mercado - o de milho híbrido - em 1989. Qualquer que tenha sido a opção escolhida, não se deve esquecer da influência do contexto macroeconômico no qual está inserido o mercado agrícola brasileiro.

Isto, porém, não significa que o desempenho de ambas durante o período em que estiveram no mercado tenha sido o mesmo, especialmente pelo fato das decisões dos respectivos grupos controladores sobre a forma de organização e de atuação das empresas terem sido bastante diferentes. Provalvemente, se a BAT não estivesse passando por um mal momento em seus negócios - que nada tem a ver com o mercado agrícola brasileiro nem com o advento da biotecnologia -, a Bioplanta poderia ainda hoje estar operando, desde que superados alguns problemas, especialmente relativos aos mercados. Por sua vez, o mesmo não se pode dizer da Biomatrix, dado que esta nunca apresentou um bom desempenho em relação às suas pesquisas e produtos. Deve ser levado

em consideração também, o porte, e conseqüentemente, o fôlego do grupo controlador para a sustentação dos empreendimentos.

Quanto à questão da propriedade intelectual e do não reconhecimento pelo país de direitos sobre experimentos e descobertas na área agrícola, aparentemente este fato não teve grande influência no desempenho das empresas. Na verdade, este é um aspecto de difícil análise, dado que se especularmos no sentido de imaginar um outro contexto, isto é, o do reconhecimento, certamente teriam sido outras as diretrizes básicas dos empreendimentos.

Do quadro exposto, podemos concluir, resumidamente:

- a biotecnologia ainda não conformou um novo paradigma tecnológico e as trajetórias em curso ainda estão sendo definidas pelo padrão tecnológico vigente;

- as grandes corporações dos setores químico, petroquímico, farmacêutico e de sementes, especialmente, têm influenciado a direção seguida pelas atividades biotecnológicas;

- apesar das dificuldades encontradas para sua sustentação e da mudança de postura devido aos obstáculos para o seu desenvolvimento, as NEBs continuam a ter um papel importante na evolução da biotecnologia em nível internacional;

- são imprescindíveis políticas que possibilitem a orientação das pesquisas e estimulem o estreitamento do relacionamento entre os setores público e privado para o desenvolvimento conjunto da biotecnologia nos países menos desenvolvidos e também no Brasil;

- o desenvolvimento da biotecnologia no país, em especial no segmento agrícola, mantém uma estreita relação com o rumo que será dado à questão da propriedade intelectual;

- a disponibilidade de amplos recursos genéticos não deve ser vista como uma vantagem comparativa aos países menos desenvolvidos no contexto do desenvolvimento da moderna biotecnologia, dado não haver políticas incisivas para a sua conservação e para o seu melhor aproveitamento, ou seja, dado tal vantagem ser puramente potencial;

- os processos biotecnológicos (especialmente as técnicas de micropropagação vegetal) apresentam-se mais como um instrumento de diversificação, flexibilidade e capacitação tecnológica para as pesquisas desenvolvidas nas empresas, do que como técnicas que permitam uma radical reorientação da produção e dos mercados aí envolvidos;

- mesmo adotando estratégias muitas vezes diferentes - pode-se definir às seguidas pela Bioplanta como product oriented e às pela Biomatrix como technology oriented (Salles Filho et alii, 1991) -, as NEBs enfrentaram um ambiente interno não estimulante ao desenvolvimento da biotecnologia agrícola;

- as conclusões acerca deste estudo podem servir para uma análise mais geral do caso de NEBs brasileiras, mesmo a amostra sendo reduzida, pois, além desta ser bastante representativa, o trabalho procurou também demonstrar a influência do ambiente no qual vem se dando o desenvolvimento da biotecnologia agrícola no país, as dificuldades técnicas encontradas pelas NEBs (no país e no exterior) para sustentarem seus negócios e a importância do relacionamento das pequenas empresas com outras maiores e/ou com o grupo controlador para a sua performance;

- e, finalmente, mesmo o contexto técnico-econômico-institucional brasileiro não se apresentando como o mais apropriado ao desenvolvimento da biotecnologia em geral, e especialmente em relação ao modelo de desenvolvimento baseado nas Novas Empresas de Biotecnologia, esforços devem ser feitos no sentido de se desenvolver novas e avançadas tecnologias que sejam apropriadas ao país e de se aproveitar melhor aquelas onde já existe determinada capacitação, orientando-as para servir às necessidades específicas existentes no nosso contexto econômico e social. Neste sentido, faz-se necessária a formulação e a adoção de uma Política de Ciência e Tecnologia que privilegie estes aspectos.

BIBLIOGRAFIA

ABRABI (1990) Documento Interno.

ALBUQUERQUE, R.H.P.L.; ORTEGA, A. C. & REYDON, B.P. (1986) O Setor Público de Pesquisa Agrícola no Estado de São Paulo (parte 1). In Cadernos de Difusão de Tecnologia. Brasília, EMBRAPA, 3(1):79-132.

ANCIÃES, W. & CASSIOLATO, J.E. (1985) Biotecnologia e seus Impactos no Setor Industrial. CNPq, 172 p.

AVALOS GUTIÉRREZ, I. (1990) Biotecnología e Industria: un ensayo de interpretación teórica. In Serie Documentos de Programas, número 18 - IICA, noviembre, 80 p.

BIOMATRIX (1989a) Plano de Expansão do Quadro Social, maio 1989, 54 p.

BIOMATRIX (1989b) Relatório de Atividades, outubro 1989.

BONACELLI, M.B.M. (1990) Processo de Capacitação Tecnológica em Biotecnologia: o Caso Bioplanta. In Anais do XXVIII Congresso da SOBER. Florianópolis, 22-27/07/90, p. 286-302.

BNDES (1990) Biotecnologia: Cenário Internacional e Perspectivas para o Brasil. Área de Planejamento-Departamento de Estudos. PNUD, mimeo, 199 p.

BRUNO, M.A.C. & WAACK, R.S. (1991) Cooperação Técnica em Biotecnologia: Estudo de Casos. XVI Simpósio Nacional de Pesquisas de Administração em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 28 a 30 de outubro de 1991.

BULL, A.T.; HOLT, G. & LILLY, M.D. (1982) Biotechnologie: Tendances et Perspectives Internationales. OCDE, Paris.

BURRILL, G.S. & LEE JR., K.B. (1990) Biotech 91: a Changing Environment. Fifth Annual Survey of Business and Financial Issues in American's Most Promising Industry. Ernst & Young, 92 p.

BUSH, L.; LACY, W.B.; BURKHARDT, J. & LACY, L.R. (1991) Plants, Power and Profit - Social, Economic and Ethical Consequences of the New Biotechnologies. Basil Blackwell, Massachusetts, 275 p.

- CASTRO, A. C. (1988) Crescimento da Firma e Diversificação Produtiva: o Caso Agroceres. Tese Doutorado, IE-UNICAMP.
- CBMEG - Centro de Biologia Molecular e de Engenharia Genética da UNICAMP (1989) Relatório de Atividades 1988-89. Campinas, UNICAMP.
- CERANTOLA, W. A. (1991) Estratégias Tecnológicas das Empresas de Biotecnologia no Brasil: um Estudo Exploratório. Dissertação de Mestrado apresentada à FEA/USP. 274 p.
-
- CHESNAIS, E. (1982) The Impact of Biotechnology in Industrial Processes. Seminário sobre Inovação e Desenvolvimento no Setor Industrial. Campinas, agosto 1982, mimeo.
- DOSI, G. (1984) Technical Change and Industrial Transformation - The Theory and an Application to the Semiconductor Industry. MacMillan, London.
- DOSI, G. & ORSENIGO, L. (1988) Coordination and Transformation: an Overview of Structures, Behaviours and Change in Evolutionary Environments. In Dosi, G. et alii, Technical Change and Economic Theory. Pinter Publishers, London, p. 13-37.
- DUCOS, C. & JOLY, P.B. (1986) Structures et Strategies de L'Industrie de Semences face à L'Innovation Biotechnologique: La France dans son Environnement International. Toulouse.
- DUCOS, C. & JOLY, P.B. (1988) Les Biotechnologies. Editions La Decouverte, 128 p.
- DUCOS, C. & JOLY, P.B. (1989) Les Artifices du Vivant. Grenoble, INRA, mimeo.
- DUCOS, C. & JOLY, P.B. (1991) Strategies d'Innovation dans l'Industrie des Semences. Mimeo.
- FAO (1990) Catálogo Regional de Laboratórios de Biotecnologia Vegetal. Escritório Regional para América Latina e Caribe. Encuesta Regional, 1988-1990. Santiago.
- FOLHA DE SÃO PAULO, 24/07/91; 3/03/92 e 19/04/92
- FOWLER, C.; LACHKOVICS, E.; MOONEY, P. & SHAND, H. (1988) The Laws of Life - Another Development and the New Biotechnologies. In Development Dialogue (1-2), 350 p.
- FUNDAÇÃO BIO-RIO (1990) Documento Interno. Rio de Janeiro
- FURTADO, A.T. et alii (1992) Capacitação Tecnológica e Competitividade: uma Abordagem Setorial e por Empresas Líderes - Estudo Setorial. Sementes. Relatório Final do Convênio DPCT/IPEA.

FUTINO, A.M. & SILVEIRA, J.M.F.J. (1986) A Biotecnologia na Agricultura Brasileira: a Indústria Química e o Controle Biológico. Campinas, IE/UNICAMP.

GAZETA MERCANTIL, 3/04/92

GRANRUT, C. & SAMANIEGO, L. (1990) Les Entreprises Chimiques Europeennes et les Biotechnologies. Monitor - FAST, 71 p.

JAFFÉ, W. (1991) Marco General del Analisis de Impacto de las Biotechnologias. In Jaffé, W. (ed.) Analisis de Impacto de las Biotechnologias en la Agricultura: Aspectos Conceptuales y Metodologicos. IICA - Programa II: Generación y Transferencia de Tecnologia. Serie Publicaciones, Costa Rica, 186 p.

JOLY, P.B. (1989) Trajectoire Technologique et Stratégie des Agents dans l'Industrie des Semences. In INRA - Innovation dans les Semences. Recherche et Industrie. Actes et Communications. Paris.

JULLIEN, E. (1989) La Industrie de Semences. S.I., mimeo.

KLOPPENBURG JR., J.R. (1988) First the Seed - The Political Economy of Plant Biotechnology, 1492 - 2000. New York, Cambridge University Press. 349 p.

OAKLEY, R.; FAULKNER, W.; COOPER, S. & WALSH, V. (1990) New Firms in the Biotechnology Industry - Their Contribution to Innovation and Growth. Pinter Publishers, London, 174 p.

OCDE (1988) Biotechnology and the Changing Role of Government. Paris, 120 p.

ORSENIGO, L. (1989) The Emergence of Biotechnology: Institutions and Markets in Industrial Innovation. Pinter Publishers, London.

OTA - Office of Technology Assessment (1984) Commercial Biotechnology: an International Analysis. Washington, 612 p.

PAILLOTIN, G. (1988) L'Avenir des Biotechnologies dans L'Agriculture et L'Agro-alimentaire. Campinas, NPCT/UNICAMP, mimeo.

PENROSE, E. (1959) The Theory of the Growth of the Firm. Basil Blackwell, Oxford, cap.7.

PEREZ, C. (1984) Microeletrónica, Ondas Largas y Cambio Estructural Mundial - Nuevas Perspectivas para los Paises en Desarrollo. Science Policy Research Unit (SPRU), Universidad de Sussex.

PEREZ, C. & SOETE, L. (1988) Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity. In Dosi, G. et alii (eds) Technical Change and Economic Theory. Printer Publishers, London, Columbia University Press, Nova York.

PISANO, G.P.; SHAN, W. & TEECE, D.J. (1988) Joint Venture and Collaboration in the Biotechnology Industry. In Mowery, D.C. (ed) International Collaborative Ventures in U.S. Manufacturing. Ballinger Publishing Co., Cambridge, Massachusetts. p.183-222.

RADA, J.L. (1983) International Division of Labour and Technology. IMI-Genebra, mimeo.

REVISTA SCRIP, no. 1666, nov. 1991, p.3

SALLES FILHO, S.L.M.; BONACELLI, M.B.M. & DEL BIANCHI, V.L. (1987) Biotecnologia e Produção de Alimentos. NPCT/UNICAMP, 84 p.

SALLES FILHO S.L.M. & SILVEIRA, J.M.F.J. (1990) Preferências e Insuficiências da Atividade de Pesquisa na Firma: as Relações Público-Privado na Biotecnologia Vegetal. Apresentado no Seminário Mudança Técnica e Reestruturação Agroindustrial. NPCT-UNICAMP, 24-26/09/90, Campinas, SP. 18 p.

SALLES FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J.M.J.F.; BONACELLI, M.B.M. & OLALDE, A.R. (1991) Políticas y Estrategias Gerenciales de Empresas Agrobiotecnológicas en América Latina - Estudio de Brasil. Relatório de Pesquisa NPCT/IICA, 111 p.

SALLES FILHO, S.L.M. (1991) Biotechnologies Végétales: Évolution et Implications. In Sasson, A. & Costarini, V. (eds.) Biotechnologies in Perspective: Socio-Economic Implications for Developing Countries. UNESCO, p.37-47.

SALLES FILHO S.L.M. & ALBUQUERQUE, R.H.P.L. (1991) A Crise na Pesquisa Agrícola: Perspectivas para os Anos 90. Apresentado no II Simpósio Internacional sobre Ciência y Tecnologia como Fuerzas Productivas. Montevideo, 1-6/09/91. 20 p.

SERCOVICH, F.C. (1991) Industrial Biotechnology Policy: Guidelines for Semi-Industrial Countries. UNIDO, 14 p.

SILVEIRA, J.M.F.J. (1985) Progresso Técnico e Oligopólio na Indústria de Sementes no Brasil. Dissertação de Mestrado. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

SILVEIRA J.M.F.J. (1986) Estudos de Casos sobre Empresas de Sementes no Brasil: Pioneer, Braskalb e OCEPAR. In: PINHEIRO, M. Proagro. Buenos Ayres, CISEA.

SILVEIRA, J.M.J.F. & SALLES FILHO, S.L.M. (1988) Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil. In Revista de Economia e Sociologia Rural, 26(3). jul/set. p. 317-341.

SILVEIRA, J.M.F.J.; FUTINO, A.M.; SALLES FILHO, S.L.M. & BONACELLI, M.B.M. (1990) Inovações Biotecnológicas e a Indústria de Sementes. In Projeto: "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil" - IPT/FECAMP/UNICAMP-IE, 1990

STANKIEWICZ, R. (1990) Basic Technologies and the Innovation Process. In Sigurdson Jr. (ed.) Mesuring the Dynamics of Technological Chance. Pinter Publishers, London, p. 13-38.

UNIDO (1988) Genetic Engineering and Biotechnology Monitor, (24).

ZYLBERSZTAJN, D. (1990) A Propriedade Intelectual no Setor Agrícola: Parâmetros para a Discussão de Políticas. XV Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia, São Paulo, 22 a 24 de outubro de 1990.