

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT

ESTUDO DA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

COMPETITIVIDADE EM BIOTECNOLOGIA

Nota Técnica Setorial
do Complexo Agroindustrial

O conteúdo deste documento é de exclusiva responsabilidade da equipe técnica do Consórcio. Não representa a opinião do Governo Federal.

Campinas, 1993

Documento elaborado pelo consultor Sérgio Luiz M. Salles Filho (IG/Departamento de Política Científica e Tecnológica - UNICAMP).

A Comissão de Coordenação - formada por Luciano G. Coutinho (IE/UNICAMP), João Carlos Ferraz (IEI/UFRJ), Abílio dos Santos (FDC) e Pedro da Motta Veiga (FUNCEX) - considera que o conteúdo deste documento está coerente com o Estudo da Competitividade da

ESTUDO DA COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Indústria Brasileira (ECIB), incorpora contribuições obtidas nos workshops e servirá como subsídio para as Notas Técnicas Finais de síntese do Estudo.

CONSÓRCIO

Comissão de Coordenação

INSTITUTO DE ECONOMIA/UNICAMP
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL/UFRJ
FUNDAÇÃO DOM CABRAL
FUNDAÇÃO CENTRO DE ESTUDOS DO COMÉRCIO EXTERIOR

Instituições Associadas

SCIENCE POLICY RESEARCH UNIT - SPRU/SUSSEX UNIVERSITY
INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - IEDI
NÚCLEO DE POLÍTICA E ADMINISTRAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - NACIT/UFBA
DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - IG/UNICAMP
INSTITUTO EQUATORIAL DE CULTURA CONTEMPORÂNEA

Instituições Subcontratadas

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA - IBOPE
ERNST & YOUNG, SOTEC
COOPERS & LYBRANDS BIEDERMANN, BORDASCH

Instituição Gestora

FUNDAÇÃO ECONOMIA DE CAMPINAS - FECAMP

EQUIPE DE COORDENAÇÃO TÉCNICA

| | |
|---|---|
| Coordenação Geral: | Luciano G. Coutinho (UNICAMP-IE) João Carlos Ferraz (UFRJ-IEI) |
| Coordenação Internacional: | José Eduardo Cassiolato (SPRU) |
| Coordenação Executiva: | Ana Lucia Gonçalves da Silva (UNICAMP-IE) Maria Carolina Capistrano (UFRJ-IEI) |
| Coord. Análise dos Fatores Sistêmicos: | Mario Luiz Possas (UNICAMP-IE) |
| Apoio Coord. Anál. Fatores Sistêmicos: | Mariano F. Laplane (UNICAMP-IE) João E. M. P. Furtado (UNESP; UNICAMP-IE) |
| Coordenação Análise da Indústria: | Lia Haguenaer (UFRJ-IEI) David Kupfer (UFRJ-IEI) |
| Apoio Coord. Análise da Indústria: | Anibal Wanderley (UFRJ-IEI) |
| Coordenação de Eventos: | Gianna Sagázio (FDC) |

Contratado por:

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT

COMISSÃO DE SUPERVISÃO

O Estudo foi supervisionado por uma Comissão formada por:

| | |
|---|---------------------------------------|
| João Camilo Penna - Presidente | Júlio Fusaro Mourão (BNDES) |
| Lourival Carmo Monaco (FINEP) - Vice-Presidente | Lauro Fiúza Júnior (CIC) |
| Afonso Carlos Corrêa Fleury (USP) | Mauro Marcondes Rodrigues (BNDES) |
| Aílton Barcelos Fernandes (MICT) | Nelson Back (UFSC) |
| Aldo Sani (RIOCELL) | Oskar Klingl (MCT) |
| Antonio dos Santos Maciel Neto (MICT) | Paulo Bastos Tigre (UFRJ) |
| Eduardo Gondin de Vasconcellos (USP) | Paulo Diedrichsen Villares (VILLARES) |
| Frederico Reis de Araújo (MCT) | Paulo de Tarso Paixão (DIEESE) |
| Guilherme Emrich (BIOBRAS) | Renato Kasinsky (COFAP) |
| José Paulo Silveira (MCT) | Wilson Suzigan (UNICAMP) |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO EXECUTIVO | 1 |
| APRESENTAÇÃO | 15 |
| 1. O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA EM NÍVEL INTERNACIONAL: SUA INSERÇÃO NA INDÚSTRIA, NA AGRICULTURA E NOS COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS..... | 16 |
| 1.1. A Criação de Empresas Especializadas em Biotecnologia | 17 |
| 1.2. A Entrada das Grandes Companhias..... | 21 |
| 1.3. A Inserção da Biotecnologia em Nível Setorial: as Especificidades do Setor Agro- alimentar | 25 |
| 2. O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL E IMPACTOS SOBRE A PRODUÇÃO DE ADITIVOS PARA A INDÚSTRIA ALIMENTAR..... | 30 |
| 2.1. Alguns Aspectos sobre os Impactos da Biotecnologia na Produção Interna, e no Nível e na Qualificação do Emprego dos Países Menos Desenvolvidos | 30 |
| 2.2. Particularidades e Condicionantes do Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil | 34 |
| 2.3. Impactos e Tendências da Biotecnologia em Aditivos Alimentares no Brasil | 40 |
| 2.4. Políticas Implementadas no Brasil para Biotecnologia..... | 55 |
| 3. ELEMENTOS PARA UMA POLÍTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL..... | 64 |
| 3.1. Uma Interpretação da Situação Atual..... | 64 |
| 3.2. Proposições de Políticas | 67 |
| 3.2.1. Políticas gerais para a estruturação técnica e econômica..... | 67 |
| 3.2.2. Políticas setoriais | 69 |
| 3.2.3. Políticas relacionadas aos fatores sistêmicos | 70 |
| 4. INDICADORES DE COMPETITIVIDADE..... | 72 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 74 |
| RELAÇÃO DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS..... | 76 |

RESUMO EXECUTIVO

1. TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS DA COMPETITIVIDADE

1.1. Características Estruturais da Evolução da Biotecnologia

O atual desenvolvimento da biotecnologia, em âmbito internacional, está aquém dos prognósticos feitos durante os anos 70 e 80 sobre seu potencial de ruptura e reestruturação industrial. Em primeiro lugar, são ainda localizados os impactos econômicos de produtos obtidos com a moderna biotecnologia, existindo importantes gargalos de natureza técnico-científica e mercadológica para a efetiva transformação das potencialidades em produtos industriais comercializáveis. Ademais, não se pode falar da criação de uma nova "indústria" de base biotecnológica, mas sim da inserção diferenciada das biotecnologias nos setores industriais existentes.

Nesse sentido, observa-se uma grande disparidade quanto à efetiva implementação de processos biotecnológicos, destacando-se o setor farmacêutico com um dinamismo muito maior com relação às agrobiotecnologias, enquanto o setor de aditivos para alimentos está numa situação intermediária. Em 1990, 63% das empresas americanas de biotecnologia estavam concentradas na área de saúde humana, contra apenas 8% nas agrobiotecnologias. As diferenças setoriais no ritmo de introdução da biotecnologia podem ser explicadas a partir da dinâmica dos diversos ambientes concorrenciais dos setores específicos e pela existência de obstáculos técnico-científicos diferenciados nas diversas áreas de aplicação.

Assim, no caso da indústria farmacêutica, o lançamento de novos produtos de alto valor agregado se constitui num elemento chave na concorrência. Trata-se de um mercado muito receptivo e demandante de inovações. Além disso, observa-se um esgotamento nas trajetórias tecnológicas desta indústria, com custos crescentes das atividades de P&D. Por outro lado, a maioria das substâncias com ação terapêutica são geradas por microorganismos, área onde os obstáculos para a aplicação de técnicas de base biotecnológica vêm sendo, em boa parte, superados.

Para a biotecnologia aplicada à agricultura, a receptividade dos mercados a inovações é, em geral, menor, sendo o preço dos produtos ainda um elemento chave na concorrência. Do ponto de vista do esgotamento da base técnica, há um movimento menos evidente que no caso farmacêutico e, portanto, uma menor premência por inovações. No caso particular da

manipulação de espécies vegetais, os obstáculos de natureza técnica são maiores que no caso de microorganismos.

No setor de aditivos para alimentos, a biotecnologia não aparece como solução para gargalos tecnológicos prementes, nem se observa um esgotamento das trajetórias. No entanto, por se tratar de um setor caracterizado como "fornecedor especializado", onde a qualidade dos produtos e a relação usuário-produtor são elementos chave na competitividade, a biotecnologia deve se constituir numa importante via para complementar o leque de opções tecnológicas existentes, permitindo uma melhor exploração da diversificação de produtos na indústria alimentar.

1.2. Estratégias Empresariais

No final dos anos 70 e início dos 80, o fenômeno mais marcante quanto às estratégias empresariais relacionadas às biotecnologias foi o surgimento de pequenas empresas especializadas (as Novas Empresas de Biotecnologia - NEBs), principalmente nos Estados Unidos, chegando a constituir um total de 1.100 empresas, com um faturamento de US\$ 2,9 bilhões em 1991. Estas empresas pretendiam explorar o potencial tecnológico e mercadológico dos avanços no conhecimento científico, aproveitando o potencial do sistema de capital de risco existente naquele país. Entretanto, a maioria destas empresas teve dificuldades para se consolidar devido a problemas de natureza financeira (dificuldades de sustentação no longo prazo), técnico-científica (existência de "gargalos" no conhecimento e dificuldades de *scale-up*), mercadológica (falta de inserção nos mercados onde pretendiam entrar), gerencial (devido à falta de experiência empresarial dos fundadores das NEBs, que eram, na maior parte das vezes, oriundos do meio acadêmico) e de regulamentação (existência de legislações restritivas ao uso de produtos biotecnológicos e dificuldades de apropriabilidade).

No período recente, o fenômeno mais marcante quanto a estratégias empresariais refere-se à entrada das grandes empresas multinacionais e à realização de diversos tipos de alianças e acordos entre grandes companhias e empresas especializadas. Assim, as NEBs estão se transformando em "fornecedores especializados" em P&D, ainda quando não fosse esse seu propósito inicial. As razões que explicam o surgimento destas alianças dizem respeito à busca de complementaridades:

- no caso das NEBs, são uma forma de ter acesso aos mercados finais e de obter recursos financeiros para a sustentação de suas atividades de P&D no longo prazo;

- no caso das grandes companhias, as alianças interessam como forma de aproveitar a capacitação científico-técnica existente nas empresas especializadas. Assim, o poder econômico

das grandes companhias lhes permite queimar etapas, evitando o risco do investimento pioneiro, numa área ainda fortemente carregada de incerteza. Por outro lado, através do controle das empresas especializadas, as grandes companhias procuram limitar o acesso dos concorrentes às novas tecnologias. Assim, a estratégia das grandes companhias procura ajustar o *trade off* existente entre os riscos de verticalizar uma atividade de resultados ainda incertos e os custos de transação derivados das dificuldades de "apropriabilidade".

Na realização de alianças estratégicas merece ser destacada a crescente participação de parceiros de diversos países, como parte das estratégias de globalização dos mercados que se observam em vários dos setores de aplicação das biotecnologias. Entretanto, ao mesmo tempo em que ocorre a diversificação dos mercados, está ocorrendo uma re-localização das atividades produtivas das grandes companhias nos países centrais, a partir do aumento das economias de escala pela incorporação das novas tecnologias e da maior articulação entre atividades de P&D e atividades produtivas. Neste contexto, embora os países em desenvolvimento possam chegar a se constituir em importantes mercados para os produtos de base biotecnológica, as empresas multinacionais procuraram a inserção nesses mercados através das importações muito mais do que pela internalização de plantas produtivas.

A estratégia da inserção das grandes companhias nas biotecnologias inclui, além da incorporação e realização de acordos com firmas especializadas, um aumento sensível dos investimentos de P&D *in house*, incluindo a criação de importantes laboratórios de biotecnologia. Pode ser citado, como exemplo, o caso da empresa Monsanto que, em 1984, criou um laboratório em St.Louis (EUA) que emprega 1.200 pesquisadores, sendo 270 Ph.Ds, com um investimento anual em pesquisa de US\$ 575 milhões (BDM, 1989).

Além das estratégias "ofensivas" das grandes companhias com relação à exploração de novos produtos gerados pela biotecnologia, devem ser destacadas as estratégias "defensivas", isto é, aquelas adotadas com a intenção de revigorar seus mercados tradicionais. Tal é o caso, por exemplo, do investimento do setor agroquímico na geração de variedades resistentes a herbicidas como forma de prolongar o ciclo de vida de produtos cujas patentes já expiraram.

1.3. Principais Fatores de Competitividade

Na área das biotecnologias, um elemento chave das estratégias empresariais tem sido a capacidade de definir alianças estratégicas. Outro elemento importante para a inserção competitiva das empresas na biotecnologia diz respeito à correta identificação daqueles segmentos de mercado mais receptivos a novos produtos e daqueles processos biotecnológicos mais próximos à obtenção de um produto comercializável. Uma estratégia alternativa, quando os

investimentos têm um maior prazo de maturação, tem sido a realização de atividades complementares, não necessariamente relacionadas à moderna biotecnologia, que permitam gerar um rápido fluxo de caixa para a sustentação da empresa no longo prazo.

Por último, merece ser destacada a exploração do potencial sinérgico gerado pelas atividades de P&D em biotecnologia quanto ao estabelecimento de linhas preferenciais de diversificação produtiva das empresas.

Quanto aos fatores estruturais que influenciam as possibilidades de êxito, deve-se destacar as características dos mercados específicos em que as empresas vão atuar, na sua demanda e capacidade de absorver novos produtos de alto conteúdo tecnológico. Dado que os produtos biotecnológicos se constituem em insumos de outros setores produtivos, devem ser avaliados também esses setores na sua dinâmica inovativa e estratégias concorrenciais. Como visto, estes fatores estruturais têm sido muito importantes na definição de padrões setoriais diferenciados de inserção das biotecnologias.

Por último, como fatores sistêmicos deve-se destacar: a) a existência de instituições de pesquisa científica e tecnológica bem consolidadas e com efetiva interação com o setor produtivo; b) a existência de um marco legal adequado para o desenvolvimento da biotecnologia, seja em relação aos mecanismos legais de "apropriabilidade" como em relação às exigências regulamentares; e, c) a existência de mecanismos adequados para o financiamento ao risco tecnológico, inerente a atividades de fronteira.

2. COMPETITIVIDADE DOS SETORES E COMPLEXOS

2.1. Características Estruturais da Biotecnologia no Brasil

A situação no Brasil registra, em primeiro lugar, um nível muito baixo de atividades sistemáticas de P&D e investimentos em biotecnologia por parte das empresas já estabelecidas nas áreas de química, farmacêutica, pesticidas, alimentos e sementes. Tampouco a formação de NEBs é expressiva, predominando, em ambos os casos, projetos de mais curto prazo, caracterizados pela busca de nichos reduzidos de mercado e utilização de técnicas com um grau "intermediário" de sofisticação (cultura de tecidos, fermentações, etc).

Existe uma ampla predominância do investimento do setor público, sendo que mais de 80% das atividades e dos investimentos em biotecnologia estão localizados em universidades e instituições públicas de pesquisa, que ademais concentram mais de 90% do pessoal qualificado.

Outra peculiaridade da indústria nacional é a maior participação relativa de empresas de agrobiotecnologia com relação a outras áreas de aplicação, inclusive saúde humana, como consequência da tradição e infraestrutura na pesquisa agrícola, principalmente no setor público, frente aos escassos investimentos em P&D por parte da indústria farmacêutica local. Numa amostra de 30 empresas com atividades em biotecnologia, 14 atuam com agricultura, 11 com saúde humana, 4 com agroindústria alimentar, 5 com produtos bioquímicos (enzimas e ácidos orgânicos), 2 com álcool e 2 com tratamento de resíduos (note-se que várias empresas atuam em mais de uma área).

A posição de destaque das empresas de agrobiotecnologia só se verifica em termos do número de empresas, mas não em termos de desempenho. Não há hoje no país empreendimentos de peso econômico na área vegetal e tampouco na área de aditivos para alimentos. Em geral, são microempresas ou centros de desenvolvimento tecnológico que operam em nichos reduzidos de mercados de insumos agrícolas (como mudas e inoculantes para fixação biológica de nitrogênio) e alimentares (aqui encontra-se apenas o Centro de Desenvolvimento Biotecnológico de Santa Catarina, um empreendimento misto público/privado). Já nas áreas de saúde humana e animal encontram-se empresas de maior porte, com procedimentos tecnológicos e comerciais mais bem estabelecidos, como são os casos da Biobrás, da Cibran, da Valleé e da BioFill.

2.2. Competitividade da Biotecnologia em Aditivos Alimentares

Na área de insumos para produtos alimentares existe um predomínio das empresas multinacionais, embora também exista um conjunto expressivo de empresas nacionais atuando nesse segmento. Os elementos-chaves na definição da liderança no mercado de aditivos relacionam-se à qualidade industrial dos seus produtos e ao estabelecimento de uma rede eficiente de assistência técnica ao usuário, tendo a competição em preços um papel secundário.

O mercado de aditivos alimentares pode ser atingido fortemente por processos biotecnológicos para a fabricação de produtos que permitam uma maior eficiência e aumento da produtividade na indústria alimentar, bem como explorar novas rotas de diversificação produtiva. Entretanto, não deve deixar de ser considerado o caráter "tradicional" do consumo alimentar, que opõe resistência à introdução de novos produtos (principalmente que alterem características de sabor e textura) e o caráter heterogêneo da indústria alimentar no país, que provoca uma segmentação no mercado de aditivos, permitindo a sobrevivência de produtos de preço e qualidade diferenciados.

Pensando no longo prazo, o acesso das empresas nacionais aos novos processos de base biotecnológica será um elemento-chave na definição da competitividade da indústria nacional. Neste sentido, hoje observa-se que, embora exista um certo nível de capacitação em instituições de pesquisa, a ponte entre esta competência e os mercados ainda não foi construída.

A possibilidade de inserção das empresas nacionais em processos de base biotecnológica depende do estabelecimento dessa ponte com as instituições de P&D, dado que o pequeno tamanho e/ou a falta de rotina de pesquisa destas empresas dificilmente permitiria a realização de pesquisa *in house* como estratégia predominante ou pelo menos de grande importância. Por outro lado, merece ser destacado a necessidade de realizar acordos e *joint ventures* que permitam a efetiva transferência das novas tecnologias.

Um exemplo interessante de um novo produto obtido pela biotecnologia que pode alterar a estrutura de mercado hoje existente é o do coalho obtido por engenharia genética, em substituição ao coalho bovino, obtido por via extrativa. O coalho genético apresenta melhor rendimento industrial e condições mais homogêneas de operação e controle nos laticínios. Neste caso, a empresa líder no mercado nacional, que é também líder em nível internacional (onde existem apenas três empresas produtoras de coalho genético), está pensando em introduzir o novo produto a partir de importações da matriz, podendo chegar a desativar suas instalações produtivas hoje existentes no país.

Por outro lado, sua principal concorrente nacional, que ocupa 30% do mercado, aposta que substituição do coalho bovino pelo genético ocorrerá mais lentamente. Mesmo assim, a

empresa tem claro que, caso pretenda manter sua competitividade no médio e longo prazos, deverá procurar mecanismos de transferência da tecnologia do coelho genético. Além da escolha de parceiros adequados para a realização desse processo de transferência, se não pretende ser apenas um representante comercial da empresa estrangeira no país, será fundamental o desenvolvimento da capacitação endógena à firma para absorver efetivamente as novas tecnologias.

Pode-se concluir que, mesmo pensando num quadro de acirramento da concorrência, onde a inserção das empresas nacionais seja crescentemente obstaculizada, ainda existe um certo espaço para a manutenção da competitividade das empresas nacionais do setor, sempre que se estabeleçam estratégias adequadas de capacitação tecnológica. Essas estratégias devem incluir não apenas as empresas, mas também a atuação das instituições públicas de pesquisa e fomento governamentais.

3. PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS

3.1. Políticas para a Estruturação Técnica e Econômica

Num nível mais geral, pode-se enunciar algumas diretrizes com vistas à estruturação da biotecnologia no país como base ao desenvolvimento tecnológico nas principais áreas de aplicação. É necessário ter em conta que: a) os condicionantes relativos ao conhecimento técnico-científico consistem elementos objetivos de limite ao desenvolvimento empresarial e setorial; b) a diferença no dinamismo tecnológico dos principais mercados afetos à biotecnologia, no que respeita à maior ou menor premência por inovações, vem sendo o elemento atrator mais importante no desenvolvimento tecnológico e na formação dos mercados da biotecnologia; c) a necessidade de novos mecanismos institucionais de regulamentação para novos produtos e novos mercados coloca condições "extras" de incerteza ao empreendimento empresarial.

Neste sentido, é importante implementar instrumentos de políticas que tomem em conta e que venham a atender as necessidades e as questões estratégicas relacionadas a estes três elementos estruturais básicos. Antes de qualquer sugestão em âmbito setorial, é fundamental que haja uma política formal e orgânica que contemple o curto, o médio e o longo prazos.

Para o desenvolvimento do conhecimento técnico-científico, deve-se eleger centros de excelência para o investimento em conhecimento básico e aplicável, nas principais áreas disciplinares de aplicação da moderna biotecnologia. A identificação de áreas prioritárias do conhecimento, que representem âmbitos de capacitação com grande poder de desdobramento (relativas às *core technologies*) e sua localização em centros escolhidos para seu desenvolvimento, apresenta-se como uma necessidade inadiável em face do ritmo de evolução que vem assumindo a biotecnologia nos países desenvolvidos. A recuperação do atraso relativo deveria ser empreendida de imediato através, entre outros mecanismos, do envio sistemático e dirigido de técnicos para formação nos principais laboratórios do mundo.

Em relação ao segundo item, relativo à importância desigual das áreas de aplicação da biotecnologia, que em parte é devida aos diferentes dinamismos tecnológicos dos setores afetados pelo novo conhecimento, as políticas de direcionamento de recursos de C&T para o desenvolvimento tecnológico e para o investimento privado devem estar calcadas em análises que apontem, tanto quanto possível, o potencial de absorção da nova tecnologia no curto e médio prazos nos mercados já existentes, bem como o potencial de criação de mercados radicalmente novos. Ademais, devem também ter em conta as capacidades de desdobramento das tecnologias e dos mercados no longo prazo. Tal observação remete, obviamente, à existência de indicadores de

prioridades, mas que sejam constantemente revisados em função do caráter incerto e formativo dos impactos econômicos da moderna biotecnologia.

Com respeito ao terceiro item, das condições de regulamentação dos novos produtos e novos processos e de sua introdução na esfera produtiva, as políticas devem estar calcadas em perspectivas que nem sejam obstaculizadoras do desenvolvimento (relativas, por exemplo, à proibição da comercialização de produtos geneticamente modificados), nem tão inocentemente liberais que deixem de aproveitar certas vantagens comparativas relacionadas ao meio físico e aos mercados com maior capacidade de absorção tecnológica, ou com potencial de crescimento dentro das novas regras do comércio internacional¹.

Em linhas gerais, propõe-se a criação de um programa de longo prazo, descentralizado mas coordenado, de prioridades nos âmbitos do conhecimento científico e da aplicação técnica, da consideração das especificidades dos mercados (existentes e em criação), e dos instrumentos de regulação.

3.2. Políticas Setoriais e de Modernização Tecnológica

Justamente por apresentar uma grande heterogeneidade quanto aos impactos setoriais, com maior e crescente desenvolvimento nos ramos produtivos relacionados à produção de diagnósticos e terapêuticos *vis-à-vis* aqueles relacionados à agricultura e à produção alimentar; e porque os setores apresentam dinamismos tecnológicos nitidamente distintos, parece claro que as políticas para biotecnologia devem, a partir de um nível mais geral como o acima apontado, ser setorializadas. Mais ainda, devem estar referidas, quanto à sua aplicabilidade para o crescimento industrial e econômico, a segmentos de mercado dentro de um determinado setor ou ramo da economia.

Nos projetos mais específicos de capacitação técnica e econômica para processos e produtos biotecnológicos, duas dimensões devem ser privilegiadas: a dimensão "nicho de mercado" e a da atualização tecnológica dos ramos produtivos mais diretamente ameaçados pelas novas tecnologias. A idéia de nicho não se restringe a mercados pequenos e de alcance restrito, mas a segmentos onde, embora possa ter resultados modestos num primeiro momento, a

¹ Por exemplo, a questão do aproveitamento do patrimônio genético exige um tratamento urgente por parte da sociedade brasileira e que não pode mais se ater à esfera da retórica. Esta vantagem estática do país só pode ser transformada em uma vantagem de fato no caso de um empreendimento sistemático de reconhecimento, catalogação, formação de bancos de germoplasma e, sobretudo, controle do fluxo internacional desse germoplasma. O Brasil necessita de um programa para tornar dinâmica essa vantagem comparativa e ele pode, caso faça isso, vir a ser um dos protagonistas desse fluxo.

capacitação em biotecnologia seja empreendida com vistas a desdobramentos futuros, ao crescimento do mercado e das firmas nele atuantes.

A modernização tecnológica de indústrias que já se utilizam de processos biotecnológicos, embora com técnicas tradicionais, é um passo de curto prazo que apresenta as vantagens de já contar com mercados organizados e escala para incorporar novos métodos produtivos e de possuir uma certa capacitação tecnológica que, embora não esteja necessariamente referida ao novo conhecimento, pode ser um importante ponto de apoio para uma estratégia mais global de capacitação.

Uma necessidade a mais que se impõe para as empresas que já trabalham com processos biológicos, ou que operam em mercados ameaçados pelas novas tecnologias, está relacionada às perspectivas de substituição de processos e de produtos. São ilustrativos os casos da substituição do açúcar de cana por sucedâneos e de uma série de produtos terapêuticos outrora extraídos de órgãos humanos e de animais e plantas, por similares obtidos através de microorganismos geneticamente modificados.

No caso da indústria de aditivos para o setor alimentar, vem ocorrendo algo semelhante, como visto. Tanto a mudança de processos como a introdução de novos produtos requerem um movimento de atualização tecnológica para as firmas estabelecidas. No caso relatado, de substituição do coalho bovino pelo coalho genético, fica evidente a situação de fragilidade das empresas nacionais, que se veem obrigadas ou a modificar seus processos produtivos para competir com as multinacionais que incorporaram tal tecnologia, ou a se tornarem meras representantes comerciais dos produtos dessas empresas.

Uma política de objetivos mais amplos deveria estimular a capacitação no novo conhecimento, de modo a que as empresas deste ramo empreendam um esforço de aprendizado dos novos processos, que as capacitem a voltar a produzir, agora sob a égide da nova base técnica.

Nesse sentido, a existência de uma legislação de propriedade intelectual pode trazer benefícios, na medida em que diminui os entraves para a elaboração de tais acordos. Paralelamente, é importante que haja um procedimento ostensivo de capacitação técnica de pessoal, o que pode ser conseguido se houver um maior direcionamento dos programas de formação de recursos humanos no país, como é o caso do programa para a formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE), que poderia ser aproveitado para fazer parte de uma política de capacitação de longo prazo.

3.3. Políticas Relacionadas aos Fatores Sistêmicos

Em relação aos fatores sistêmicos, três aspectos são particularmente importantes: a) relativos à existência de uma base institucional de pesquisa, desenvolvimento e ensino; b) relativos à criação de normas para a pesquisa, produção e comercialização de processos e produtos biotecnológicos; e c) relativos aos mecanismos de financiamento. Como os dois primeiros aspectos já foram abordados nos itens acima, valeria aqui tecer alguns comentários quanto ao ponto dos mecanismos de financiamento. Um dos motivos do Brasil apresentar um perfil diferente de evolução do investimento privado em biotecnologia daquele observado nos E.U.A, refere-se à inexistência de capital de risco, que obstaculiza o surgimento de novas empresas especializadas e limita as possibilidades de cooperação entre empresas estabelecidas e empresas emergentes ou de desenvolvimento tecnológico.

Como tal questão no fundo remete ao problema mais geral de instabilidade econômica crônica no país, que impede que este tipo de mecanismo se estruture e cumpra seu papel na economia, deve-se, num primeiro momento, atentar para a revitalização de linhas preferenciais de financiamento por parte dos bancos de desenvolvimento, com critérios alicerçados e integrados às definições de prioridades inscritas num programa de biotecnologia; prioridades estas que devem ir além da mera indicação do que pode, num dado momento, ser considerado mais importante, mas que contemplem um círculo virtuoso de capacitação prevenindo efeitos de transbordamento.

Assim, as políticas para biotecnologia no país devem buscar, no curto prazo, uma definição de prioridades de desenvolvimento e, para terem efeitos virtuosos devem, necessariamente, ser conduzidas de forma orgânica: financiamento, fortalecimento de mercados, formação de recursos humanos e participação de empresários dispostos a empreender projetos de criação de capacitação e de formação de mercados devem estar norteados por uma política que dê diretrizes e oriente prioridades. Os mecanismos existentes, precisam ser reforçados e coordenados. Os programas RAHE, PADCT e as linhas de financiamento da FINEP, do BNDES (e de outros bancos de desenvolvimento), e os pólos de tecnologia, podem ser potencializados se pensados de forma orgânica e se focalizadas certas prioridades.

3.4. Proposição de Políticas para Biotecnologia - Quadro Sinótico

| OBJETIVOS / AÇÕES DE POLÍTICA | AGENTE/ATOR | | | | |
|---|-------------|-----|-----|------|-----------|
| | EXEC | LEG | EMP | TRAB | ASSOCACAD |
| 1. Reestruturação Setorial | | | | | |
| Objetivo: Diminuir lacunas de conhecimento | | | | | |
| Ações: | | | | | |
| - priorizar centros de P&D | X | | | | X |
| - priorizar programas de pesquisa | X | | | | X |
| Objetivo: Definir e priorizar mercados | | | | | |
| Ação: | | | | | |
| - possibilidades de sucesso comercial para curto, médio e longo prazos | X | | X | | X X |
| Objetivo: Regulamentação | | | | | |
| Ação: | | | | | |
| - definir/priorizar critérios | X | X | X | X | X X |
| 2. Modernização Produtiva | | | | | |
| Objetivo: Hierarquizar mercados e nichos | | | | | |
| Ação: | | | | | |
| - identificar dinamismo tecnológico e priorizar nichos | X | | X | | X X |
| Objetivo: Atualização tecnológica de indústrias afins | | | | | |
| Ação: | | | | | |
| - estímulo à incorporação de novas tecnologias | X | | X | X | X X |
| 3. Fatores Sistêmicos | | | | | |
| Objetivo: Mecanismos de financiamento | | | | | |
| Ações: | | | | | |
| - viabilizar capital de risco | X | X | X | X | X |
| - fortalecimento e adequação de fontes de captação | X | | X | | X |
| Objetivo: Estímulo aos mecanismos de cooperação | | | | | |
| Ações: | | | | | |
| - consolidação de legislação de propriedade intelectual | X | X | X | X | X X |
| - estruturação das Universidades e Institutos de Pesquisa para cooperação | X | | X | X | X |

Legendas: EXEC - Executivo
 LEG - Legislativo
 EMP - Empresas e Entidades Empresariais
 TRAB - Trabalhadores e Sindicatos
 ASSOC - Associações Cívicas
 ACAD - Academia

Nota: Em caso de coluna em branco, leia-se "sem recomendação".

4. INDICADORES DE COMPETITIVIDADE

No que diz respeito aos indicadores para avaliar a competitividade da biotecnologia no país, fica muito difícil definí-los numa situação na qual ainda não há mercados minimamente estruturados e onde a participação de empresas nacionais e mesmo multinacionais na moderna biotecnologia é bastante reduzida. Entretanto, a experiência recente de avaliação do desempenho de algumas empresas de biotecnologia no Brasil evidenciou alguns pontos que podem ser extrapolados para situações mais gerais. Tais são:

a) a influência da estrutura gerencial nos caminhos dos investimentos privados em biotecnologia, no que diz respeito: (i) à capacidade de articulação ao ambiente externo, e (ii) à dinâmica gerencial interna da firma;

b) a influência do tipo de mercado privilegiado sobre o desempenho das firmas, no que diz respeito: (i) ao seu tamanho e ao seu potencial de crescimento, (ii) à sua capacidade em absorver inovações (ou ao seu dinamismo tecnológico);

c) a influência da capacidade de sustentação financeira nos rumos do investimento;

d) a influência da estratégia de acesso aos mercados visados;

e) a influência dos limitantes técnico-científicos e a importância das cumulatividades existentes e adquiridas.

Em termos mais concretos, os indicadores mais relevantes seriam: forma e grau de articulação com os grupos controladores (quando for o caso); a capacidade financeira das empresas maiores e sua importância para a cooperação com pequenas empresas; planejamento de curto, médio e longo prazos para geração de caixa para sustentar necessidades de investimentos de mais longo prazo; capacidade de realizar acordos pré-competitivos de cooperação para pesquisa, produção e comercialização.

Numa perspectiva mais quantitativa, o desempenho de empresas de alta tecnologia pode ser mensurado pelas seguintes medidas: *burn rate*, que mede quanto capital está sendo consumido pela empresa por mês; *burn rate* de P&D, que representa o consumo em pesquisa e desenvolvimento; *burn rate* de tecnologia, que é a soma dos gastos com P&D com os gastos médios mensais com capital fixo; *overall burn rate*, que representa a soma de todos os custos e gastos mensais; *net burn rate*, que é a *overall* menos as rendas mensais médias da firma, o que dá idéia do consumo líquido de recursos financeiros; *survival index*, que é uma medida entre o consumo líquido de recursos financeiros sobre a disponibilidade de reservas das firmas (*cash book*).

A constatação de uma *burn rate* elevada e de uma *net burn rate* positiva indicam que a empresa está ainda em fase de estruturação, que não começou a gerar retornos suficientes para cobrir seus gastos gerais e, particularmente com atividades de P&D. Da mesma forma, o comportamento do *survival index* serve para medir se os investimentos em desenvolvimento tecnológico de produtos estão caminhando satisfatoriamente (índice decrescente) ou não (índice crescente).

Na verdade este tipo de medição aplica-se sobretudo a novas firmas, sejam elas NEBs ou *joint ventures*. São indicadores complementares e aplicáveis a mercados em formação. Adicionalmente, é da maior importância monitorar os caminhos que estão sendo trilhados pelas grandes companhias que estão investindo na moderna biotecnologia e suas possíveis estratégias para os mercados correlatos e para o mercado brasileiro. Este monitoramento permanente é uma tarefa essencial e complementar à determinação de prioridades para se traçar programas de desenvolvimento da biotecnologia no país.

APRESENTAÇÃO

Este estudo visa avaliar o desempenho da biotecnologia no Brasil, e mais especificamente do segmento de aditivos para a indústria alimentar, tomando como referência a evolução recente e tendências internacionais nesta área. Visa também propor políticas para o desenvolvimento da biotecnologia no país, a partir do diagnóstico realizado e da avaliação dos principais programas públicos e políticas já implementados.

O documento está estruturado da seguinte forma: o primeiro capítulo apresenta o desenvolvimento da biotecnologia em nível internacional, sua inserção na indústria, na agricultura e nos complexos agroindustriais. O segundo faz uma descrição de impactos econômicos e sociais (sobre o nível e a qualificação da mão-de-obra) esperados para os países menos desenvolvidos, e analisa o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil e os impactos recentes sobre a produção de aditivos para a indústria alimentar, descrevendo aí alguns estudos de caso de empresas que trabalham com coalho extrativo e genético, com enzimas e com aromas alimentícios. Neste item foram estudados os casos de 4 empresas: a Novo Nordisk, a HA-LA do Brasil (Christian Hansen), a Bela Vista e a Ferminish. Aborda também as políticas para biotecnologia no Brasil, incluindo dados sobre investimentos dos principais programas em âmbito federal coletados junto ao BNDES, à FINEP e ao Ministério da Ciência e Tecnologia. O terceiro capítulo faz uma indicação de políticas para o desenvolvimento da biotecnologia em geral e para o setor de aditivos em particular. O quarto e último capítulo propõe indicadores para o acompanhamento do desempenho das empresas de biotecnologia no Brasil.

1. O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA EM NÍVEL INTERNACIONAL: SUA INSERÇÃO NA INDÚSTRIA, NA AGRICULTURA E NOS COMPLEXOS AGROINDUSTRIAIS

Em princípio, pode ser entendida como biotecnologia qualquer técnica que utilize organismos vivos com o objetivo de produção e/ou pesquisa e desenvolvimento. Trata-se, portanto, de um conceito muito amplo, incluindo um grande número de processos desenvolvidos ao longo da história. Nesse sentido, é importante diferenciar a "biotecnologia tradicional" da "biotecnologia moderna", entendendo esta última como um conjunto de técnicas de desenvolvimento recente, baseadas nos avanços da genética molecular. Entre estas técnicas, destaca-se a do ADN recombinante, com a qual é possível realizar a transferência de genes de um indivíduo para outro, que passa a reproduzi-los como próprios, permitindo assim incorporar uma série de características "úteis" a partir da manipulação da herança genética. Os primeiros resultados concretos na utilização desta técnica foram obtidos em 1973, dando início ao que se poderia chamar, não sem certa imprecisão, de "indústria" biotecnológica.

Todavia, esta classificação dicotômica entre biotecnologia "tradicional" e "moderna" parece insuficiente para caracterizar um conjunto de técnicas, de desenvolvimento também recente, que embora mais sofisticadas do que as biotecnologias "tradicionais", não constituem verdadeiramente engenharia genética. No entanto, muitas destas técnicas são auxiliares para o desenvolvimento da biotecnologia moderna. Além disso, em alguns casos, foram identificadas oportunidades de aplicação comercial destas técnicas, como é o caso, por exemplo, da cultura de tecidos utilizada para a produção de mudas saudáveis e uniformes na produção vegetal e da transferência de embriões na produção animal. Por isso, Salles FO et alli (1986), propõem a caracterização dessas tecnologias como "intermediárias", incluindo, entre outras, cultura de tecidos vegetais, técnicas elaboradas de fermentação, transferência de embriões, produção de microorganismos para controle biológico de pragas e fixação biológica de nitrogênio. No presente estudo, analisamos o desenvolvimento da biotecnologia "moderna" e "intermediária" em nível internacional e a inserção do Brasil nesse contexto, com ênfase em seus impactos no Complexo Agroindustrial.

A partir do surgimento da biotecnologia "moderna", foi estabelecido um debate sobre seu potencial de alterar as estruturas industriais existentes, conformando um novo "paradigma" de produção. Devido ao caráter genérico das técnicas biotecnológicas, que permitem uma grande variedade de aplicações possíveis, alguns analistas prognosticaram seu efeito "revolucionário", no sentido da possível criação de novos setores industriais e da modificação das fronteiras dos anteriormente existentes. Nessa interpretação, destacou-se o provável surgimento de empresários "schumpeterianos", que saberiam explorar o potencial de aplicação comercial das novas

descobertas científicas. Apontava-se a possível existência de "janelas de oportunidade" para as pequenas empresas inovativas, mesmo nos países em desenvolvimento, uma vez que os momentos de "ruptura do paradigma" seriam mais propícios para esses novos entrantes e para o estreitamento do *gap* com os países desenvolvidos (PEREZ & SOETE, 1988). Também sob a perspectiva de ruptura radical, foram destacadas as possíveis ameaças do desenvolvimento da biotecnologia para os países em desenvolvimento, a partir da possibilidade de substituição de vários produtos agrícolas tradicionalmente exportados por esses países. Assim, são citados os casos dos novos adoçantes e seu efeito sobre o mercado açucareiro, a produção de aminoácidos essenciais pela via biotecnológica em substituição da proteína da soja e a produção de manteiga de cacau por vias alternativas, para citar apenas alguns exemplos. No extremo, foi prognosticada a substituição das lavouras agrícolas por processos biotecnológicos que passariam a produzir compostos básicos de natureza genérica, a partir de cuja combinação seriam produzidos os alimentos (GOODMAN *et alii*, 1990).

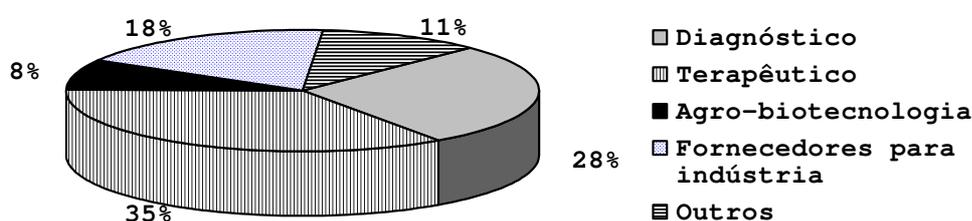
Todavia, até o presente, a evolução da biotecnologia apresenta um quadro muito aquém desses prognósticos de ruptura e reestruturação industrial. Em primeiro lugar, ainda são poucos os produtos biotecnológicos efetivamente comercializados. Por outro lado, existem ainda muitas lacunas no conhecimento científico e na sua aplicação produtiva. Além disso, as empresas que lidam com biotecnologia deverão enfrentar sérios problemas, seja de ordem técnico-científica, produtivos, financeiros ou comerciais, que ainda não conseguiram ser totalmente equacionados. Estes fenômenos revelam a necessidade de desenhar um perfil do realmente ocorrido em termos de aplicação da biotecnologia em lugar da simples extrapolação de tendências futuristas.

1.1. A Criação de Empresas Especializadas em Biotecnologia

O surgimento de Novas Empresas de Biotecnologia -NEBs, teve origem nos EUA, a partir de finais da década de 70, pouco tempo depois de serem obtidos os primeiros resultados experimentais das técnicas do ADN recombinante. Numerosas empresas foram criadas desde então, chegando a constituir um total de 1.100 com um faturamento de US\$ 2,9 bilhões para 1991 (BURRILL & LEE, Jr., 1991). Entretanto, a partir de 1983, observa-se um decréscimo no ritmo de criação desse tipo de empresa o que está refletindo uma reversão das expectativas excessivamente otimistas do período inicial. PISANO *et alii* (1988) constatam esta queda no ritmo de criação de novas empresas de biotecnologia nos EUA: enquanto no triênio 1981-1983 foi criada uma média de 53 empresas por ano, no triênio 1984-1986 esta média passou para 16, chegando a menos de 5 empresas nesse último ano. Recentemente, porém, esta tendência vem se revertendo, voltando a crescer o número de empresas.

Observa-se uma grande disparidade quanto aos setores atingidos pela biotecnologia. A maior parte das NEBs americanas estão concentradas na área de saúde humana, correspondendo a 63%, enquanto apenas 8% das empresas têm seu principal mercado na área das agro-biotecnologias (Figura 1.1).

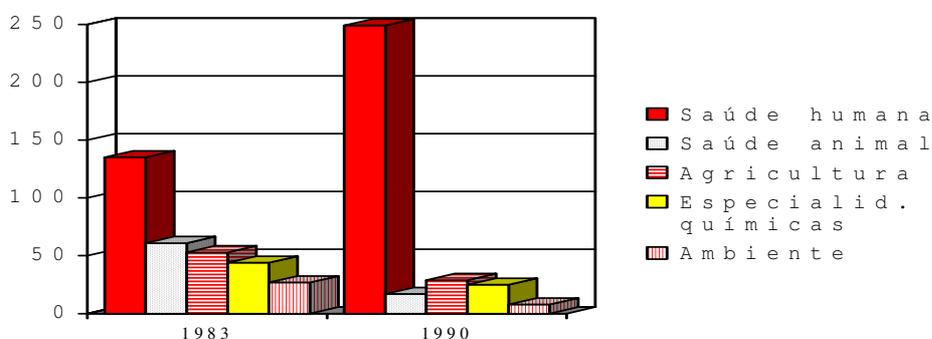
FIGURA 1.1
DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS NEBS AMERICANAS
SEGUNDO ÁREA DE ATUAÇÃO



Fonte: Burrell & Lee Jr. (1991).

Além disso, a participação relativa das empresas de agro-biotecnologia nesse país tem diminuído, como se constata ao comparar os dados de 1983 com os de 1990, aumentando a disparidade com relação aos investimentos em saúde humana (Figura 1.2).

FIGURA 1.2
EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS NAS ÁREAS DE APLICAÇÃO
DA BIOTECNOLOGIA NOS EUA
(1983/90)



Obs. Amostra de 219 empresas em 1983 e de 422 em 1990.
Fontes: para 1983 OTA (1984); para 1990 Burrell & Lee Jr. (1991).

Também na Inglaterra, um estudo publicado por Oakey *et alii*, em 1990, revelam que de um total de 150 empresas especializadas em biotecnologia, apenas 6% pertenciam à área agropecuária e 4% ao setor de alimentos.

No conjunto do setor, a maioria das empresas é ainda deficitária, devido, principalmente, ao insuficiente volume das vendas, frente aos elevados custos de P&D. Foi só em 1989 que um número razoável de empresas especializadas obtiveram lucro líquido (GEBM, 1990). Mesmo assim, para 1991, apenas 21% das NEBs americanas tiveram rentabilidade positiva (Burril & Lee Jr., 1991). No entanto, essa mesma fonte revela que as expectativas de vendas das empresas são bastante mais otimistas, prevendo-se a duplicação do seu volume nos próximos 2 anos, um aumento de sete vezes nos próximos 5 anos, e 20 vezes na próxima década. Este seria um crescimento substantivo, mesmo considerando a estreita base atual sobre a qual são realizadas essas projeções. Por outro lado, deve ser destacado que os problemas não têm a mesma magnitude para todos os estratos empresariais: enquanto tiveram rentabilidade positiva apenas 10% das pequenas empresas (até 50 empregados), 24% das médias (51 a 135 empregados) e 23% das grandes, no caso das maiores empresas (mais de 300 empregados), já 65% tiveram rentabilidade positiva para 1991 (Burril & Lee Jr., 1991).

Outras fontes também revelam o fraco desempenho das firmas especializadas de biotecnologia. Assim, tendo sido analisadas as principais empresas que atuam no setor de biotecnologia aplicada à obtenção de produtos farmacêuticos no E.U.A, constata-se que apenas 9 tiveram lucro líquido positivo para 1991, alcançando US\$ 189,2 milhões, enquanto 53 empresas desse mesmo setor tiveram perdas de US\$ 397,6 milhões nesse ano (BIO/TECHNOLOGY, abril 1992). A situação é ainda mais problemática no setor das agro-biotecnologias, onde 1991 foi o primeiro ano em que uma empresa teve lucro líquido. Essa mesma fonte revela a elevada participação dos gastos em P&D frente ao faturamento, que no setor bio-farmacêutico alcançou 188,3% das vendas para esse mesmo ano (BIO/TECHNOLOGY, julho 1992). No caso das agro-biotecnologias, o maior investimento em P&D foi feito pela empresa especializada Calgene, representando US\$ 11,2 milhões, frente a um faturamento de US\$ 26,1 milhões. Todavia, neste ano, essa empresa pretende lançar ao mercado a primeira variedade transgênica: o tomate Flavr Savr, que fora engenheirado para ter sua maturação retardada.

O desempenho das empresas, embora deficitário para o conjunto do setor, foi diferenciado de acordo com o tamanho do empreendimento. Assim, enquanto os gastos em P&D representaram, em média, 42% do faturamento para o conjunto do setor, para as pequenas empresas a P&D correspondeu a 115% do seu faturamento, em 1991. Ao mesmo tempo, os setores mais afetados foram os de menor "maturidade tecnológica", como é o caso das agro-biotecnologias, onde os gastos em P&D corresponderam a 60% do seu faturamento, mesmo considerando que uma

estratégia frequente das empresas é a venda de produtos convencionais, como uma forma de gerar recursos enquanto os produtos de conteúdo biotecnológico não alcançam o mercado.

Além do crescimento das vendas, outras estratégias foram procuradas como possível solução para equilibrar o fluxo de caixa das empresas. Em tal sentido, destaca-se a formação de alianças e, em alguns casos, a diminuição dos gastos, incluídos gastos em P&D. Setorialmente, o segmento agro-alimentar foi o que apresentou com maior frequência esta última estratégia, sendo que 50% das firmas procuraram tal caminho.

Pode-se argumentar que seria normal esperar que as indústrias nascentes, baseadas na ciência, que pretendem lidar com processos tecnológicos complexos, requeiram elevados volumes de financiamento e tenham altos gastos com P&D. Ocorre que a situação deficitária da maioria das empresas se prolonga por mais de uma década, indo muito além dos prognósticos feitos quando do surgimento de tais empreendimentos.

Na frustração das expectativas iniciais sobre o desempenho das NEBs, podem ser apontados alguns elementos explicativos: 1) as dificuldades de natureza técnico-científica revelaram-se maiores do que o esperado (este fator é mais importante nas agro-biotecnologias que trabalham com organismos pluricelulares, frente ao setor farmacêutico e de alimentos que emprega majoritariamente microorganismos unicelulares); 2) o tempo e os custos de experimentação e teste dos novos produtos para atender às exigências regulamentares revelaram-se bastante elevados; 3) o *scale-up* dos resultados de laboratório para a produção industrial mostrou-se, em muitos casos, bastante problemático; 4) a escassa experiência empresarial dos fundadores das NEBs, que provinham frequentemente do meio acadêmico; 5) as limitações para a inserção em mercados fortemente oligopolizados e dominados por grandes empresas estabelecidas.

Entretanto, desta série de dificuldades não pode ser deduzido que as empresas especializadas sejam inviáveis. Recentemente, inclusive, houve um segundo momento de valorização do papel das NEBs americanas, com o surgimento de novas empresas na área de biofármacos. Além disso, a partir de 1991 a cotação das ações do conjunto das empresas de biotecnologia cresceu, chegando a janeiro de 1992 com uma performance superior à média do mercado de capitais americano (BUSINESS WEEK, 1992). Não obstante, trata-se da revigoração de empresas orientadas ao mercado de fármacos, que além de ser muito receptivo a novos produtos de alto valor agregado, conta, no caso americano, com o apoio do National Institutes of Health, responsável direto pelo avanço do conhecimento científico em biologia molecular nos E.U.A.

A evolução recente da biotecnologia está mostrando que mais do que numa nova "indústria", as NEBs estão se transformando - embora não fosse esse seu propósito inicial - em

"fornecedores especializados" (utilizando o conceito de Pavitt, 1984) de P&D, a partir do estabelecimento de diversos tipos de acordos, alianças estratégicas e fusões com as grandes companhias. Desta forma, as aplicações da biotecnologia estão ocorrendo no contexto das trajetórias tecnológicas e dos ambientes concorrenciais de setores industriais já existentes, revelando um protagonismo cada vez maior das grandes corporações do setor químico, farmacêutico, de sementes e de alimentos. Desta forma, na explicação da heterogeneidade dos impactos da biotecnologia nos diversos setores atingidos, além de considerar a existência de diferentes graus de dificuldade para a superação dos gargalos técnico-científicos, devem ser analisadas as estratégias das grandes companhias com relação ao seu engajamento no "negócio biotecnológico", no contexto das normas que regem a competitividade em seus ambientes concorrenciais específicos.

1.2. A Entrada das Grandes Companhias

A partir do início da década de 80 muitas das grandes companhias optaram por uma estratégia mais "ofensiva" com relação à biotecnologia, depois de ter tido uma atitude de "monitoração tecnológica" no período anterior enquanto o nível de incerteza sobre a possível aplicação dos resultados da biotecnologia em nível comercial era maior. Vários fatores explicam este maior interesse das grandes companhias pela biotecnologia.

Em primeiro lugar, merece ser destacado o esgotamento das trajetórias tecnológicas seguidas pelo setor farmacêutico e agro-químico. Nestes setores, a forma de concorrência predominante é a diferenciação de produtos. O lançamento de novos produtos ocorre a partir de procedimentos de P&D rotinizados que levam à descoberta de novas moléculas com ação terapêutica, inseticida, fungicida, etc. Dado o caráter estocástico das pesquisas, é necessário realizar um número elevado de ensaios o que eleva seu custo. O custo do lançamento de um novo produto na indústria química é da ordem de US\$ 80 milhões (BDM, set. 1990). Além disso, esses custos são crescentes devido ao esgotamento das trajetórias tecnológicas. Conseqüentemente, rotas alternativas para a obtenção de novos produtos são preferencialmente exploradas. Nesse sentido, a biotecnologia vem se constituindo em foco importante nas estratégias concorrenciais das grandes companhias, entendida como uma "nova forma de resolução de problemas", isto é, como um novo "paradigma científico", na acepção de Kuhn (1978).

Além do esgotamento das trajetórias tecnológicas, as empresas do setor químico enfrentaram, no período recente, uma queda na taxa de lucro pela vulgarização do conteúdo tecnológico de boa parte dos seus produtos que se transformaram em *commodities*, com a expansão das capacidade de produção mundial e o aprendizado imitativo realizado por vários países, além da expiração do prazo das patentes. Como forma de recuperar suas taxas de lucro,

muitas das grandes corporações procuraram a obtenção de novos produtos de alto conteúdo tecnológico através da ampliação dos seus investimentos em P&D. Assim, por exemplo, os gastos em pesquisa das principais empresas do setor farmacêutico em nível mundial, que constituíram 6% do faturamento do setor em 1980 (OCDE, 1982), elevaram-se para 14% em 1990 (SCRIP, 1991).

Some-se a isso o acirramento da concorrência a partir da globalização dos mercados e do processo de concentração ocorrido em vários dos setores onde tradicionalmente atuam essas companhias, para ter a consolidação de um ambiente onde a tecnologia passou a jogar um papel fundamental nas estratégias concorrenciais.

No marco dessa redefinição dos ambientes concorrenciais, os investimentos em biotecnologia foram privilegiados pelo seu potencial de criação de novos produtos de alto valor agregado e pelo seu caráter genérico, que permite a exploração de economias de escopo, marcando rotas preferenciais para a diversificação empresarial a partir de esforços unificados de P&D.

Por outro lado, ao mesmo tempo em que as empresas pretendem entrar em outros mercados, abertos pelos investimentos em biotecnologia e seu potencial de criação de novos produtos, também exploram uma estratégia "defensiva", na medida em que procuram revigorar seus mercados tradicionais. Este último é, por exemplo, o caso da geração de variedades resistentes a herbicidas por parte das grandes companhias do setor agroquímico. Além disso, em certos casos, considera-se a possível ameaça de variantes biotecnológicas para alguns produtos, como, por exemplo, a difusão do controle biológico de pragas em substituição aos pesticidas químicos, optando algumas empresas por explorar ambos caminhos paralelamente.

Assim, as dificuldades financeiras vividas pelas NEBs foram ao encontro do interesse das grandes corporações pela biotecnologia, resultando em vários tipos de acordos, fusões e associações entre grandes companhias e pequenas empresas especializadas que se constituem, sem dúvida, no fato mais marcante no desenvolvimento da biotecnologia no período recente.

Através desses "acordos", procura-se maximizar as sinergias, alcançando certa complementaridade. Do lado das NEBs, estes acordos interessam como uma forma de ter acesso aos mercados finais, hoje controlados pelas grandes companhias. Por outro lado, também procuram recursos financeiros para sua sustentação no longo prazo e para manter seus esforços de P&D. Além disso, as novas empresas podem ter acesso à capacitação em produção das grandes companhias, permitindo superar as dificuldades encontradas para o *scale-up* dos novos processos.

Quase todas as NEBs tem estabelecido acordos, seja para P&D, seja para comercialização de novos produtos. Cada empresa constituiu, em média, três acordos deste tipo (Burril & Lee,

1991), sendo a intenção da maioria delas reforçar este tipo de aliança estratégica nos próximos anos. Recentemente, tem aumentado a realização de acordos entre NEBs americanas e firmas estrangeiras. Um dos casos mais notáveis foi a compra de 60% do pacote acionário da maior empresa americana de biotecnologia, a Genentech, pelo laboratório suíço Hoffmann-La Roche, em 1990.

Dos acordos realizados pelas NEBs americanas, 38% correspondem a grandes corporações também americanas, 29% a firmas européias, 21% com outras NEBs americanas e 13% a parceiros japoneses. Em geral, trata-se de aproveitar rotas de comercialização já estabelecidas pelos parceiros. Porém, em alguns casos, outras motivações são predominantes, como por exemplo, o caso das alianças com empresas japonesas, onde se busca fundamentalmente superar os obstáculos de regulamentação existentes naquele país. Deve ser destacado também que a maior parte dos acordos ocorre entre os países desenvolvidos, sendo que só 11% das empresas tem feito algum tipo de acordo com os países em desenvolvimento. Além disso, nota-se que a participação das alianças com estes países tem sido decrescente: em 1986, 20% dos acordos realizados por firmas especializadas americanas foram feitos com parceiros de países em desenvolvimento, enquanto este tipo de acordo representou apenas a 3% para 1991 (BIO/TECHNOLOGY, maio 1992).

Para as grandes companhias, o acesso às NEBs interessa como forma de aproveitar a capacitação científico-técnica dessas empresas, procurando se associar com aquelas que se revelem mais promissoras na obtenção de novos produtos. Desta forma, queimam-se etapas, não tendo que enfrentar o risco do investimento pioneiro e, ao mesmo tempo, evita-se o acesso de concorrentes potenciais aos novos produtos.

Entretanto, a estratégia das grandes corporações não se restringe apenas à realização de acordos ou incorporação de pequenas empresas especializadas, senão que também pode ser constatado um reforço das atividades de pesquisa *in house* das grandes companhias. Mesmo quando as atividades de P&D desenvolvidas *in house* são fortemente *market oriented*, algumas empresas desenvolvem também pesquisa básica naquelas áreas onde as lacunas no conhecimento científico possam significar um obstáculo para a aplicação tecnológica. Pode ser citado, como exemplo, o caso da empresa Monsanto, que em 1984 criou um laboratório em St. Louis (E.U.A) que emprega 1.200 pesquisadores, sendo 270 Ph.Ds, com um investimento anual em pesquisa de US\$ 575 milhões (BDM, set. 1989).

A maioria das empresas combina estratégias que incluem o desenvolvimento de pesquisa *in house*, a incorporação de empresas especializadas e a contratação de atividades de P&D em universidades, institutos de pesquisa e empresas especializadas, assim como a formação de alianças pré-competitivas com outras companhias para a realização de atividades de P&D,

formação de *joint-ventures*, etc. Esta articulação de estratégias procura resolver o *trade off* existente entre os riscos de verticalizar uma atividade de resultados ainda incertos e os custos de transação derivados das dificuldades de apropriabilidade na área das biotecnologias.

Por outro lado, esta rede de relações está de acordo com as necessidades de intercâmbio de informação num campo de carácter multidisciplinar, ainda em formação, onde existe uma forte relação entre conhecimento científico e aplicação tecnológica. Além disso, no contexto de mudança do "paradigma" ainda não foi constituída uma ciência "normal" que permita a efetiva consolidação de rotinas de P&D nas grandes companhias. Neste contexto, a diversificação das relações externas também forma parte dos processos de "busca" das empresas. Assim, existe lugar a uma diversidade de atitudes das grandes corporações com relação ao seu engajamento na biotecnologia, influenciadas pelos ambientes concorrenciais e pelo grau de aversão ao risco dos agentes (Joly & Ducos, 1992).

Na maior parte dos casos, as estratégias das grandes companhias incluem a concentração de suas atividades de P&D *in house* num laboratório central, enquanto as subsidiárias realizam apenas atividades de teste para a adaptação dos produtos às condições locais. Por outro lado, com relação às atividades produtivas, também se observa uma tendência à concentração nos países centrais, ao mesmo tempo em que as estratégias de mercado tendem à globalização e o espaço da competição passa a ser o mercado mundial. A realocização das atividades produtivas nos países centrais é favorecida pelo aumento da escala técnica de produção permitida pelas novas tecnologias e também deriva da necessidade de uma vinculação mais estreita entre atividades de produção e pesquisa. Por outro lado, por se tratar de tecnologias com maior grau de sofisticação, que implicam maior cuidado nas variáveis de controle de processo, as tradicionais vantagens dos países menos desenvolvidos, como a mão-de-obra barata e o amplo acesso a matérias-primas perdem importância, frente à definição de novos determinantes da competitividade.

Dois considerações se deduzem do contexto anteriormente desenhado. Em primeiro lugar, não seria factível esperar uma expansão do investimento estrangeiro nos países em desenvolvimento associado à biotecnologia, seja em atividades de produção, seja de pesquisa, mesmo que alguns problemas normativos, como a reformulação do marco de propriedade intelectual, fossem equacionados. Em segundo lugar, dado o carácter globalizante das estratégias das multinacionais e a consequente redefinição dos espaços concorrenciais, parece pouco adequado tratar o desenvolvimento da biotecnologia nos países em vias de desenvolvimento como um fenómeno isolado, uma vez que seus mercados serão afetados, certamente, pelas estratégias concorrenciais das grandes companhias.

1.3. A Inserção da Biotecnologia em Nível Setorial: as Especificidades do Setor Agro-alimentar

Os principais setores alcançados pela biotecnologia são: farmacêutico, agroquímico, sementes e indústria alimentar. Nestes setores, o ritmo da aplicação da biotecnologia é claramente diferenciado de acordo com a dinâmica concorrencial que predomina em cada segmento de mercado e de acordo com as dificuldades de ordem técnica e de regulação específicas.

Assim, o setor que se apresenta como mais dinâmico e aberto a inovações biotecnológicas é o de produtos destinados à saúde humana. Os novos produtos nesta área são proteínas de ação terapêutica, vacinas e testes de diagnóstico. O segmento privilegiado é o das doenças ditas "incuráveis", cujo mercado anual é da ordem de US\$ 100 bilhões em nível mundial, com uma alta receptividade para produtos de maior qualidade e poder terapêutico. Além da maior dinâmica inovativa desses mercados, o Estado joga um papel muito importante, em muitos países, seja pelos investimentos em pesquisa do setor público ou através do seu poder de compra para o sistema público de saúde. No caso dos E.U.A, os aportes governamentais à pesquisa básica destinavam, em 1985, 38,3% ao setor de saúde, significando para o ano seguinte, um valor de US\$ 5,1 bilhões (Mowery & Rosenberg, 1989).

Já no setor agro-alimentar, os investimentos em biotecnologia são menos significativos. Mesmo quando os problemas de elevados custos de P&D frente ao volume de vendas atinge tanto as empresas biotecnológicas orientadas ao setor de saúde e as agro-biotecnologias, o volume dos recursos envolvidos, seja do gasto em P&D, seja das vendas, é claramente diferenciado para esses dois segmentos, como pode ser constatados ao comparar os dados relativos às principais empresas especializadas de ambos segmentos (Tabelas 1.1 e 1.2).

TABELA 1.1

PERFIL DOS GASTOS COM PESQUISA E DO FATURAMENTO DE NOVAS EMPRESAS
DE BIOTECNOLOGIA NA ÁREA DE SAÚDE HUMANA

| Empresa | Gastos com P&D | | | | Vendas (US\$ 10 ⁶) | Lucros (US\$ 10 ⁶) |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | US\$ 10 ⁶ (1991) | Crescim. % (1991/90) | % do Faturamento | US\$ por empregado | | |
| Alza Pharmaceuticals | 11,6 | 14,4 | 8,3 | 13,8 | 139,7 | -62,0 |
| Amgen | 107,4 | 56,1 | 15,8 | 62,3 | 682,0 | 97,8 |
| Biogen | 44,2 | 26,5 | 72,1 | 133,8 | 61,4 | 7,1 |
| Centocor | 67,4 | 217,5 | 126,7 | n.d. | 53,1 | -195,5 |
| Cetus | 24,3 | 44,1 | 70,6 | 28,6 | 34,5 | -75,1 |
| Chiron | 79,3 | 58,2 | 115,7 | 52,5 | 68,6 | -425,2 |
| Elan (3/91) | 8,2 | 41,3 | 12,5 | 14,9 | 66,0 | 10,6 |
| Genetech | 212,9 | 36,2 | 46,3 | 96,6 | 459,6 | 44,3 |
| Genetics Inst.(11/91) | 45,6 | 0,4 | 55,2 | 77,1 | 82,5 | -10,7 |
| Genzyme | 10,6 | 21,6 | 9,7 | 13,4 | 109,4 | 11,2 |
| Iddex Labs* | 3,8 | 11,0 | 12,7 | 16,6 | 30,4 | 3,1 |
| Immunex | 20,0 | 105,1 | 38,1 | 38,0 | 52,6 | 0,8 |
| MÉDIA | 53,0 | 52,7 | 48,6 | 45,6 | 153,3 | -49,4 |

* Opera também em agrobiotecnologia.

Fonte: BIO/TECHNOLOGY (Julho de 1992).

TABELA 1.2

PERFIL DOS GASTOS COM PESQUISA E DO FATURAMENTO DE NOVAS EMPRESAS
DE BIOTECNOLOGIA NA ÁREA AGRÍCOLA

| Empresa | Gastos com P&D | | | | Vendas (US\$ 10 ⁶) | Lucros (US\$ 10 ⁶) |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | US\$ 10 ⁶ (1991) | Crescim. % (1991/90) | % do Faturamento | US\$ por empregado | | |
| Biotechnica Intern. | 5,1 | -33,5 | 33,3 | 29,2 | 15,4 | -15,0 |
| Calgene (6/91) | 11,1 | 7,0 | 42,7 | 49,3 | 26,1 | -14,3 |
| Crop Genetica Intern. | 5,9 | 13,6 | 421,8 | 59,8 | 1,4 | -8,3 |
| DNA Plant Technology | 6,4 | 18,7 | 71,0 | 44,9 | 9,1 | -14,9 |
| Econgen | 6,4 | 17,0 | 102,7 | 80,1 | 6,2 | -10,8 |
| Escagenetics (3/91) | 2,8 | 42,4 | 112,9 | 59,3 | 2,5 | -4,1 |
| Iddex Labs* | 3,8 | 11,0 | 12,7 | 16,6 | 30,4 | 3,1 |
| Mycogen | 10,7 | -2,7 | 58,4 | 38,2 | 18,3 | -3,3 |
| Neogen (5/91) | 0,8 | 33,7 | 14,4 | 8,2 | 5,9 | -0,7 |
| Syntro (9/91) | 2,1 | 9,6 | 52,1 | 46,6 | 4,0 | -0,9 |
| MÉDIA | 5,5 | 5,0 | 46,4 | 43,2 | 11,9 | -6,9 |

Fonte: BIO/TECHNOLOGY (Agosto de 1992).

As defasagens setoriais podem ser explicadas pela dinâmica concorrencial diversa dos mercados e pelo diferente grau de dificuldade na obtenção de novos produtos pela biotecnologia.

Neste sentido, pode se dizer que os mercados agro-biotecnológicos são mais sensíveis ao preço dos produtos, pois estes tem um caráter intermediário, sendo utilizados como insumos pelos agricultores. No caso das sementes, trata-se de mercados bastante segmentados, seja pela diversidade nas condições agro-ecológicas ou sócio-econômicas de produção, seja pela limitada "apropriabilidade" e a consequente possibilidade do agricultor produzir sua própria semente, pelo que existem limites ao exercício de práticas oligopólicas e à globalização dos mercados.

Entretanto, mesmo se tratando de mercados menos dinâmicos do que o de biofármacos, o setor de sementes tem investido maciçamente em pesquisa biotecnológica, em muitos casos associado ao investimento do setor agroquímico, que vem, por um lado, incorporando empresas sementeiras e, por outro lado, criando suas próprias divisões no ramo de sementes. Neste caso, o interesse pela biotecnologia se deriva do esgotamento das trajetórias tecnológicas seguidas pelo fito-melhoramento. A biotecnologia pode permitir o encurtamento nos longos prazos hoje necessários para a geração de novos cultivares, além de uma redução no custo das pesquisas e uma diminuição da incerteza derivada do caráter estocástico dos procedimentos de P&D atualmente empregados, que passam a ser substituídos por outros de caráter mais determinístico. No entanto, existem importantes obstáculos técnicos para o desenvolvimento da engenharia genética em plantas, principalmente, no que diz respeito à transferência de caracteres poligênicos, como são os que definem a produtividade agrícola. Assim, as principais aplicações da biotecnologia ao fito-melhoramento estão seguindo "linhas de menor resistência", isto é, aquelas linhas onde o conhecimento da bioengenharia mais tem avançado. Além disso, a escolha das linhas de pesquisa está determinada pelas estratégias competitivas das empresas produtoras de sementes e pesticidas, o que explica, por exemplo, a ênfase dada à obtenção de variedades resistentes a herbicidas (Tabela 1.3).

TABELA 1.3

DISTRIBUIÇÃO DE EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA
POR ATIVIDADE DE PESQUISA

| Característica almejada | Nº de firmas | % sobre o total |
|-------------------------|--------------|-----------------|
| Resistência a herbicida | 13 | 39,0 |
| Resistência a pragas | 6 | 19,0 |
| Resistência a doença | 7 | 21,0 |
| Outros | 7 | 21,0 |
| Total | 33 | 100,0 |

Fonte: Quintero (1991), elaborado por Salles Filho (1993).

No caso da indústria alimentar, existe um amplo potencial de aplicação da biotecnologia. Todavia, o impacto produtivo destas técnicas é incipiente e bastante heterogêneo. Neste caso, as maiores dificuldades para a introdução de inovações biotecnológicas provêm do ambiente concorrencial pouco competitivo da indústria de alimentos, que tem se caracterizado por investimentos relativamente menores em P&D (menos de 1% do faturamento em nível internacional) e pela manutenção de um padrão "tradicional" de marcas e qualidade. Assim, com relação a sua dinâmica inovativa, o setor pode ser caracterizado, de acordo com as categorias propostas por Pavitt (1984), como predominantemente "dominados pelos fornecedores", onde as inovações ocorrem a partir da incorporação de insumos e equipamentos. Só recentemente, a partir

da segunda metade dos anos 80, é que seus gastos com P&D começaram a aumentar (Fanfani *et alii*, 1992)².

Esse maior interesse atribuído à questão tecnológica deve ser visto no marco do novo ambiente concorrencial criado a partir do processo de concentração e de centralização de capitais por que passa a indústria alimentar, através de várias aquisições e fusões de grandes grupos alimentares do mundo, entre si, e com novos entrantes de atuação consolidada em outros setores. Nos anos 80 foram feitas mais de 50 aquisições, algumas delas envolvendo cifras na casa dos bilhões de dólares, como a compra da General Foods pela Philip Morris e da Nabisco pela J. J. Reynolds³. Estes *take-overs* são resultado de estratégias voltadas à consolidação da presença dos grandes grupos agroindustriais que atuam em nível multinacional e a atender um processo crescente de diversificação da demanda na direção de produtos com características localmente definidas, de maior especialização e, portanto, de menor massificação.

Neste contexto, a biotecnologia passa a ser uma opção importante ao setor alimentar, dado seu potencial de contribuir à diferenciação de produtos. Diferente do setor farmacêutico, agroquímico e de sementes, na área alimentar a biotecnologia não aparece como solução a gargalos tecnológicos, nem se observa um esgotamento das trajetórias tecnológicas. No entanto, a biotecnologia se apresenta como uma via complementar ao leque de opções tecnológicas, podendo chegar a se transformar num elemento importante nas estratégias concorrenciais dos grandes grupos. Além da pesquisa realizada *in house*, o setor produtor de aditivos para alimentos se constitui num *locus* privilegiado do possível impacto das biotecnologias no setor de alimentos. Dado que os produtores de insumos para a indústria alimentar podem ser caracterizados como "fornecedores especializados" (Pavitt, 1984), a receptividade dos usuários e a constituição de uma relação usuário-produtor são elementos-chaves na definição do padrão inovativo e no peso das variáveis tecnológicas na definição das estratégias concorrenciais das empresas produtoras de aditivos. Assim, os segmentos mais dinâmicos da indústria alimentar exercem um efeito positivo através de sua demanda qualificada à indústria produtora de aditivos alimentares.

Muitos insumos da indústria alimentar, anteriormente produzidos pela via extrativa ou química, podem ser substituídos com vantagens em termos de qualidade e eficiência, por variantes biotecnológicas (ver Quadro 1.1).

Trata-se, em geral, de substâncias, como por exemplo enzimas e fermentos, que podem ser produzidas por microorganismos bio-engenherados. Neste sentido, não existem maiores barreiras técnicas, tendo sido obtidas importantes aplicações da biotecnologia nesse campo.

² Para se ter uma noção, na França os gastos com P&D na área alimentar representam cerca de 0,2% do faturamento das empresas; a Nestlé, por exemplo, aplica algo em torno de 1,2% de seu faturamento em pesquisa. No início dos anos 80 a média do setor entre os países da OCDE era de 0,4% do faturamento.

³ Para uma ampla discussão deste fenômeno ver WILKINSON (1989)

Além disso, uma vantagem adicional para a aceitação de novos insumos de conteúdo biotecnológico pela indústria alimentar é sua escassa participação no custo de produção final dos alimentos frente ao seu possível impacto na produtividade do processo e na qualidade dos produtos finais.

Todavia, com relação ao setor agroalimentar, deve ser destacado que por se tratar de um setor produtor de *commodities* de baixo valor agregado, a redução de custos é um dos principais determinantes da competitividade. Neste sentido, os métodos de extração e síntese química, utilizados tradicionalmente, ainda têm certo potencial de aperfeiçoamento e ganhos de produtividade, o que poderá favorecer por um certo tempo o recurso a estes procedimentos "tradicionais" (Fanfani *et alii*, 1992). Some-se a isto o fato de existir, em vários países, uma forte regulamentação sobre o lançamento de novos produtos alimentares, assim como certa resistência dos consumidores a estes novos produtos.

QUADRO 1.1

ALGUMAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO POR ENGENHARIA GENÉTICA A PROBLEMAS DA PRODUÇÃO ALIMENTAR

| PROBLEMAS | SOLUÇÃO |
|---|---|
| A disponibilidade de renina para fazer queijos é limitada | Induzir por transferência de genes para que leveduras ou fungos produzam renina idêntica à bovina |
| Muitas enzimas têm pouca estabilidade para serem usadas no processamento de alimentos | Fazer alterações na estrutura das moléculas de enzimas para obter maior estabilidade em condições ambientais adversas |
| Existem plantas que produzem proteínas, enzimas e outros produtos de interesse, mas em muito baixas concentrações | Amplificar o número de genes responsáveis do produto de interesse e aumentar a produção em condições <i>in vitro</i> |
| Os herbicidas são também tóxicos para plantas úteis, além das ervas daninhas | Transferir o gene responsável pela produção da enzima que cataboliza o herbicida para a planta de interesse |
| As hortaliças congeladas algumas vezes se tornam rancias pela ação da enzima lipooxigenase | Identificar o gene de lipooxigenase, entender sua regulação e desenvolver métodos que limitem sua expressão |
| Grãos e legumes importantes são deficientes em algum aminoácido essencial, v. gr. milho é pobre em lisina, soja tem baixo conteúdo de aminoácidos azufrados | Introduzir e amplificar genes de proteínas com alto conteúdo do aminoácido essencial deficitário, avaliar o valor nutricional e funcional das novas proteínas |

Fonte: QUINTERO, 1991.

2. O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL E IMPACTOS SOBRE A PRODUÇÃO DE ADITIVOS PARA A INDÚSTRIA ALIMENTAR

Nesta parte do estudo traçaremos um breve perfil comparativo da evolução da biotecnologia no Brasil, tomando como referência os países desenvolvidos e a América Latina. Em seguida, apresentaremos e discutiremos o trabalho de entrevistas que foi feito junto a 4 empresas do segmento de aditivos para a indústria alimentar, apontando impactos e tendências para a estruturação daquele segmento industrial no Brasil. Antes porém faremos algumas considerações de ordem mais geral sobre os impactos econômicos e sociais que são normalmente apresentados quando se discute os efeitos da moderna biotecnologia nos países menos desenvolvidos.

2.1. Alguns Aspectos sobre os Impactos da Biotecnologia na Produção Interna, e no Nível e na Qualificação do Emprego dos Países Menos Desenvolvidos

Boa parte da literatura que trata do tema dos impactos da moderna biotecnologia para os países pobres o faz pela ótica das oportunidades/ameaças, com forte predomínio nas ameaças de substituição de produtos típicos de exportação desses países, notadamente produtos agrícolas "in natura", ou processados. Este enfoque analítico decorre em grande parte do conhecido impacto da substituição do açúcar de cana por adoçantes sintéticos ou naturais, tais como o aspartame e a isoglucose, apenas para citar dois deles. A isoglucose, também conhecida por xarope de frutose, é um adoçante obtido pelo processamento enzimático do amido do milho, o que pode ser caracterizado como uma nova técnica biotecnológica. Sua entrada como edulcorante na agroindústria alimentar foi notável nos últimos 15 anos, deslocando boa parte do mercado de sacarose (a indústria de bebidas nos E.U.A já adoça metade de sua produção com outros adoçantes que não a sacarose).

Este impacto concreto de substituição de produtos, causado pelo emprego de novas tecnologias, foi tomado como exemplo paradigmático na análise das possíveis ameaças da biotecnologia para os países menos desenvolvidos (PMDs). A partir disto, foram previstos impactos semelhantes para o óleo de palma, a baunilha, o cacau e até mesmo o café. O temor de que o potencial tecnológico da biotecnologia pudesse levar à substituição de produtos tradicionais da pauta de exportação desses países foi o fundamento do enfoque de ameaças desenvolvido nos anos 80 (ver Fowler et alii, 1988). Dado o desenrolar dos fatos, viu-se que tais temores eram, no mínimo, precipitados, especialmente em se tratando da substituição de "commodities", que não vem se generalizando como se imaginava há bem pouco tempo.

Por outro lado, começam a aparecer impactos na substituição de mercados mais localizados, não globais e não exclusivos de PMDs (ou não principalmente relacionados a estes). Estes impactos decorrem do estímulo que as novas técnicas propiciam ao movimento de reestruturação da indústria em geral, em âmbito internacional, levando ao aumento da concentração técnica e econômica na maioria dos setores da indústria. Um exemplo atual, e que será discutido mais adiante quando formos apresentar os estudos de casos feitos para a presente pesquisa, é o da substituição de certos aditivos de origem extrativa, utilizados na indústria de alimentos, por similares de origem microbiana/fermentativa, o coalho empregado na indústria de laticínios, por exemplo, cuja obtenção original é feita por extração de estômago de bovinos e que agora começa a ser produzido por via fermentativa, através do uso de microorganismos geneticamente modificados para esse fim. Com isto, um produto que antes precisava ser produzido localmente, em função da especificidade da matéria-prima empregada e dos limites de escala impostos pelo próprio processo produtivo, pode agora ser produzido em moldes completamente diferentes, prescindindo da matéria-prima original e rompendo limites de escala.

Do ponto de vista econômico, o resultado disso é um forte processo de concentração em torno das firmas possuidoras da nova tecnologia. O suprimento do coalho pode, em tese, ser feito a partir de poucas plantas estrategicamente localizadas, o que pressupõe o fechamento de unidades produtivas em vários países, causando desemprego e sucateamento de uma mão-de-obra que fora qualificada na "velha" tecnologia. O novo conhecimento e seus desdobramentos econômicos requerem também um novo tipo de qualificação de mão-de-obra, notadamente no que se refere ao desenvolvimento de microorganismos com essas novas características e aos processos fermentativos aí envolvidos.

Em geral, tanto o nível de emprego como a qualificação da força de trabalho poderão ser afetados pela introdução das novas tecnologias de base biológica. A ainda pequena disseminação da moderna biotecnologia no tecido produtivo torna muito difícil a tarefa de quantificar os impactos da biotecnologia sobre o nível de emprego e a qualificação da mão-de-obra. Do ponto de vista qualitativo, dois enfoques são importantes: o da redução do nível de emprego interno nos setores que perdem competitividade por não estarem acompanhando as transformações tecnológicas resultantes da moderna biotecnologia, nos âmbitos nacional e internacional (como no caso acima comentado); e o da perspectiva de criação de novos postos com novas qualificações que se tornam necessários com as transformações tecnológicas em curso (como também acima assinalado). Na verdade, os impactos gerais da biotecnologia, neste particular, em muito se assemelham aos da informática, onde a questão do emprego e das relações de trabalho devem ser vistas pelo binômio nível de emprego X qualificação da mão-de-obra. Sobre isto é possível vislumbrar três tipos de situações:

a) redução do emprego e sucateamento da qualificação existente pela perda de competitividade em determinados setores, cujas unidades industriais ou agrícolas internas podem ser fechadas ou recicladas. Aqui são mais comuns os casos de substituição de produtos naturais ou extrativos por produtos fermentativos;

b) incrementos da produtividade que resultem em diminuição do número de empregos, num determinado setor, além de eventualmente tornar necessária uma nova qualificação do operário, que deverá atuar em processos produtivos por vezes completamente diferentes. Tomando como exemplo a substituição de produtos extrativos por produtos obtidos por fermentação, a redução global sobre o emprego tende a ser de 20% a 30% no novo processo, considerando-se não apenas o emprego direto no processo produtivo, como também a mão-de-obra que seria utilizada para a instalação das novas plantas industriais trazidas pela introdução de novas tecnologias de base biológica. Em compensação, não se pode desprezar a criação de novos empregos decorrente de criação de novos mercados originados nas oportunidades tecnológicas do novo conhecimento;

c) aumento do nível de emprego no meio rural e redução do emprego sazonal na agricultura pela alteração dos ciclos biológicos das plantas e dos animais, o que permitiria cultivos e criações durante todas as épocas do ano, sem os intervalos típicos de certas atividades agropecuárias (Ahmed, 1991). Evidentemente que tal hipótese, embora presente, deve ser mediada com outros critérios, como o nível de mecanização, a estrutura fundiária e a própria redução de certas práticas agrícolas demandantes de mão-de-obra, proporcionada pela moderna biotecnologia, como por exemplo a diminuição das operações de adubação e aplicação de pesticidas em culturas cujas variedades sejam auto-suficientes em nitrogênio ou resistentes a pragas e doenças.

Algumas perspectivas relativas ao emprego (assim como o grau de dificuldade de previsão de impactos da biotecnologia) podem ser visualizadas no Quadro 2.1, extraído de Galhardi (1993), que apresenta uma avaliação da biotecnologia agrícola/alimentar.

QUADRO 2.1

IMPACTOS SOBRE O TRABALHO ADVINDOS DA BIOTECNOLOGIA
NAS ÁREAS AGRÍCOLA E ALIMENTAR

| CULTUR A | INOVAÇÕES | EFEITO NO EMPREGO |
|-------------|---|--|
| Milho | fixação biológica de nitrogênio (por microorganismos) | aumento na demanda por trabalho tradicional, devido aos ganhos de produtividade; e na produção do inoculante; |
| | resistência a herbicidas | redução do uso de mão-de-obra no controle de ervas daninhas |
| | resistência a seca e acidez do solo | aumento da demanda por mão-de-obra pelo aumento da intensidade de cultivo em determinadas regiões |
| | resistência a insetos | aumento líquido da demanda por emprego pela diminuição das perdas (dependendo da mecanização) |
| Batata | produção de batata-semente por micropropagação | aumento do emprego pelo aumento da intensidade de cultivo; aumento da demanda por trabalho pela ausência de oscilações da produção; aumento da mão-de-obra especializada para as fases laboratorial, de multiplicação e de produção comercial. |
| Feijão | plantas livres de doenças, resistentes a adversidades de solo e clima | aumento dos requerimentos de mão-de-obra por ganhos de produtividade, e devido à incorporação de novas áreas |
| | fixação microbiana de N ₂ | idem |
| | uso de micorrizas para ampliar a absorção de nutrientes | idem |
| Café | melhoramento e reprodução por cultura de tecidos | aumento da demanda por mão-de-obra especializada em cultura de tecidos em geral e na micropropagação |
| | retenção dos grãos por mais tempo | redução da necessidade de trabalho pela mecanização |
| | valorização de aspectos qualitativos sobre os quantitativos | neutro ou redução da ocupação de mão-de-obra |
| | resistência a condições adversas | redução da flutuação do emprego por estabilidade da produção |
| | resistência a herbicidas | redução da demanda por trabalho |
| Cacau | aumento no rendimento e na qualidade | neutro |
| | resistência a doenças e pragas | aumento da demanda por trabalho pela redução de perdas; redução da demanda por eliminação de operações agrícolas |
| | produção de clones | aumento da demanda por trabalho |
| | produção de manteiga de cacau por vias fermentativas | perda de emprego e trabalho nos países subdesenvolvidos |
| Soja | fixação microbiana de N ₂ | idem casos acima de fixação |
| | controle biológico de lagartas, ervas daninhas e brocas | aumento da demanda por mão-de-obra |
| | variedades adaptadas a novas situações edafo-climáticas | idem |

Fonte: Galhardi, R. (1993), (simplificado).

Como já dissemos, estas perspectivas são largamente especulativas e não se pode fazer afirmações generalizantes sobre o tipo de impacto da difusão das técnicas biotecnológicas em relação aos seus aspectos econômicos e sociais. É certo, porém, que apesar da ainda difusa penetração da biotecnologia no tecido produtivo, há um processo de alargamento do "gap" do conhecimento científico e tecnológico entre países avançados e atrasados. Os níveis de investimentos e o movimento cumulativo de avanço no novo conhecimento são extraordinariamente diferentes, podendo-se supor, sem grande medo de errar, que no momento em que a biotecnologia se tornar um paradigma tecnológico, um novo e generalizado enfoque para formular e resolver problemas, neste momento a distância entre países pobres e ricos será ainda maior do que se apresenta hoje. Com conseqüências imprevisíveis para a nova divisão do trabalho. Os impactos que se podem divisar no curto e médio prazos apontam para alterações globais do tecido produtivo, num sentido que afeta tanto países desenvolvidos, quanto menos desenvolvidos. Trata-se, por exemplo, do processo de concentração econômica e técnica de certas indústrias, processo este que não depende só da biotecnologia, mas que por ela é acelerado.

2.2. Particularidades e Condicionantes do Desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil

O desenvolvimento da biotecnologia no Brasil e na América Latina apresenta uma diferença básica em relação aos países desenvolvidos, que identifica uma direção própria: a maior participação relativa de empresas de agrobiotecnologias em comparação a outras áreas de aplicação, inclusive saúde humana. Um estudo realizado por Jaffé (1991) evidenciou que de 62 empresas de biotecnologia na América Latina, 56% eram de agrobiotecnologias, seguidas pela área farmacêutica com 16% e pela de alimentos com 14%, conforme pode ser visto na Tabela 2.1.

A explicação para esta diferença pode ser encontrada, de um lado, na forte representação da pesquisa agrônômica institucionalizada nos países do continente e, de outro lado, pela ausência de capacitação científica e tecnológica em química farmacêutica, não se verificando atividades sistemáticas de P&D. Sem exceções notáveis, o setor farmacêutico desses países latino-americanos está, no máximo, baseado na formulação e venda de medicamentos cujos princípios ativos são importados.

TABELA 2.1

ÁREAS DE ATUAÇÃO DE 62 EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA
NA AMÉRICA LATINA*

| País | Área de atuação das empresas | | | | | | Total |
|------------|---|------------------------------|-----------|--------------|-----------------------------|---------|-------|
| | Propagação vegetal e melhoram. genético | Reprodução e genética animal | Alimentos | Farmacêutica | Produção de microorganismos | Química | |
| Argentina | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 8 |
| Brasil | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 |
| Chile | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Costa Rica | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| México | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 11 |
| Uruguay | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 8 |
| Venezuela | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Colombia | 6 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| Perú | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Equador | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Paraguay | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 33 | 2 | 9 | 10 | 3 | 5 | 62 |
| % | 53 | 3 | 14 | 16 | 4 | 8 | 100 |

* Amostragem feita por método Delphi, na qual a empresa foi considerada quando indicada por dois ou mais especialistas consultados.

Fonte: JAFFÉ (1991:22).

A maioria dos investimentos em biotecnologia na Região orienta-se para projetos de curto prazo, não sendo comuns a venda de serviços e os acordos pré-competitivos. O tamanho das NEBs é normalmente pequeno e o grau de capacitação tecnológica requerido pelos projetos encontra-se num nível intermediário de sofisticação entre a tecnologia de fronteira e aquela mais tradicional. Recente estudo coordenado por Jaffé (1992), que avaliou a performance de 21 empresas de agrobiotecnologias em oito países da Região, mostrou que o faturamento médio das empresas especializadas em biotecnologia não alcançava US\$ 1 milhão, o que significa menos de um décimo do faturamento médio de empresas similares nos E.U.A.

Um dos condicionantes mais importantes dessa situação, além da já comentada tendência para a pesquisa agrônômica, é a quase completa ausência de capital de risco, instrumento fundamental na estruturação de pequenas empresas de alta tecnologia. Some-se a isto a ausência de investimentos vindos de empresas estabelecidas de setores tradicionais, como o químico, o farmacêutico, o de pesticidas, o de alimentos e o de sementes, e completa-se o quadro de dificuldades de mobilização de capital. O interesse apresentado pelas grandes firmas presentes nesses países é quase sempre de natureza imediatista, por onde se busca a biotecnologia de nível intermediário de sofisticação principalmente naquilo que pode contribuir para reduzir custos⁴.

4 Existem exceções, exemplos de empresas que estão, até onde é possível, engajadas em projetos de mais longo prazo e interessadas no processo de aprendizado de técnicas de fronteira. Ocorre que em boa parte desses países, ou os mercados são muito pequenos e não justificam investimentos de longo prazo e de alto risco, ou, quando justificam,

Assim, é característico nesses países e especificamente no Brasil um perfil evolutivo da biotecnologia intimamente relacionado às instituições de pesquisa. Seguramente, mais de 80% das atividades e dos investimentos em biotecnologia estão localizados em universidades e instituições de públicas de pesquisa, que ademais concentram mais de 90% do pessoal qualificado.

O perfil da biotecnologia no Brasil é bastante parecido: "a maior parte dos investimentos se relaciona com a área agrícola, seguida de perto pela de saúde humana. Entre uma amostra de 30 empresas (estabelecidas e NEBs), 14 atuam com agricultura vegetal e animal; 11 com saúde humana; 4 com agroindústria alimentar; 5 com produtos bioquímicos, como enzimas e ácidos orgânicos; 2 com energia (álcool) e 2 com tratamento de resíduos⁵. Aqui também a maior parte da competência científica e tecnológica existente se encontra nas universidades e nos centros públicos de pesquisa" (Salles Filho, 1993:202).

"As NEBs existentes atuam em áreas bastante heterogêneas e trabalham invariavelmente com processos de nível intermediário de sofisticação. A engenharia genética é praticada nas universidades e nos centros públicos de pesquisa, com algumas empresas estabelecidas, que se lançaram na P&D biotecnológica, capacitando-se em técnicas de mapeamento genético e, em alguns casos, em engenharia genética de microorganismos, como são os casos de uma empresa que adquiriu capacitação em produção de insulina humana e de outra que se capacitou para desenvolver vacinas animais recombinantes" (idem).

A posição de destaque das empresas de agrobiotecnologia só se verifica em termos de número de empresas, mas não em termos de desempenho. Não há hoje no país empreendimentos de peso econômico na área vegetal e tampouco na área de aditivos para alimentos. Em geral, são microempresas ou Centros de desenvolvimento tecnológico que operam em nichos reduzidos de mercados de insumos agrícolas (como mudas e inoculantes para fixação biológica de nitrogênio) e alimentares (aqui encontra-se apenas o Centro de Desenvolvimento Biotecnológico de Santa Catarina, um empreendimento misto público/privado). Já nas áreas de saúde humana e animal encontram-se empresas de maior porte, com procedimentos tecnológicos e comerciais mais bem estabelecidos, como são os casos da Biobrás, da Cibran, da Valleé e até mesmo da BioFill, que embora seja recente e dependente de apenas um produto, encontrou um nicho próspero de mercado⁶. O Quadro 2.2 mostra um perfil resumido de 15 empresas que trabalham com a moderna biotecnologia no Brasil.

a situação econômica de retração, de inflação e de inviabilização das instâncias de intermediação financeira, tornam tal tipo de investimento desaconselhável.

5 O número total excede 30 porque várias empresas atuam em mais de uma área.

6 Assim mesmo, como veremos adiante, a Biobrás tem seus mercados bastante ameaçados pela entrada no Brasil da Novo Nordisk.

Dois casos de investimento privado na área de biotecnologia vegetal nos anos 80 no Brasil são particularmente interessantes. Biomatrix e Bioplanta foram duas típicas NEBs, de porte relativamente grande para os padrões brasileiros e que buscaram explorar o negócio da moderna biotecnologia no país, tendo ambas, por motivos em parte distintos e em parte comuns, vindo a encerrar suas atividades ao final da década. Como grande parte das NEBs, essas empresas estavam ligadas a grupos industriais maiores: a Biomatrix tornou-se subsidiária da Agrocere e a Bioplanta foi implantada pela Souza Cruz (British American Tobacco Co.). Para ambas as questões relativas ao relacionamento com os respectivos grupos e às dificuldades de consolidar mercados foram os principais problemas enfrentados nas suas curtas trajetórias. Um estudo recente realizado para o IICA enfocou a evolução destes dois casos e de outros dois de empresas estabelecidas: Agrocere e Copersucar⁷.

Nesse estudo fica evidente que os principais motivos de fracasso dos dois empreendimentos relacionaram-se às dificuldades de introdução nos mercados agrícolas dos insumos desenvolvidos pelas empresas (particularmente mudas obtidas por cultura de tecidos de espécies florestais, de batata semente, de frutas temperadas e de flores). Apesar de várias tentativas de estabelecer contratos com empresas do ramo agrícola que são usuárias desses produtos, ou mesmo da tentativa (no caso da Bioplanta) de criar suas próprias empresas para comercializar os produtos, houve, em ambos os casos, uma reação muito aquém do esperado por parte dos compradores de tais produtos. Assim, do ponto de vista de uma explicação geral para a forma e o ritmo do desenvolvimento recente da biotecnologia agrícola, as empresas passaram pelo mesmo tipo de problema que vem sendo verificado em âmbito internacional: a insensibilidade relativa dos mercados agrícolas para a introdução de sementes e mudas com características e preços muito diferenciados em relação aos produtos existentes, denotando uma competição de trajetórias tecnológicas que ainda se apresenta favorável àquelas relativas aos produtos tradicionais.

É claro que problemas de outra natureza, como barreiras de conhecimento associadas a técnicas ainda em processo de rotinização; problemas de sustentação financeira de longo prazo - normalmente necessária para iniciativas desse tipo; além de dificuldades dos grupos controladores em aceitar investimentos de risco, como foram esses, contribuíram para ampliar o nível de dificuldades enfrentadas, mas a conclusão mais importante a extrair desses casos é a de que, naquele momento, por melhor que fossem as condições de oferta de novos produtos baseados em novas tecnologias, dificilmente haveria condições de sua absorção nos mercados agrícolas compradores, dado que muito provavelmente os preços superiores pagos pelos novos

7 SALLES FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J.M.F.J.; BONACELLI, M.B.; RUIZ OLALDE, A., Estratégias empresariais em agro-biotecnologias no Brasil: um estudo de casos relevantes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 30, 1992f

produtos - novos insumos agrícola - não seriam compensados no âmbito dos mercados de produtos agrícolas.

Assim, é notório que a situação aqui esteja bem aquém da verificada em nível internacional, o que coloca problemas para todas as áreas de aplicação. Particularmente, sobre o que nos interessa mais de perto nesse estudo, fica patente a quase inexistência de investimentos em biotecnologia moderna voltados para o mercado na área de insumos para produtos alimentares. Encontram-se iniciativas e certo nível de capacitação em instituições de pesquisa, mas a ponte entre esta competência e os mercados ainda não está construída. Como vimos na primeira parte deste estudo, o panorama que se avizinha é o de um processo de substituição de produtos e processos nos segmentos de aditivos para a indústria alimentar, em âmbito internacional, cujos impactos já começam a se fazer sentir no Brasil e que podem ter implicações negativas para o já pequeno número de empresas nacionais, na medida em que certos processos e produtos tendem a ser deslocados em proveito de outros, baseados nas novas tecnologias de base biológica. No próximo item discutiremos alguns exemplos de impactos e de tendências que estão se conformando para estes segmentos no Brasil, o que será feito com base em entrevistas realizadas junto a empresas que aí atuam.

QUADRO 2.2

PERFIL DE EMPRESAS ENVOLVIDAS COM BIOTECNOLOGIA NO BRASIL
(1990)

| Empresa | Origem e propried. do capital | Produto principal | Faturamento (US\$10 ⁶) | Gastos com P&D (% fat.) | Número empregados | % pessoal P&D |
|-----------------------------------|---|--|---|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| Agroceres* | Nac./Priv. | Sementes milho híbrido | 100,0 | 4,5 | 2.300 | 1,5 |
| Biobrás* | Nac./Priv. | Insulina e enzimas | 27,0 | 1,8 | 510 | 24 |
| BioFill** | Nac./Misto (25% púb., 75% priv.) | Substituto temporário de pele | 4,0 (sendo 3,7 devidos a export.) | n.d. | 32 | 16 |
| Centro Desenv. Biotecnológico* | Soc. Civil Priv. s/ fins lucrativos. | aminoácidos, vitaminas e enzimas | n.d. | n.d. | 30 | 65 |
| Cibran S.A** | Nac./Priv. | Antibióticos | 26,0 | n.d. | 600 | 2,5 |
| Codetec** | Nac./Misto (51% púb., 49% priv.) | Fármacos e Biofármacos | 1,5 (sendo 0,12 com produtos biotecnol.) | n.d. | 70 | 50 |
| Copersucar* | Cooperativa | Açúcar e álcool | 1.500,0 | 1,3 | 1.887 | 11 |
| Embrabio** | Nac./Priv. | Kits diagn. (humana e animal.) | 3,0 | 30-40 | 55 | 40 |
| Engenho Novo* | Nac./Priv. | Açúcar e álcool | 1,0 | 1,5 | 22 | 50 |
| Leivas Leite* | Nac./Priv. | Produtos veterinários | 4,0 (sendo 1,0 com biotec.) | n.d. | 120 | 10 |
| Microbiológica** | Nac./Priv. | Fármacos; Hormônios vegetais | 1,0 | n.d. | 30 | 12 |
| Natrontec** | Nac./Priv. | Serviço de Engenharia | 0,5 (sendo 0,05 com biotec.) | n.d. | 25 | 60 |
| Nitral* | Nac./Priv. | Inoculantes para leguminosas | 0,32 | n.d. | 46 | 11 |
| SBS** | Nac./Priv. | Batata semente | 0,5 | n.d. | 10 | 40 |
| Vallée* | Nac./Priv. | Produtos veterinários | 14,0 (sendo 12,0 com biotec.) | n.d. | 313 | 20 |

* Não é empresa específica de biotecnologia.

** Empresa específica de biotecnologia.

Fontes: Salles Filho (1993); para Biobrás e Engenho Novo, Cerantola (1991).

2.3. Impactos e Tendências da Biotecnologia em Aditivos Alimentares no Brasil

Neste item descreveremos e discutiremos as entrevistas realizadas para esta pesquisa. Trata-se de um conjunto de informações de cunho qualitativo, no qual se procurou identificar os elementos mais importantes para o estudo da competitividade no segmento de aditivos para a indústria alimentar. É portanto um item que busca complementar as informações até aqui apresentadas, o que é feito através da ilustração de alguns casos que julgamos relevantes para nossos objetivos.

Em função da amplitude e da diversidade do segmento de aditivos, que inclui uma gama heterogênea de produtos e processos produtivos e, principalmente, de mercados, e dado que as condições existentes nesta pesquisa previam a realização de poucas entrevistas, foram selecionadas empresas cuja performance recente e perspectivas de inserção da moderna biotecnologia como prática rotineira, servem de ilustração para o presente estudo. Ademais, outro critério para a seleção de empresas foi a importância de suas atividades para as agroindústrias que estão sendo enfocadas nesta pesquisa.

Assim, pareceu-nos importante tomar o exemplo de empresas que atuassem no ramo de enzimas e fermentos, pois são especialmente relevantes para as agroindústrias de laticínios e de sucos e legítimos representantes dos impactos presentes da moderna biotecnologia. Neste segmento selecionamos 3 empresas: HA-LA do Brasil Christian Hansen's Laboratorium (capital dinamarquês); Bela Vista Produtos Enzimáticos Ind. e Com. Ltda. (capital nacional) e Novo Nordisk (capital dinamarquês). Complementarmente, tomou-se uma empresa do ramo de aromas e fragrâncias - Ferminish (capital suíço) -, um segmento de extrema importância para o processo de diversificação da indústria alimentar em geral e que traz informações bastante úteis para entender a lógica inovativa (e competitiva) do setor agroindustrial. O Quadro 2.3 apresenta algumas das características das empresas que serão descritas a seguir.

QUADRO 2.3

CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

| Empresa | Origem e propriedade do capital | Produtos principais | Posição no ranking setorial | Faturamento (US\$10 ⁶) | Número empregados | Pessoal P&D | Importância da biotecnologia no padrão concorrencial |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------|--|
| Bela Vista | Nac./priv. | Coalho | 2 ^a | 2 | 70 | 3 | +++ |
| HA-LA (Christian Hansen) | Multin. | Coalho; fermentos | 1 ^a | 10 | n.d. | n.d. | +++ |
| Novo Nordisk | Multin. | Insulina; coalho e enzimas | n.d.* | 20 | 200 | 3 | +++ |
| Ferminish | Multin. | Aromas e fragrâncias | 3 ^a | 20 (7 devidos a aromas) | 110 | 4 | + |

n.d.: não disponível;

+: pouco importante; +++: muito importante.

* Líder mundial de insulina e de enzimas, no Brasil é líder em enzimas e deverá também ser líder em insulina. Quanto aos produtos destinados à área alimentar, não foi possível detectar a posição da firma.

Passaremos a seguir a discutir os resultados das entrevistas, buscando não apenas uma descrição por empresa, mas sobretudo uma análise dos impactos que a mudança técnica está trazendo sobre os padrões competitivos dos segmentos envolvidos e sobre as agroindústrias que se utilizam dessa fonte inovativa.

A primeira empresa que apresentaremos é a HA-LA do Brasil, que pertence ao Grupo Christian Hansen da Dinamarca, que por seu turno baseia suas atividades pelo mundo em 3 principais empresas: a) Christian Hansen's Laboratorium (CHL), dedicada a coalhos e fermentos; b) Christian Hansen's Bio Systems, voltada para outras aplicações de culturas bacterianas; e c) Allergologisk Laboratorium, que se dedica à pesquisa e produção de produtos para diagnóstico e controle de alergias humanas.

A HA-LA é uma empresa ligada à CHL e representa as atividades do Grupo no Brasil. Além da HA-LA, a Christian Hansen possui mais dois investimentos no Brasil: Três Coroas Ind. e Com. Ltda., uma empresa originalmente nacional de coalho bovino que foi adquirida pelo Grupo, e a Agroindustrial Biotropical Ltda., empresa que está voltada para o desenvolvimento e produção de urucum para a obtenção de corantes naturais.

O faturamento da empresa evoluiu de US\$ 8 milhões em 1988 para cerca de US\$ 10 milhões em 1992, tendo permanecido praticamente estável nos últimos 3 anos.

Os principais produtos da empresa no mercado nacional são, pela ordem de importância no faturamento: coalhos, fermentos lácteos, corantes e uma série de outros produtos de baixa

representação unitária nas vendas. O principal produto é o coalho bovino, seguido pelo coalho de vitelo, ambos extraídos de partes de estômago destes animais. A HA-LA detém cerca de 60% do mercado nacional deste produto, o que representa cerca de 66% do faturamento da empresa. Os fermentos são totalmente importados (boa parte deles vindos de acordos comerciais com a também dinamarquesa Novo Nordisk), representam 20% das vendas e cobrem 75% do mercado brasileiro. Os corantes, juntamente com os outros produtos são responsáveis pelo restante do faturamento.

A HA-LA é assim a empresa líder do mercado nacional de coalhos e fermentos lácteos, operando junto aos principais mercados compradores do país, e.g., da LPC, Nestlé, Vigor, Frigobrás, Sadia, Gessy Lever, entre outros.

O mercado de coalhos e fermentos no Brasil e no mundo é dominado por poucas empresas e pode ser dividido, *grosso modo*, em dois segmentos: o industrial e o doméstico. Enquanto o primeiro diz respeito às vendas para as firmas de laticínios, o segundo refere-se aos consumidores de varejo. No primeiro grupo a concorrência se dá fundamentalmente pela qualidade do produto e pela oferta de assistência técnica ao usuário. No segundo caso, a concorrência se dá principalmente pelo preço, já que a grande parte dos consumidores domésticos não apresenta preocupação quanto à influência do coalho na qualidade do queijo caseiro.

A HA-LA é líder nos dois mercados, mas obviamente concentra suas atividades para atender ao mercado industrial, o maior e o que requer maior nível de capacitação e atualização tecnológica. As principais concorrentes da empresa são a Bela Vista e a Coalhobrás, sendo a primeira a que apresenta participação mais expressiva no mercado brasileiro, como veremos mais adiante.

Assim, os principais elementos associados à liderança da empresa dizem respeito à qualidade industrial de seus produtos, e a uma atuante rede de assistência técnica. Os preços praticados pela empresa estão sistematicamente acima da média do mercado: 50% mais altos em fermentos e de 10% a 100% em coalhos. Esta prática é possível não apenas pelo fato de que a qualidade do produto é um fator importante de diferenciação, como também porque sua participação nos custos de produção industrial na indústria de alimentos é em geral pouco expressiva, variando em torno de 0,5% a 2,0%.

O esforço de vendas associado à assistência técnica é uma das principais bases da competitividade da empresa, merecendo dotações orçamentárias expressivas, da ordem de 25% do faturamento. Enquanto em 1988 a empresa contava com 3 funcionários de nível superior para cuidar do planejamento e das atividades de vendas e assistência, em 1992 este número elevou-se para 8 pessoas, sendo 4 de nível superior e 4 de nível médio. Este grupo encarrega-se de coordenar 17 firmas contratadas para a veiculação dos produtos da empresa pelo país.

Por outro lado, a empresa mantém poucos acordos para contratação externa de serviços para formação de recursos humanos e não tem plano de cargos e salários. A qualificação da mão-de-obra está principalmente ligada ao pessoal de vendas e de assistência técnica. Na produção aparentemente segue-se um padrão definido pela matriz.

Com relação às transformações tecnológicas e de mercado mais importantes para a empresa, uma se coloca como particularmente importante: a substituição do coalho bovino pelo coalho genético, obtido a partir de microorganismos modificados através de técnicas de ADN recombinante.

Este ponto é absolutamente decisivo para o futuro do mercado de coalhos no Brasil e no mundo. A situação hoje é de um processo de substituição de um produto obtido por extração de tecidos de organismo animal (produto natural, extrativo), por outro obtido pela fermentação de microorganismos geneticamente modificados. É fundamentalmente uma inovação radical, no sentido dado por Freeman & Perez (1986), que provoca uma descontinuidade na forma de produzir e no comportamento do mercado.

Na verdade, esta inovação não representa apenas uma mudança de processo de produção, mas também uma inovação de produto, na medida em que o coalho obtido pela fermentação deste tipo de organismo tem composição diferente daqueles obtidos por extração. O coalho bovino é composto, em média, por 20% de quimosina (renina) e 80% de pepsina; o coalho de vitelo tem esta proporção invertida e é por isso considerado de melhor qualidade pelos laticínios; por seu turno, o coalho genético é composto em 100% por quimosina, o que o diferencia frente aos produtos naturais, apresentando melhor rendimento industrial e condições mais homogêneas de operação e controle nos laticínios. Entretanto, sua influência sobre o sabor do produtos que dele se utilizam vem sendo questionada, no sentido de que haveria perda de qualidade no paladar.

Há hoje no mundo 3 produtores de coalho genético: Pfizer (E.U.A), Gist Brocades (Holanda) e Christian Hansen (Dinamarca). Este produto está no mercado há cerca de três anos e atualmente deve responder por quase metade do mercado norte-americano de coalhos. Entretanto, sua entrada na Europa não foi assim tão expressiva, mantendo-se, nos países com tradição em produtos lácteos, certa preferência pelo uso do coalho natural de vitelo, especialmente na fabricação de queijos tradicionais "de região".

A substituição de um pelo outro depende de muitos fatores, mas essencialmente das implicações para o mercado de laticínios. Ocorre aí uma situação onde se mostram nítidos elementos de competição entre trajetórias tecnológicas alternativas: apesar da superioridade técnica do coalho genético, que confere melhores condições para a produção do queijo, levando a um produto final mais homogêneo e de melhor apresentação, há elementos relacionados aos

hábitos de consumo, paladar e tradição do mercado de alimentos, que colocam resistência a uma mudança técnica dessa natureza.

Estes elementos são seguramente mais fortes que outros de ordem econômica mais direta, como por exemplo custos de produção da indústria usuária. Ou seja, o fato do coalho genético apresentar preços entre 20% a 30% mais elevados que o coalho natural ou animal, apesar de ser um elemento a ser tomado em conta, não representa um impedimento decisivo à sua adoção, haja vista a pequena participação deste tipo de insumo nos custos de produção de produtos lácteos. O ponto central está, sem dúvida, ligado às possibilidades (ou ao interesse) de alterar características organolépticas de produtos cujos mercados baseiam-se, em grande parte, na tradição de sabor, textura e aroma conquistados durante muitos anos.

A HA-LA está iniciando importações do coalho genético de sua matriz, esperando entretanto que o processo de substituição no Brasil seja lento, em função de um mercado de queijos pouco diversificado e sem pressões significativas pelo lado da demanda, o que deve imprimir um ritmo menor de introdução no mercado brasileiro (calcula-se que cerca de 10% do coalho bovino seja substituído nos próximos 3 a 4 anos). Além da HA-LA, também mais duas empresas nacionais estão em fase experimental para representarem no Brasil o coalho genético: a Bela Vista, sobre quem falaremos mais adiante, representando o produto da Gist Brocades e a Coalhobrás, representando o produto da Pfizer.

Uma implicação deste processo de mudança técnica para a estrutura atual de produção e comercialização de coalhos, refere-se à tendência de concentração técnica da produção em nível mundial, já que há a perspectiva de substituição de produções locais pela produção centralizada nos três (e até agora únicos) produtores que detêm a tecnologia. Deter a tecnologia neste caso significa criar e manter um conhecimento novo, altamente especializado, e que pressupõe (pelo menos no início) a centralização da produção, para manter o controle sobre as cepas de microorganismos desenvolvidas. Na verdade, ocorre aqui um fenômeno semelhante àquele que se verifica com outros produtos gerados a partir de microorganismos geneticamente modificados. Este fenômeno é exacerbado pelo fato de existir um conhecimento radicalmente novo embutido (técnicas de ADN recombinante) e que prescinde do conhecimento anteriormente necessário para a produção de coalho.

Este processo de concentração pode, entretanto, ser retardado ou amenizado pelo ainda incerto grau de substituição entre produtos, pelos motivos acima discutidos. No Brasil, aparentemente, a substituição será lenta e não deverá, num primeiro momento, provocar reestruturações nos mercados que signifiquem o fim da produção local de coalhos de origem animal. Mas por mais crente que se possa ser quanto a essa perspectiva, é lícito supor que no médio prazo (entre 5 e 10 anos), o mercado brasileiro poderá ser predominantemente baseado no

coalho genético, deixando ao coalho animal uma parcela minoritária do mercado. Outro fator decisivo para a determinação desse ritmo será o comportamento dos competidores: uma ação mais ofensiva de uma empresa deverá desencadear atitudes de antecipação da introdução do novo coalho no mercado.

Um problema de curto prazo colocado por essa situação diz respeito à divisão de tarefas entre filiais da empresa na América Latina. Além do Brasil, a Christian Hansen possui uma planta industrial na Argentina, que também produz coalho animal. A perspectiva concreta de integração de mercados no âmbito do Mercosul, junto com a possibilidade de importações crescentes de coalho genético, colocam uma nova condição de divisão de funções para a produção na América Latina, que deverá culminar, aqui também, numa concentração técnica da produção de coalho animal em um dos dois países, levando a que um país produza e outro represente. Entretanto, a solução para uma possível ociosidade de capacidade produtiva ainda não está dada e dependerá particularmente da intensidade do processo de substituição do coalho local pelo importado da matriz.

Uma outra condição de mudança que está em curso na empresa é a busca de diversificação da carteira de produtos. Neste sentido, tanto a busca de aromas quanto corantes naturais insere-se nesta perspectiva. Um dos mais representativos projetos hoje em andamento refere-se ao desenvolvimento de variedades melhoradas de urucum para extração da norbixina, um corante de largo uso e sem características prejudiciais ao consumo. Para tanto, a empresa conta com um empreendimento agrícola no estado do Pará (Agroindustrial Biotropical Ltda.), de cerca de 827 ha, onde conduz o trabalho de melhoramento e de testes agrônômicos das variedades.

Tanto a diversificação quanto a busca de mercados externos são movimentos que foram estimulados pelo baixo crescimento do mercado interno de seus principais produtos, os quais (principalmente laticínios) têm estreita associação com o nível de atividade da economia e o poder de compra da população⁸. Assim, as políticas mais prejudiciais ao desempenho de firmas nesse segmento de mercado são aquelas que penalizam o nível de atividade econômica e a relação entre preços e salários. No mais a empresa não se ressentiu diretamente de outras políticas, como aquelas voltadas à definição da taxa de juros da economia (mas que a afeta indiretamente, via demanda por seus produtos) e as de ordem regulatória, como as que definem os critérios para registro de produtos junto aos órgãos competentes.

⁸ Na verdade, o processo de diversificação ocorre em âmbito internacional, sendo difícil separar o quanto as condições internas foram determinantes ou não, mas se pode afirmar com segurança que a retração econômica interna teve importante papel no estímulo ao movimento de diversificação.

Anote-se ainda que a política de abertura das importações com redução de alíquotas foram bem recebidas pela empresa, na medida em que tais medidas facilitaram a relação de troca entre filial e matriz, especialmente no que diz respeito à importação de uma série de produtos que a HA-LA representa no Brasil (como por exemplo os fermentos lácteos). Os maiores problemas levantados quanto à situação da infra-estrutura no país dizem respeito ao esgotamento da capacidade das telecomunicações, que têm se apresentado "defeituosa e congestionada".

Em resumo, a posição competitiva da empresa é favorável, apesar das condições adversas de consumo. A base tecnológica está na melhor situação para o mercado brasileiro e dispõe de mecanismos que asseguram uma atualização e uma entrada em novos processos, mecanismos esses que se encontram na dinâmica de atualização e inovação da matriz no exterior. A existência de um novo processo (produção por microorganismos geneticamente modificados), que também representa um novo produto, sob domínio da empresa, lhe confere uma posição vantajosa frente à concorrência no curto e médio prazos, na medida em que, como líder atual do mercado e como detentora da mais importante nova tecnologia, a empresa apresenta-se em condições favoráveis para imprimir o ritmo das mudanças no mercado brasileiro. Isto implica verificar como estas condições estariam afetando as empresas nacionais, o que procuraremos fazer a seguir, com informações obtidas junto à principal concorrente da HA-LA, a empresa Bela Vista.

A Bela Vista - Produtos Enzimáticos Ind. e Com. Ltda., é uma empresa nacional, fundada em 1977, que atua na produção de coalho e na representação de fermentos, culturas lácteas e outros aditivos, como a nisina (agente anti-microbiano natural, utilizado em sucos e bebidas e em certos lácteos). Além desta, que é a principal atividade da empresa, a Bela Vista opera também com a produção por encomenda de algumas máquinas para a indústria de laticínios (como empacotadeira, dosadeira e filtro rotativo). Recentemente, a empresa começa a ingressar ela própria no ramo de laticínios, construindo uma planta industrial modelo que deve se dedicar à formação de técnicos para o setor.

Atualmente a parte da empresa que atua na produção e comercialização de aditivos para alimentos opera com 70 empregados, número que dobrou em relação ao que havia em 1986. O coalho bovino é seu principal produto, respondendo por 80% a 90% das vendas, o que representa cerca de 30% do mercado brasileiro. O segundo principal produto é a nisina, uma representação que a Bela Vista tem da firma inglesa Aplin & Barrett Ltd., e que responde por cerca de 10% a 19% do faturamento, e 100% do mercado brasileiro. Por fim, vêm os fermentos e culturas lácteas, que apresentam menor participação nas vendas.

O faturamento da empresa anda em torno de US\$ 2,0 milhões (excluindo-se máquinas) e estaria crescendo cerca de 30% ao ano desde 1990. Entre 1990 e 92 a empresa dobrou sua capacidade produtiva. As exportações de coalho, que há 3 anos eram marginais, hoje respondem

por quase metade do faturamento deste produto e são principalmente dirigidas para a Venezuela, através de um acordo comercial com uma firma local, de onde o coalho é exportado para a Espanha e outros países da Europa.

A exemplo da HA-LA, os quesitos de qualidade do produto e de assistência técnica são os pontos centrais da situação competitiva da empresa. No que pôde ser detectado, o produto industrial da Bela Vista tem qualidade equivalente ao da empresa anteriormente descrita. Ademais, a Bela Vista comporta-se de maneira coerente com o padrão competitivo vigente, criando uma estrutura de assistência técnica que, como vimos, é absolutamente central para alcançar liderança neste mercado. Na verdade, apenas essas duas empresas imprimem tal estratégia no país⁹. Assim sendo, também o preço do produto está regularmente acima da média do mercado.

A origem da tecnologia e a busca de atualização tecnológica na empresa se dá de maneira distinta daquela anteriormente descrita. Trata-se de um mecanismo que depende basicamente da atuação dos donos da empresa (um de origem austríaca e outro de origem italiana) que trouxeram experiência e conhecimento de empregos anteriores em empresas de laticínios, além, é claro, da experiência derivada de suas próprias formações profissionais, implantando e mantendo atualizada, do ponto de vista tecnológico, a linha de produção da empresa.

Não há um departamento ou uma divisão de pesquisa e desenvolvimento, embora haja um laboratório piloto e técnicos de nível superior cuidando da otimização dos processos: os próprios donos e mais uma engenheira química estão aí dedicados. Ao todo a empresa conta com 4 técnicos de nível superior e há uma política de enviar a pessoa encarregada do laboratório para cursos no exterior, o que normalmente é feito junto às empresas fornecedoras de produtos e tecnologia que fazem parte da carteira de negócios da firma. Assim, não há uma dotação orçamentária fixa para P&D.

O trabalho de assistência técnica tem sido conduzido por técnicos de nível médio. São dois técnicos que trabalham todo o tempo junto às empresas usuárias dos produtos da Bela Vista. Gerou-se aí uma capacitação que deve representar um novo ramo de negócio para a empresa, que é a formação de pessoal técnico na área de laticínios, o que está sendo conduzido através da implantação de um laticínio escola.

No que diz respeito à estratégia da firma para com a perspectiva de substituição do coalho genético, há uma atitude de monitoração do mercado, que se expressa tanto por uma aposta de que no curto e médio prazos o coalho bovino deverá se manter como o principal produto, como

⁹ Há entretanto uma diferença de estratégias, dado que a assistência técnica da Bela Vista é cobrada, enquanto que a da HA-LA é gratuita.

por uma aproximação de empresas produtoras do coalho genético (no caso a holandesa Gist Brocades), para obtenção de representação do produto no Brasil. Além disso, a empresa tem adquirido amostras do produto para testes no país junto a alguns laticínios, encontrando resultados até agora inconclusivos, em face da heterogeneidade do comportamento industrial apresentado pelo coalho testado em diferentes situações produtivas.

A empresa argumenta que a entrada do coalho genético deve ser lenta porque: a) não há uma restrição de oferta do coalho bovino no mercado nacional; b) a produção de queijos mais sofisticados dá preferência ao coalho de vitelo, dado que haveria uma estreita relação com certas características organolépticas desejáveis na produção desses queijos e que estariam ausentes se se empregasse apenas o coalho genético. Um exemplo prático seria a baixa adoção deste produto nos mercados da França e da Itália; c) na Europa, o produto lácteo que é preparado com o coalho genético não recebe autorização para emprego da "faixa verde", o que significa que não é considerado um produto natural; d) a qualidade extremamente heterogênea do leite no Brasil seria um obstáculo à larga adoção desse produto, uma vez que sua melhor performance industrial dependeria exatamente do emprego de leite de qualidade superior e homogênea; e) o coalho genético seria um produto muito mais sensível ao calor e portanto muito menos estável em climas tropicais, exigindo ou comercialização mais rápida ou transporte e estocagem climatizados.

Entretanto, não há dúvidas de que este produto deverá, no médio e longo prazos, assumir a posição de principal tipo de coalho, mas também parece razoável supor que continuará existindo uma faixa de mercado para o coalho de origem animal, e que deverá estar ligada à preparação de queijos tradicionais e/ou mais sofisticados. A generalização daquele produto deverá barateá-lo crescentemente, além de tornar sua produção mais prática do ponto de vista das operações industriais. Além disso, as resistências que ainda existem para que ele seja considerado um produto natural não devem se sustentar por muito tempo, dado que se trata de um processo fermentativo, que se utiliza de organismos vivos, cuja única característica "não natural" seria o fato de ter como base microorganismos geneticamente modificados por técnicas de ADN recombinante.

No que diz respeito a outras estratégias de empresa, nota-se um movimento semelhante ao da empresa anteriormente discutida, ou seja, diversificação da linha de produtos (laticínios, venda de assistência técnica e busca de novas aplicações à nisina, aplicação de produtos para a indústria farmacêutica) e aumento do mercado externo (acordo com empresa venezuelana). Quanto a este último ponto, além do referido acordo, há também uma determinação para encontrar representações na Argentina ou no Uruguai, visando inserção no Mercosul.

Quanto aos impactos das políticas governamentais, a empresa não se mostrou descontente com, por exemplo, a abertura de importações e a redução de alíquotas, até porque, como já foi

dito, o maior impacto seria na substituição do coalho bovino pelo genético, uma perspectiva na qual a empresa já está tomando suas precauções, traçando acordo de representação com produtores no exterior. Neste caso, a política de abertura seria bastante favorável e não deverá penalizar a empresa nacional.

Também a política de propriedade intelectual não é um assunto que interfira negativamente para a empresa. Nem a ausência nem a perspectiva de implantação de uma legislação de propriedade mais restritiva. O nível tecnológico alcançado na linha de produção de coalho bovino depende sobretudo do processo de aprendizado desenvolvido desde a implantação da firma e do conhecimento detido pelos próprios donos da empresa. O conteúdo tácito existente no processo é particularmente importante, reduzindo assim a importância da legislação de propriedade intelectual na apropriação dos resultados do conhecimento ali embutido. Isto não quer dizer que a existência ou não de legislação não tenha, no caso, nenhuma importância, até porque novos processos estão sendo introduzidos, mas sua influência no atual padrão competitivo não é sentida como um gargalo ao investimento e à modernização tecnológica.

Quanto à política de registro de produtos, as principais observações dizem respeito à demora no registro e à falta de critérios claros de classificação¹⁰. A empresa reclama da falta de qualificação técnica do pessoal responsável pelo encaminhamento e análise dos pedidos de registro. A nisina, por exemplo, teria demorado cerca de 10 anos para conseguir aprovação para uso em outros produtos que não queijo fundido.

Os dois principais aspectos da política governamental que trazem problemas ao desempenho da empresa são: o nível de atividade econômica, porque o mercado de seus produtos depende do crescimento do consumo de laticínios e outros produtos alimentares; e as taxas de juros que fazem com que os investimentos tenham de ser feitos sempre com recursos próprios. Assim, a empresa não tem se valido sequer de empréstimos de bancos de desenvolvimento, à exceção de uma operação de FINAME para aquisição de um equipamento (uma câmara fria).

Em suma, trata-se de uma empresa que apresenta posição de liderança no mercado, baseada em tecnologia derivada dos fundadores e desenvolvida internamente, que procura acordos comerciais com parceiros externos para ampliar não apenas seus mercados, mas também para ampliar sua carteira de produtos. É uma empresa cujo futuro frente às mudanças técnicas mais prementes (coalho genético) dependerá de estratégias comerciais bem sucedidas de representação de produtos de competidores da Christian Hansen no exterior, procedimento que, como vimos, já está sendo empreendido. Encontra, por outro lado, limitações para o investimento

¹⁰ Citam o exemplo da dificuldade em registrar uma apresentação de coalho em gotas, porque as regras determinam a existência de 3 tipos de apresentação: pó, líquido e pasta. Como gotas não especificava que se tratava de produto líquido, houve então paralisação do procedimento de registro.

em razão do custo proibitivo do financiamento bancário, o que pode vir a se tornar uma séria desvantagem competitiva no caso de outras multinacionais quererem, pessoalmente ou através de outros representantes, entrar no mercado brasileiro de coalho genético.

A terceira empresa visitada foi a Novo Nordisk Bioindustrial do Brasil Ltda., uma filial da Novo Nordisk S/A dinamarquesa. Está operando no Brasil desde 1989 e é, em nível mundial, o maior produtor de enzimas e insulina. A empresa foi formada em 1989 pela fusão da Nordisk Gentoft S/A (fundada em 1923), com a Novo Industri S/A (criada em 1925), ambas empresas dinamarquesas. Conta hoje com atividades em 43 países, faturou em 1991 quase US\$ 1,6 bilhão e empregou, neste ano, cerca de 9,6 mil pessoas, das quais 24% estão engajadas em atividades de P&D. Apesar de líder mundial no ramo de enzimas, é em saúde humana que se encontra a principal área de negócios, respondendo, em 1991, por 68% do faturamento do grupo, dos quais cerca de 85% são devidos ao mercado de insulina. A área bioindustrial, onde encontram-se as enzimas, responde por 28% do faturamento, ficando outras atividades, como a produção de biopesticidas e outros insumos para a indústria de alimentos, com os restantes 4%.

Trata-se portanto de uma empresa que vem investindo pesadamente na moderna biotecnologia não só pela pesquisa *in-house*, mas também pela participação em Novas Empresas de Biotecnologia nos E.U.A e no Japão (Zymo-Genetics em Seattle; Entotech em Davis; e Novo Nordisk Bio-industry em Tóquio).

Os gastos em P&D em 1991 corresponderam a mais de 14% do faturamento, o que representa algo em torno a US\$ 230 milhões anuais para pesquisa. Deste gasto, 75% é destinado à área de saúde humana, sendo 24% para diabetes; 18% para enzimas industriais e 5% para proteção de plantas. O número de patentes registradas anualmente demonstra bem a base tecnológica estratégica da empresa: 107, 135 e 139 novas patentes em 1989, 1990 e 1991, respectivamente.

No Brasil a Novo entrou para comercializar boa parte de sua linha de produtos em âmbito internacional, dando entretanto prioridade às enzimas industriais. A área de biofármacos está também sendo introduzida, especialmente com a insulina, o que deverá deslocar o principal concorrente nacional, a Biobrás, que até então detinha praticamente 100% do mercado brasileiro deste produto. O hormônio de crescimento humano também faz parte da estratégia da empresa no Brasil.

A fábrica existente no município de Araucária, nos arredores de Curitiba, possui cerca de 200 empregados, número que triplicou desde a implantação em 1989, e consumiu até agora investimentos de US\$ 30 milhões. Atualmente o faturamento da empresa situa-se na faixa de US\$ 20 milhões, valor que em 1989 foi de cerca de US\$ 6 milhões.

Os maiores mercados para enzimas em nível mundial são, pela ordem: detergentes; hidrólise de xaropes (produção de adoçantes, como o xarope de glucose); panificação; indústria têxtil; laticínios; e tratamento de efluentes industriais. No Brasil esta importância é um pouco diferente: detergentes; panificação; têxtil; e laticínios, são, pela ordem, os principais mercados de enzimas, sendo que as proteases utilizadas em detergentes respondem por 50% das vendas de enzimas. A empresa possui uma planta industrial multipropósito, que produz todo o tipo de enzima comercializada. Relacionados à área alimentar, os produtos são: α amilase tradicional e termoestável; amiloglucosidase; amilase fungal; α amilase farmacêutica; coalho microbiano; e β glucanase.

A empresa exporta para os países do Mercosul, Dinamarca e E.U.A, embora tenha a intenção de centrar suas exportações no âmbito latino-americano, no que chamam de área I - Brasil, Argentina, Paraguai e Bolívia.

Em relação aos aspectos que conferem competitividade à empresa, encontram-se principalmente aqueles relacionados à qualidade do produto e à assistência técnica junto ao usuário. A tecnologia é totalmente obtida na matriz, embora tenha havido um processo de adaptação às condições brasileiras, especialmente às condições climáticas. Não apenas a tecnologia de processos é importada, como também e principalmente as cepas de microorganismos, fonte original de ganhos de rendimento industrial¹¹. A fábrica é totalmente inserida no programa de controle de qualidade - Total Quality Control, desde o serviço de secretaria até o de produção e comercialização.

Preço, a exemplo do que foi dito anteriormente, também não se constitui num elemento competitivo importante, sendo superado pela qualidade e pela assistência técnica. Aqui, talvez mais do que nos dois casos anteriores, a relação usuário produtor seja o ponto crucial da competitividade, dado que boa parte dos produtos exige uma "customização" para o fim a que se destina.

A planta tem um grau médio de automatização, chegando a um índice de cerca de 60% em relação com a planta na Dinamarca, que é integralmente automatizada. A fábrica apresenta um índice de 93% de nacionalização de equipamentos, contando mesmo com serviço próprio de engenharia, à exceção da engenharia básica, esta trazida da matriz.

As atividades de P&D aqui são bem menos importantes que na matriz e nos laboratórios de pesquisa que a firma mantém pelo mundo. Não contam com um departamento ou uma área

¹¹ Embora tenha sido afirmado que a maioria dos microorganismos utilizados pela firma no Brasil tenha sido obtida por técnicas de engenharia genética, não foi possível checar a informação com o material bibliográfico obtido junto à empresa. De qualquer forma, acreditamos que algumas enzimas já estejam sendo produzidas por tais técnicas, certamente na matriz e talvez no Brasil.

específica para P&D, mas mantêm uma equipe de nível superior voltada à adaptação da planta às condições locais. No total, a empresa conta com 11 profissionais de nível superior, sendo 3 com mestrado.

No que toca à formação de pessoal, a firma conta com plano de carreira, gastos permanentes com treinamento e atualização de mão-de-obra, que segundo informações estariam, em média, na faixa de US\$ 400 por funcionário por ano. A taxa de rotação da mão-de-obra foi apontada como sendo de 0,3% e a de ausência no trabalho de 0,2%.

Com relação às políticas governamentais, os pontos cruciais foram praticamente os mesmo apontados pela HA-LA, ou seja, retração do consumo. Nesta empresa também o nível de atividade econômica e o poder aquisitivo da população tem influência direta, embora menos que nas outras empresas, dado tratar-se de uma firma com uma carteira muito mais diversificada de produtos, inclusive com imenso potencial de explorar certos segmentos do mercado farmacêutico.

A questão da propriedade intelectual, embora mais sensível para os produtos da empresa, não foi considerada como um aspecto crucial da política de investimentos e de P&D, porque apresentaria uma "importância econômica menor". Na verdade o controle sobre as cepas microbianas é, sem dúvida, o elemento chave da propriedade industrial e a existência de uma legislação, por mais restritiva que seja, seria um mecanismo a mais e não o principal mecanismo de controle.

Em resumo, trata-se de uma empresa com capacidade de impactar fortemente o mercado brasileiro de enzimas, deslocando produtores nacionais e, principalmente, de alterar o *ranking* de certas classes terapêuticas no mercado farmacêutico, e.g. do mercado de insulina, que a nosso juízo deveria ser alvo de estudo específico. A Novo constitui-se numa porta de entrada de inovações biotecnológicas na área de aditivos para a indústria alimentar, dado seu esforço de P&D e sua tradição de mercado.

A última empresa pesquisada foi a Ferminisch, uma firma suíça que opera no ramo de aromas e fragrâncias¹². Trata-se de empresa familiar que no Brasil opera uma fábrica em Cotia-SP, com 110 funcionários, sendo 52 na produção, 22 na administração e 36 na comercialização. Seu principal mercado é o de fragrâncias, representando cerca de 65% do faturamento, enquanto aromas representam o restante. O faturamento da empresa gira em torno de US\$ 20 milhões, sendo US\$ 7 milhões devidos aos aromas, cujo mercado total hoje no Brasil é de cerca de US\$ 55 milhões.

¹² Desde logo um esclarecimento: aromas referem-se a produtos utilizados na indústria alimentar, enquanto fragrâncias são produtos de aplicação à indústria de tocador. Assim, nossa análise se deterá sobre o segmento dos aromas.

Os principais aromas comercializados pela empresa são os que apresentam sabor de cítricos. Na verdade, a empresa é líder no segmento de cítricos, e detém a terceira posição nos *rankings* nacional e mundial de aromas. O mercado de aromas é bastante concentrado no país, sendo que as 5 maiores respondem por 73% do mercado. Os principais concorrentes são: a IFF, líder com 22% do mercado brasileiro e principal empresa do segmento de "salgados"; Givaudan - Roure, empresa da Hoffman La Roche, com 19% das vendas, especializada em aromas "fantasia"; Ferminisch, com 12%; Haarman, pertencente à Bayer, com 10% e especializada em complementos salgados; e a Unilever, com 9%. Trata-se pois de um segmento dominado por empresas multinacionais.

Os aromas e as fragrâncias são classificados como naturais ou artificiais, mas esta última categoria subdivide-se em 3: "natural reforçado", "idêntico ao natural" e artificial. O produto natural é sempre mais caro, e existe uma tendência, embora lenta, de substituição do artificial pelo natural, ou pelo menos pelas outras duas categorias de "natural reforçado" e de "idêntico ao natural". Esta tendência depende do tipo de produto a que se destina, tendo havido uma substituição mais acentuada na produção de biscoitos (50% de incremento na procura por aromas naturais nos últimos 3 anos) e de laticínios (30% de incremento).

O processo de substituição de aromas depende de uma série de fatores, onde o preço muito mais caro do produto natural certamente participa da decisão de substituição (um aroma natural hoje sai em média 10 a 20 vezes mais caro), mas outros fatores também influem e muito, como o padrão de consumo dos produtos finais. Assim, por exemplo, enquanto o ciclo médio de vida de uma fragrância é de 4 anos, o de um aroma é de 20 anos, justamente devido às dificuldades muito maiores em se introduzir mudanças no gosto de um alimento *vis-à-vis* um produto de limpeza, por exemplo. Ademais, o processo de introdução de novos aromas na indústria de alimentos tem um componente de demanda muito mais pronunciado que de oferta. Ou seja, o processo inovativo tem um peso maior pelo lado da demanda da indústria de alimentos - em interação com o consumidor final -, que pelo lado da oferta de inovações pela indústria de aromas. Já em fragrâncias ocorre exatamente o contrário.

Porém, seja num caso ou no outro, há necessidade de estreita relação entre usuário e produtor de tecnologia. Tanto que a linha de produtos da empresa não se constitui numa listagem fixa, mas ao contrário, os produtos são feitos *à façon*, segundo um processo que inclui o "flavorista" da empresa, que é aquele que faz a composição do aroma, o usuário da empresa que irá empregar o aroma e, indiretamente, o consumidor.

Este tipo de procedimento, como se pode depreender, leva a que os principais elementos de competitividade neste segmento de mercado sejam, além da qualidade do produto, a capacidade de atendimento ao cliente, desenvolvendo aquele produto específico, que apresente a

"nota" certa do componente aromático desejado. Disto decorre duas implicações importantes: a necessidade de contar com uma equipe de vendas que seja ao mesmo tempo capaz de dar assistência técnica; e a necessidade de manter o trabalho de desenvolvimento de produtos como uma atividade indissociável da rotina da firma.

Quanto ao primeiro ponto, um dado revelador: cerca de 85% do pessoal de vendas (constituído por 36 funcionários) são de nível superior. No que diz respeito ao segundo ponto, a rotina exige que a produção esteja ligada às atividades de P&D, que na Ferminisch conta com 1 flavorista engenheiro de alimentos, que é quem vai "montar" o composto para uso em alimentos; 1 *flavor technician*, também engenheiro de alimentos, cuja função é a de "modular" os compostos produzidos pelo flavorista; 1 engenheiro de alimentos para compor o produto no alimento; e 1 farmacêutico bioquímico que faz análise sensorial.

Não há, portanto, uma divisão específica de P&D, mas o processo inovativo é feito como parte indissociável das atividades corriqueiras da firma. Tal não quer dizer que não haja pesquisa descolada de demandas específicas, na verdade, ocorre um movimento paralelo de busca permanente de inovações, especialmente para o aproveitamento de matérias-primas locais, que são extraídas e encaminhadas para análises na matriz em Genebra. Além desse trabalho de apoio à P&D da matriz, a empresa no Brasil faz acordos para a realização de testes de produtos junto a outras empresas e a instituições de ensino e pesquisa, como a SANBRA, a UNICAMP, o ITAL, a USP, entre outros.

Quanto às tendências de inovação no mercado de aromas, anotam-se duas vias prioritárias: o desenvolvimento de bons aromas naturais, produzidos a preços acessíveis, o que significa não apenas empreender a busca, mas também ter alta tecnologia de extração, que é onde boa parte dos problemas de custos podem ser resolvidos; e desenvolver aromas de elevada estabilidade e alto poder de fixação, que resolvam problemas de volatilização e oxidação.

No que diz respeito às relações com as políticas governamentais, a empresa, como importadora de tecnologia e de alguns insumos, vê como extremamente positiva a abertura de importações e a redução de alíquotas. Registra, entretanto, que a ausência de legislação patentária inibe a importação de tecnologia de fronteira para o país¹³.

Além dos impactos negativos impostos pelo nível de atividade econômica e pela queda do poder aquisitivo, a empresa se ressentida de um sistema de registro de produtos mais ágil e mais especializado que o atual, dado que nas instâncias competentes, segundo a empresa, verificam-se critérios confusos, falta de fiscalização adequada às empresas concorrentes e demora

13 Isto não nos parece muito bem fundamentado, na medida em que a empresa opera basicamente com produção sob encomenda e cada produto é extremamente qualificado para cada tipo de usuário.

injustificada. Quanto às condições de infra-estrutura, os problemas mais graves estariam nas telecomunicações, que estariam bastante aquém das necessidades.

Em resumo, trata-se de uma empresa cuja posição competitiva é dependente do processo inovativo, que por sua vez está diretamente ligado a uma necessidade de atendimento rápido e eficiente às demandas dos clientes, e vice-versa. Aparentemente (porque não pôde ser detectada a estratégia da firma na matriz), a empresa não tem se dedicado às novas tecnologias de base biológica e parece que seguem buscando inovações na síntese química e na busca de produtos naturais por extração.

2.4. Políticas Implementadas no Brasil para Biotecnologia

A história das políticas públicas voltadas à promoção do desenvolvimento da biotecnologia no Brasil remonta a 1982, quando no CNPq elaborou-se o Programa Nacional de Biotecnologia - o PRONAB. De lá para cá as ações multiplicaram-se em programas e instrumentos do governo federal e dos governos estaduais. Os estados economicamente mais importantes traçaram seus programas de apoio e, em âmbito federal, tentou-se repetir a fórmula da Secretaria Especial de Informática, criando-se a Secretaria de Biotecnologia, em 1987.

Como não pretendemos aqui discorrer sobre a trajetória das políticas nos anos 80, vale o registro de que as experiências foram múltiplas, quase sempre descontinuadas e tiveram pouca ou nenhuma organicidade. Dentro de um mesmo órgão, como por exemplo o Ministério da Ciência e Tecnologia, conviviam diretrizes paralelas entre CNPq, FINEP e Secretaria de Biotecnologia. Órgãos como Fundação Instituto Oswaldo Cruz e EMBRAPA conduziam suas orientações próprias para biotecnologia nas áreas de saúde e agricultura, respectivamente.

Essa heterogeneidade de instâncias poucas vezes conseguiu aproveitar possíveis efeitos sinérgicos que uma interrelação continuada poderia proporcionar. Na verdade, uma perspectiva de mais longo prazo, e de orientação orgânica surgiu consubstanciada em dois programas: o PADCT e o programa de formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas, o RHAE. Em âmbito estadual merecem destaque as iniciativas do Centro de Biotecnologia do Rio Grande do Sul, do Centro de Desenvolvimento Biotecnológico de Santa Catarina e da Fundação BIO-RIO, no Rio de Janeiro¹⁴.

Destes exemplos, a Fundação BIO-RIO foi o mais ambicioso. Trata-se de uma tentativa de implantação de um pólo de biotecnologia em terreno situado na Ilha do Fundão no Rio de

¹⁴ Há uma série de outros casos mais ou menos exitosos, mas preferimos citar apenas aqueles que não apresentaram descontinuidade desde sua implantação.

Janeiro, cujo objetivo inicial era oferecer instalações para encubadeiras, áreas para a instalação de 70 empresas que atuariam com biotecnologia, e serviços de laboratório e utilidades de uso comum, onde entrariam desde material básico de consumo, como água e gases, até certos equipamentos que poderiam ser utilizados por várias empresas. Os recursos para a implantação do pólo vieram de várias fontes: CNPq, FINEP, BNDES, Prefeitura do Rio de Janeiro (pela isenção fiscal) e Ministério da Educação (pela cessão de uso de uma área no campus da Universidade Federal do Rio).

Até o final de 1990 tinham sido investidos cerca de US\$ 7 milhões a fundo perdido, e mesmo órgãos que dificilmente fazem esta modalidade de empréstimo, como FINEP e principalmente BNDES, colocaram recursos expressivos no projeto. Passados mais de 4 anos, pouco se conseguiu no pólo: utilizaram-se da encubadeira cerca de 8 futuras empresas e até o momento não se instalou sequer uma empresa em definitivo nas áreas destinadas a esse fim. Atualmente a administração do BIO-RIO procura ampliar o escopo de atividades e de finalidades do empreendimento, procurando atrair investidores de áreas correlatas à biotecnologia, como por exemplo química fina.

As explicações para a demora em consolidar o projeto BIO-RIO são de diversas ordens, desde argumentos baseados na conjuntura econômica desfavorável, até o questionamento da existência de investidores e, principalmente, de mercados potenciais para o negócio da biotecnologia no Rio de Janeiro e no Brasil¹⁵. Acreditando ser uma conjugação de vários fatores - mesmo porque não cabe aqui fazer uma avaliação do projeto - o fato é que esta iniciativa revela imensas dificuldades em tornar atraente o empreendimento biotecnológico para o empresariado local.

Em âmbito federal, localizam-se a criação e o direcionamento de instrumentos para a promoção da biotecnologia no país, desde o conhecimento científico básico e aplicado, até o desenvolvimento tecnológico, passando, é claro, pela formação de recursos humanos. No que diz respeito aos investimentos produtivos, a principal fonte de financiamento tem sido o sistema BNDES, ainda que, como veremos, com uma atitude muito tímida. Até o final do Governo do ex-Presidente José Sarney, o banco tinha uma linha de fomento dirigida para as áreas de tecnologia de fronteira, onde naturalmente situava-se a biotecnologia. Posteriormente, o banco acabou com a política de dar tratamento diferenciado para setores e também para estas áreas de fronteira, centrando suas prioridades por temas, como qualidade, competitividade e capacitação tecnológica. É portanto dentro das linhas de financiamento para estes temas que se enquadra o aporte de recursos para a biotecnologia. As linhas CONTEC, "tecnologia" e "capacitação

15 Recentemente, a FINEP, solicitada a investir mais recursos na Fundação, pediu uma auditoria para tomar uma decisão, a qual concluiu pelo condicionamento da liberação de novos recursos (no máximo US\$ 100 mil) à realização de uma série de alterações na estrutura do BIO-RIO.

tecnológica" são as que têm sido acionadas para o financiamento de empreendimentos em biotecnologia.

Se tomarmos os anos de 1990 a 1992, veremos que os recursos daí originados foram muito reduzidos. A Tabela 2.2 mostra a evolução dos financiamentos no período. Registre-se também que não há nenhuma empresa de aditivos alimentares entre as contempladas por estas linhas de financiamento. Ademais, cerca de 47% dos recursos para biotecnologia neste período foram alocados para a Fundação BIO-RIO.

TABELA 2.2
FINANCIAMENTO DO BNDES PARA BIOTECNOLOGIA
(1990/92)*

| Ano | Desembolso para biot. | | Número de contratos | |
|------|-----------------------|------------|---------------------|--------------------|
| | US\$ | % do total | contratos em biot. | total de contratos |
| 1990 | 2.596.627 | 8,0 | 2 | 17 |
| 1991 | 354.678 | 2,0 | 3 | 22 |
| 1992 | 1.244.182 | 3,9 | 3 | 23 |

* exceto FINAME.

Fonte dos dados: BNDES; elaboração do autor.

Outra importante fonte de financiamento é a FINEP, tanto pelo programa Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional - ADTEN, mas sobretudo para projetos de cunho mais acadêmico, e particularmente dentro dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e do programa PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, iniciado em 1985 e que conta com aportes do Banco Mundial. É neste último que se encontra a principal linha de fomento da biotecnologia no âmbito da FINEP.

A evolução dos recursos globais manejados pela instituição a partir de 1985 cresceu durante dois anos, especialmente em 1987, quando houve injeção de recursos vindos do recém criado Fundo Nacional de Desenvolvimento, o FND. A partir de 1988 os recursos vêm apresentando tendência decrescente, pelo menos até o ano de 1991. A Tabela 2.3 mostra a evolução desses recursos entre 1985 e 1991.

Entre as áreas prioritárias da instituição, listam-se 32 programas sistematicamente apoiados, dos quais 2 estão diretamente ligados à biotecnologia (programas de Biotecnologia Industrial e de Biotecnologia na Agropecuária) e 5 estão indiretamente relacionados (Agroindústria, Ciência e Tecnologia da Alimentos; Produção Vegetal; Produção Animal; Ciências Biológicas; e Ciência e Tecnologia em Saúde).

16 Registre-se que a evolução dos recursos vinha sendo, desde 1979, declinante.

TABELA 2.3

EVOLUÇÃO DOS RECURSOS DA FINEP
(1985/91)

| Ano | Recursos totais (Cr\$ 10 ⁶ de dez. 1991) | 1985=100 |
|------|--|----------|
| 1985 | 217.780 | 100 |
| 1986 | 284.705 | 130 |
| 1987 | 392.209 | 180 |
| 1988 | 262.528 | 120 |
| 1989 | 176.672 | 81 |
| 1990 | 106.434 | 49 |
| 1991 | 156.189 | 72 |

Fonte: FINEP (1992).

Historicamente, a FINEP tem destinado a maior parte dos recursos para as aplicações da biotecnologia na área de saúde humana, ficando a agropecuária em segundo lugar. Entre 1980 e 1984 a relação era de 60/40, de 1985 a 1989 alterou-se na direção de maior equilíbrio, chegando quase a uma divisão equitativa. Em 1991, com recursos do PADCT, a instituição destinou cerca de US\$ 2,8 milhões para biotecnologia aplicada à área de saúde e US\$ 2,3 milhões para a agropecuária, perfazendo mais de US\$ 5,3 milhões para projetos biotecnológicos, sendo que enquanto os recursos para a área de saúde foram alocados em 5 projetos, em agropecuária eles foram destinados a 8 projetos.

Dentre os projetos apoiados em 1991, há um relacionado ao desenvolvimento de insumos para a indústria alimentar (melhoramento genético e otimização dos processos fermentativos para a produção de α amilase); 3 na área de saúde animal; 2 em melhoramento genético animal; 3 em melhoramento genético vegetal (sendo 1 visando qualidade industrial do produto agrícola, no caso a soja, e 1 que se utiliza de técnicas de mapeamento genético em milho); e 5 na área de saúde humana. Entre estes projetos, e além deles, se considerarmos os anos de 1990 e 1992, encontram-se investimentos feitos pela FINEP na formação e consolidação de pólos tecnológicos e centros de desenvolvimento, como o próprio BIO-RIO, o Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Santa Catarina; o Centro de Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade de Viçosa; o Centro de Biotecnologia Vegetal em Alagoas; entre outros.

A FINEP não faz priorização dos projetos a serem apoiados, ela tem uma política de atendimento à demanda, julgando os projetos por seu mérito e não por decisão de estimular certas áreas. Apesar de ter colocado como objetivo financiar projetos que estejam mais voltados ao desenvolvimento tecnológico e à aplicação comercial dos resultados, apenas nos últimos 2 anos é que se registrou um efetivo crescimento da participação de empresas em projetos de cooperação com universidades e centros de pesquisa. Colaborou muito para isso a ênfase dada à necessidade de cooperação com empresas ou cooperativas no âmbito do PADCT.

Tomando o PADCT como um todo, a área de biotecnologia foi a terceira área mais apoiada na fase I (1984-91), representando 11,3% dos projetos financiados e tendo recebido 12,6% dos recursos totais, o que corresponde a cerca US\$ 23. Atualmente, na fase II (1991-95), ela é a segunda área mais apoiada, com investimentos previstos de US\$ 40, representando 13,3% dos recursos totais. A relação entre projetos "tecnológicos" (de objetivos mais aplicados) e "acadêmicos" (de geração de conhecimento básico) vem sendo de 60:40.

Além dessas fontes de financiamento para biotecnologia (BNDES, FINEP e PADCT - que está em parte incluído na FINEP) devem ser ressaltados os programas de bolsas de estudos do CNPq e da CAPES e, especialmente, as bolsas concedidas no programa de Recursos Humanos para Áreas Estratégicas, o RHAE, um programa do Ministério da Ciência e Tecnologia, gerido pelo CNPq, FINEP e Secretaria de Coordenação de Programas do MCT, que vem funcionando desde 1988. Trata-se de um programa bem sucedido, com continuidade e voltado à capacitação de recursos humanos nas áreas de biotecnologia, informática/microeletrônica, novos materiais, química fina, mecânica de precisão, energia, meio ambiente, tecnologia mineral e tecnologia industrial básica. Até 1992 foram efetivamente implementadas 11630 bolsas.

As principais áreas são as de informática e biotecnologia. Nesta última o RHAE endereçou, nos 6 primeiros meses de 1992, 1009 bolsas, das quais até então apenas 132 foram efetivamente implementadas, engoblando universidades, centros e institutos de pesquisa, fundações e empresas¹⁷. No total, foram concedidas nesse ano mais de 5000 bolsas, o que significa que a biotecnologia sozinha representa algo como 28% das concessões. Ainda mais do que a FINEP, o RAHE privilegia bolsas que contemplem projetos aplicados, voltados ao desenvolvimento tecnológico.

Vale ainda ressaltar como está representada a política de biotecnologia em nível do MCT. Hoje, a política para biotecnologia encontra-se institucionalizada na "Divisão de Biotecnologia e Química Fina", dentro da Secretaria de Coordenação de Programas do Ministério. Tem fundamentalmente tarefa de representação do Governo em vários órgãos, onde talvez a função mais importante no momento seja a de coordenar a área de biotecnologia no RHAE, através de uma sub-comissão para a área. Além disto, esta Divisão representa o MCT no Grupo Técnico do PADCT e em várias ações multilaterais com organismos internacionais, como a OEA, o PNUD e outros. Embora os técnicos da Divisão tenham orientações gerais de prioridades, tais não estão expressas em um programa oficial do Governo Federal. Ou seja, o Governo não tem um

¹⁷ Nos anos de 1990 e 1991 as relações entre bolsas concedidas e implementadas foram de 65% e 53%, respectivamente, o que se deve, em parte, à desistência de muitas empresas em enviar bolsistas ou em se comprometer a contratar pesquisadores após os estágios de capacitação; fato intimamente ligado à conjuntura econômica, pouco propícia a este tipo de atividade naqueles anos.

programa de biotecnologia, embora já tenha tentado esboçá-lo em outras épocas, especialmente durante os anos 80.

Assim, em linhas gerais, pode-se afirmar que as ações governamentais estão prioritariamente focadas na formação de recursos humanos e na capacitação de alguns centros que começam a se destacar em diversas áreas de aplicação da biotecnologia. Entretanto, e apesar de haver um número expressivo de bolsas e de recursos empenhados a partir de programas do MCT, não há uma organicidade na orientação, de modo a focalizar e priorizar projetos, prevalecendo ainda uma política de "balcão". Ademais, verifica-se uma quase completa ausência de fontes de financiamento apropriadas a investimentos privados de médio a longo prazo de maturação, o que, aliado à ausência de capital de risco fora das agências e bancos de desenvolvimento, inibe fortemente este tipo de empreendimento. Outra característica notável é o pequeno número de projetos de capacitação em biotecnologia de fronteira, especialmente de técnicas de engenharia genética, desde o mapeamento genético, até a manipulação molecular de genes.

Com respeito às relações multi e bilaterais na América Latina, as ações em biotecnologia estão ainda em fase de estruturação. Além da iniciativa organizada pelo PNUD, de uma rede de cooperação na Região, que visou estimular a colaboração entre laboratórios de biotecnologia para projetos específicos, a ação mais notável de cooperação se dá no âmbito do CABBIO (Centro Argentina-Brasileiro de Biotecnologia), criado no final de 1986, e da Escola Brasileiro-Argentina de Biotecnologia, criada em 1987.

O CABBIO vem procurando se estruturar através de projetos entre empresas, universidades e institutos de pesquisa dos dois países, destacando-se atualmente 3 projetos: de produção de batata-semente; de produção de organismos aquáticos (camarões); e de anticorpos monoclonais. Problemas de relações cambiais, de oscilação orçamentária e de normalização de critérios de trânsito de organismos vivos (plantas e animais) entre os dois países têm sido responsáveis, em parte, pela ainda tímida dimensão alcançada pelo Centro¹⁸. Os projetos apresentados devem atender aos critérios de: existir contraparte argentina (no caso de projetos brasileiros); ter interesse comercial evidente; apresentar estudo de viabilidade técnica e econômica; ter impacto social positivo para os dois países; e ser de curto ou médio prazos.

A Escola de Biotecnologia tem como objetivos organizar cursos de complementação nas áreas definidas como de interesse comum; estimular e participar de cursos de pós-graduação em universidades dos dois países; promover e apoiar o intercâmbio de professores entre instituições

¹⁸ Estes problemas são importantes, mas não os únicos e talvez nem mesmo os mais relevantes. A timidez dos investimentos privados em biotecnologia no Brasil, conforme já comentamos, deve-se a um conjunto muito mais amplo de fatores.

dos dois países; e apoiar a promoção de eventos científicos. Esta Escola começa a abrir vagas também para profissionais de outros países (Paraguai e Uruguai), já numa perspectiva de integração ao Mercosul.

No âmbito do Mercosul, as atividades de biotecnologia começam a ser alvo de atenção dentro do marco mais geral de colaboração em ciência e tecnologia, institucionalizado nas Reuniões Especializadas de C&T ocorridas em março e em junho de 1993. Tais Reuniões estão centrando esforços no intercâmbio de informação para a definição de um marco normativo que dê conta das assimetrias nas legislações; para a criação de redes de comunicação; e para a criação de sistemas de informação e serviços tecnológicos. A ponte entre estas instâncias do Mercosul e a estrutura institucional dos países é feita por uma comissão de enlace, para a qual foram chamados especialistas em biotecnologia (entre outras áreas do conhecimento) que estão introduzindo questões e indicações que estimulem a cooperação multilateral em biotecnologia (como por exemplo a extensão da experiência do CABBIO para o âmbito do Mercosul).

Um último ponto que gostaríamos de abordar refere-se à questão da propriedade intelectual para produtos e processos biotecnológicos. Atualmente institui-se uma nova legislação de propriedade intelectual no Brasil, que inclui um novo código de propriedade industrial e a implantação de uma Lei de Proteção aos Cultivares (esta ainda na fase de propostas). Não obstante ambas terem influência sobre a evolução da biotecnologia no país, o código de propriedade deve afetar os processos e produtos biotecnológicos de forma mais ampla, enquanto a proteção aos cultivares restringir-se-á ao desenvolvimento de novas variedades de plantas¹⁹.

As principais alterações em relação à situação anterior são²⁰: a) ampliação do prazo das patentes de 15 para 20 anos, com possibilidade de prorrogação por mais 4 anos, caso as atividades de P&D tenham sido feitas integralmente no país e tenha havido a participação de empresas nacionais²¹; b) previsão de patenteamento para produtos farmacêuticos, químicos e alimentos; c) excluem-se os materiais biológicos encontrados na natureza, as descobertas que não possam ser consideradas invenções, os processos biológicos naturais e os produtos que deles possam ser obtidos; d) por omissão, são admitidas patentes para processos biológicos não naturais e os produtos destes decorrentes, salvo espécies animais; e) permite que o depósito de materiais biológicos substitua a descrição completa de produtos biológicos que apresentem clara dificuldade técnica de descrição; f) a licença compulsória só será possível após 3 anos da concessão da patente e se houver abuso do direito por parte do proprietário, como domínio dos mercados, eliminação dos concorrentes, margens abusivas de lucros, não fabricação completa do

19 Na verdade a separação não é tão clara, pois, como veremos, há superposições e antagonismos entre as duas legislações em proposição.

20 Os pontos a seguir foram extraídos de Kageyama *et alii* (1992).

21 A questão dos prazos ainda não estava totalmente definida quando do término deste texto

produto no país, não uso do processo patenteado, e insuficiência de oferta para os mercados; g) a caducidade da patente só ocorre 2 anos após a concessão de licença compulsória.

Já a proposta de lei de Proteção aos Cultivares procura seguir o modelo da legislação européia, conhecida como UPOV - Union pour la Protection des Obtentions Végétales, na versão de 1978, que representa uma legislação pouco restritiva. Por esta proposta passariam a ser passíveis de proteção todas as sementes e mudas de espécies vegetais, por um período de 15 a 25 anos, dependendo do ciclo da espécie em questão (se cultura anual ou perene). Os direitos de propriedade nesta legislação seriam reitados, já que seriam permitidos os usos para reprodução pelo próprio agricultor e para o trabalho de melhoramento genético. Como nesta proposta se prevê que este seja o único mecanismo de proteção às obtenções vegetais, há aí um ponto de conflito com o PL 824, que permite o patenteamento de qualquer organismo vivo, salvo animais, desde que obtidos por meios não naturais²².

Enquanto a nova lei mais geral de propriedade industrial já é um fato, a lei de proteção aos cultivares deve demorar mais tempo para ser institucionalizada. Supondo entretanto que ambos projetos venham a ser transformados em leis e que o problema do conflito existente entre eles seja sanado, estarão colocados novos condicionantes para o investimento em biotecnologia no Brasil. Entretanto, no médio e curto prazos os efeitos de tais mudanças nas regras do jogo podem não representar modificações notáveis sobre as estruturas de mercado vigentes nos setores afins à biotecnologia, nos níveis de investimento, e no grau de desenvolvimento da biotecnologia no país.

Pelo lado dos aditivos para a indústria alimentar, a natureza da mudança técnica que está em curso no mundo, aliada a outros fatores, vem estimulando um movimento de concentração técnica e econômica destes mercados, processo no qual os mecanismos jurídicos de apropriabilidade, apesar de ainda importantes, tendem a ceder espaço para outros mecanismos, como o segredo e a manutenção das fontes originais de inovação sob controle das matrizes das empresas líderes dos mercados. Assim, vários motivos levam a crer que os impactos gerais de tais legislações no Brasil estariam muito mais relacionados aos efeitos "benéficos" sobre o comportamento dos agentes econômicos (existência de regras, ambiente institucional mais estável, etc.) que propriamente como mecanismo de garantia de direitos de propriedade, dado que, por um lado, a eficiência relativa dos mecanismos jurídicos em produtos e processos biológicos é menor²³ e, por outro lado, a existência de uma tal legislação não alteraria significativamente o elenco das empresas que estão hoje na liderança da pesquisa biotecnológica.

22 Para uma boa discussão sobre a Lei de Proteção de Cultivares e seus possíveis efeitos no mercado brasileiro de sementes, ver Kageyama *et alii* (1992).

23 Isto porque em processos e produtos biológicos interagem efeitos aleatórios capazes de alterar o produto (mutações); existe a possibilidade de auto-reprodutibilidade (nos casos, por exemplo, de sementes e

Não se quer dizer com isto que tais mecanismos de apropriabilidade não sejam importantes, eles o são, mas em termos de impactos para o desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, sua importância é reduzida, pelo menos dentro da atual conjuntura de ausência de uma política mais geral e completa para o desenvolvimento do setor. A patente, ou qualquer outro instrumento do gênero, só poderia ser encarada como algo transformador da atual situação se estivesse considerada como um instrumento de política dirigido a um projeto de desenvolvimento maior, ou, no caso, setorial. A existência de uma legislação mais restritiva de propriedade, dentro da atual circunstância, onde de um lado há ausência de um projeto de desenvolvimento mais global e de outro há um processo de concentração técnica e econômica por parte de quem está criando e detendo o novo conhecimento, não deverá ser fator determinante nem do avanço nem do fracasso da biotecnologia no país.

microorganismos), e a possibilidade de completa descrição do objeto patenteado, além de ser tecnicamente difícil ainda está sujeita a revisões constantes (justamente pela possibilidade de ocorrência de mutações e/ou de ocorrência natural, ou ainda pela possibilidade de desenvolvimento de "parentes próximos" ao produto patenteado).

3. ELEMENTOS PARA UMA POLÍTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DA BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

O presente estudo evidenciou pontos gerais e específicos sobre o desenvolvimento da biotecnologia em nível internacional, seu perfil atual no Brasil, destacando a área de aditivos para a indústria alimentar. Nesta parte do estudo procuraremos retomar e resumir algumas conclusões que podem ser extraídas das três partes anteriores, bem como fazer sugestões de políticas e de indicadores que reflitam a forma e o grau do desenvolvimento da biotecnologia no país, em particular na área de aditivos que vimos aqui enfocando.

3.1. Uma Interpretação da Situação Atual

Com relação às conclusões que podem ser extraídas do contexto evolutivo da biotecnologia em âmbito internacional, podemos ressaltar algumas de suas características:

a) a biotecnologia não se constitui numa nova indústria, uma bioindústria. Esta continua dispersa entre os vários setores tradicionais nos quais a biotecnologia está sendo aplicada;

b) há dificuldades sérias para o estabelecimento de firmas especializadas, sobretudo devido a problemas para o desenvolvimento e colocação de produtos no mercado, problemas de sustentação financeira de longo prazo e outros de corte institucional, como os relativos à propriedade intelectual;

c) há defasagens setoriais sensíveis entre, de um lado as áreas de saúde humana e, de outro lado as agrícola e alimentar (considerados, consensualmente, os maiores mercados da biotecnologia);

d) a área de produção de aditivos alimentares está, depois da de saúde humana, apresentando os maiores impactos em termos de substituição de produtos e processos, até porque sua base inovativa está, da mesma forma que na produção de biofármacos, centrada na manipulação de microorganismos e na otimização de processos fermentativos;

e) há ainda indefinições marcantes sobre a conformação do ambiente institucional que deverá compor o conjunto de normas e convenções indispensáveis ao processo decisório.

Alguns condicionantes podem ser alinhavados como explicação dessas características:

O primeiro refere-se às lacunas técnico-científicas. É consensual na literatura que existem lacunas de base científica e de base técnica que resultam em condicionantes dos caminhos do desenvolvimento da biotecnologia. No caso por exemplo das aplicações à área vegetal, as

dificuldades de manipulação de caracteres poligênicos é um obstáculo objetivo para o progresso da biotecnologia na agricultura. Já nos processos fermentativos baseados em microrganismos modificados por engenharia genética, os obstáculos referem-se ao domínio sobre a expressão das características genéticas introduzidas e à estabilidade genética do organismo "engenheirado".

"O segundo condicionante remete à forma de organização dos mercados, nas seguintes dimensões: a) setorial, da importância da inovação tecnológica (o grau de esgotamento dos paradigmas e trajetórias) e biotecnológica para cada mercado em particular; e b) intersetorial, do movimento de reorganização dos setores industriais envolvidos, que cria diferentes níveis de 'afinidades' com a biotecnologia, através da diversificação dos mercados. Em ambos os casos se caracterizam posturas defensivas (de monitoramento), ativas (de investimentos em NEBs, colaborações, ou em pesquisa *in-house*) e mistas" (Salles Filho, 1993:164).

"O terceiro condicionante geral refere-se aos aspectos institucionais, onde figuram aqueles relativos à propriedade intelectual e à regulamentação da produção, da comercialização e do uso de produtos biotecnológicos" (idem, p.166).

No Brasil, como vimos, há uma maior participação de investimentos em biotecnologia agrícola, se compararmos com o que ocorre nos países desenvolvidos. Vimos também que não apenas o número absoluto de firmas envolvidas com biotecnologia de uma maneira geral é pequeno, como também é bastante reduzido o impacto comercial dos investimentos existentes, destacando-se aí a falta de atração do negócio biotecnológico para o empresariado local. Tal fenômeno se explicaria pelas condições econômicas adversas ao investimento que o país atravessa há mais de 10 anos; pela completa inadequabilidade dos canais de financiamento hoje disponíveis; pelos altos riscos e elevados prazos de maturação associados a este tipo de investimento; e pelo fato de que os mercados mais dinâmicos atualmente para a biotecnologia em todo o mundo são bastante concentrados e dominados por companhias multinacionais, que mantêm seu esforço de P&D no âmbito das matrizes, acelerando o movimento de concentração técnica e econômica.

Antes de entrarmos na proposição de políticas, vale ainda acrescentar alguns comentários sobre as aplicações da biotecnologia nos complexos analisados nesse estudo - óleos vegetais, café, laticínios, abate e suco de laranja. Embora de um ponto de vista potencial exista um conjunto bastante grande de possibilidades de aplicação desse novo conhecimento, que vão desde inovações na parte agrícola, até a parte industrial, passando pela introdução de novos insumos, há algumas implicações mais evidentes que merecem aqui ser enunciadas.

Em relação ao suco de laranja, como se pode ver na nota técnica específica, a biotecnologia tem uma importante aplicação no desenvolvimento de métodos de controle de doenças da laranja, particularmente do "Declínio", que pode trazer prejuízos substantivos à

lavou. O desenvolvimento de *kits* de diagnóstico a serem usados no âmbito da propriedade, assim como a transformação genética dos organismos responsáveis pela doença (através por exemplo de técnicas de ADNr "anti-sense") pode ser de grande utilidade no curto prazo.

Em óleos vegetais as implicações mais diretas na moderna biotecnologia estão no auxílio à adaptação de novas espécies, como a canola, e no desenvolvimento de variedades de soja com menor teor de ácidos graxos saturados. A forte capacitação tecnológica existente no Brasil em soja é um ponto de partida importante mas insuficiente para tal tarefa, já que é preciso um processo de reciclagem visando ao aprendizado do novo conjunto de técnicas e habilidades requeridas para realizar, por exemplo, o mapeamento e a manipulação dos genes envolvidos.

No caso do café acontece algo semelhante à soja, no sentido de que há uma forte capacitação interna para o trabalho do melhoramento, mas que também precisa sofrer reciclagem na direção do novo conhecimento. As aplicações mais imediatas estão no desenvolvimento de técnicas de cultura de tecidos para buscar ganhos de produtividade no curto prazo. Além disso, deve-se avançar no mapeamento e identificação dos germoplasmas utilizados no melhoramento para estabelecer rotinas de diferenciação qualitativa de variedades, visando a atender novas demandas como menor teor de cafeína ou aspectos organolépticos mais valorizados pelos consumidores.

Em suínos o trabalho de melhoramento dedicado a características nutricionais da carne (menor teor de gordura, melhor qualidade protéica) e de alimentação animal (uso de hormônios de crescimento, como a somatropina suína - PST - que inclusive proporciona carnes com menor quantidade de gordura), são aspectos já em desenvolvimento no país e que podem e devem ter sua base de P&D ampliada. Na área de bovinos o aporte fundamental no Brasil é o aumento da produtividade através de depuração dos rebanhos por meio de técnicas de transferência e sexagem de embriões. Vacinas para os rebanhos avícola, suíno e bovino são também alvos de curto prazo para os quais a moderna biotecnologia está contribuindo com certa velocidade.

Por fim, em laticínios, como vimos no presente trabalho, são fundamentais as inovações em aditivos e insumos empregados no processamento do leite, tais como coalhos, fermentos, aromatizantes, etc. Ademais, vale registrar que o Brasil já dispõe de tecnologia de hormônios para o aumento da produção de leite em escala comercial, que é o caso específico do BST - somatropina bovina - comercializado pela Monsanto e por outras empresas no país.

Quanto ao caso específico do segmento de aditivos para a indústria alimentar, a presença maciça de multinacionais empenhadas no desenvolvimento do novo conhecimento científico e tecnológico indica que os impactos serão em grande parte ditados pelas estratégias dessas firmas para com o mercado brasileiro.

3.2. Proposições de Políticas

3.2.1. Políticas gerais para a estruturação técnica e econômica

Num nível mais geral, poderíamos enunciar algumas diretrizes com vistas à estruturação da biotecnologia no país como base ao desenvolvimento tecnológico nas principais áreas de aplicação, considerando: a) os condicionantes relativos ao conhecimento técnico-científico consistem-se elementos objetivos de limite ao desenvolvimento empresarial e setorial; b) a diferença no dinamismo tecnológico dos principais mercados afetos à biotecnologia, no que respeita à maior ou menor premência por inovações, vem sendo o elemento atrator mais importante no desenvolvimento tecnológico e na formação dos mercados da biotecnologia; c) a necessidade de novos mecanismos institucionais de regulamentação para novos produtos e novos mercados coloca condições "extras" de incerteza ao empreendimento empresarial. Parece-nos, assim, importante implementar instrumentos de políticas que tomem em conta e que venham a atender as necessidades e as questões estratégicas relacionadas a estes três elementos estruturais básicos. Antes de qualquer sugestão em âmbito setorial, é fundamental que haja uma política formal e orgânica que contemple o curto, o médio e o longo prazos.

Para o desenvolvimento do conhecimento técnico-científico, deve-se eleger centros de excelência para o investimento em conhecimento básico e aplicável, nas principais áreas disciplinares de aplicação da moderna biotecnologia, que são saúde humana (diagnósticos e terapias), agricultura (produção, insumos e armazenagem), processamento de alimentos, conservação e recuperação ambiental e geração de equipamentos e insumos para suporte da aplicação da biotecnologia.

Não é possível alcançar algum nível de excelência, com uma defasagem temporal aceitável em relação aos países desenvolvidos, se não houver uma política de concentração de recursos da área de ciência e tecnologia não apenas para instituições específicas, mas para programas de pesquisa específicos.

A identificação de áreas prioritárias do conhecimento, que representem âmbitos de capacitação com grande poder de desdobramento (relativas às *core technologies*) e sua localização em centros escolhidos para seu desenvolvimento, apresenta-se como uma necessidade inadiável em face do ritmo de evolução que vem assumindo a biotecnologia nos países desenvolvidos. A recuperação do atraso relativo deveria ser empreendida de imediato através, entre outros mecanismos, do envio sistemático e dirigido de técnicos para formação nos principais laboratórios do mundo.

Em relação ao segundo item, relativo à importância desigual das áreas de aplicação da biotecnologia, que em parte é devida aos diferentes dinamismos tecnológicos dos setores afetados pelo novo conhecimento, as políticas de direcionamento de recursos de C&T para o desenvolvimento tecnológico e para o investimento privado devem estar calcadas em análises que apontem, tanto quanto possível, o potencial de absorção da nova tecnologia no curto e médio prazos nos mercados já existentes, bem como o potencial de criação de mercados radicalmente novos. Ademais, devem também ter em conta as capacidades de desdobramento das tecnologias e dos mercados no longo prazo. Tal observação remete, obviamente, à existência de indicadores de prioridades, mas que sejam constantemente revisados em função do caráter incerto e formativo dos impactos econômicos da moderna biotecnologia.

Com respeito ao terceiro item, das condições de regulamentação dos novos produtos e novos processos e de sua introdução na esfera produtiva, as políticas devem estar calcadas em perspectivas que nem sejam obstaculizadoras do desenvolvimento (relativas, por exemplo, à proibição da comercialização de produtos geneticamente modificados), nem tão inocentemente liberais que deixem de aproveitar certas vantagens comparativas relacionadas ao meio físico e aos mercados com maior capacidade de absorção tecnológica, ou com potencial de crescimento dentro das novas regras do comércio internacional.

Exemplificando o primeiro ponto, a questão do aproveitamento do patrimônio genético exige um tratamento urgente por parte da sociedade brasileira e que não pode mais se ater à esfera da retórica. Esta vantagem estática do país só pode ser transformada em uma vantagem de fato no caso de um empreendimento sistemático de reconhecimento, catalogação, formação de bancos de germoplasma e, sobretudo, controle do fluxo internacional desse germoplasma. O Brasil necessita de um programa para tornar dinâmica essa vantagem comparativa e ele pode, caso faça isso, vir a ser um dos protagonistas desse fluxo.

No segundo ponto, das regras de liberação de organismos geneticamente modificados, o país não pode, como vem fazendo, aceitar tacitamente que tal introdução se dê sem qualquer regulação, sob pena de deixar de empreender, através de regras adequadas à realidade sócio-econômica do país, instruções de regulamentação que possam eventualmente servir de instrumentos de políticas.

Em linhas gerais, propomos a elaboração imediata de um programa de longo prazo, descentralizado mas coordenado de prioridades, nos âmbitos do conhecimento científico e da aplicação técnica; da consideração das especificidades dos mercados (existentes e em criação); e dos instrumentos de regulação.

3.2.2. Políticas setoriais

Justamente por apresentar uma grande heterogeneidade quanto aos impactos setoriais, com maior e crescente desenvolvimento nos ramos produtivos relacionados à produção de diagnósticos e terapêuticos *vis à vis* aqueles relacionados à agricultura e à produção alimentar; e porque os setores apresentam dinamismos tecnológicos nitidamente distintos, parece claro que as políticas para biotecnologia devem, a partir de um nível mais geral como o acima apontado, ser setorializadas. Mais ainda, devem estar referidas, quanto à sua aplicabilidade para o crescimento industrial e econômico, a segmentos de mercado dentro de um determinado setor ou ramo da economia.

Nos projetos mais específicos de capacitação técnica e econômica para processos e produtos biotecnológicos, a dimensão "nicho de mercado" deve ser um dos elementos decisórios para o apoio; nicho não no sentido de mercados pequenos e de alcance restrito, mas de segmentos onde embora possa ter resultados modestos num primeiro momento, a capacitação em biotecnologia seja empreendida com vistas a desdobramentos futuros, ao crescimento do mercado e das firmas nele atuantes.

Assim, tal perspectiva pode ser considerada tanto para novas e pequenas firmas de biotecnologia, como para firmas estabelecidas cujos processos produtivos tenham afinidade com as novas tecnologias ou cuja estratégia possa prever o ingresso em novos negócios. Além das Novas Empresas de Biotecnologia, as empresas tradicionais que se "biotecnologizam" são também um caminho desejável. Programas de avaliação da importância da biotecnologia para indústrias de peso no país, como açúcar e álcool, sucos cítricos, laticínios, sementes, etc., são tão necessários quanto outros que enveredem para a criação de novos setores industriais.

A modernização tecnológica de indústrias que já se utilizam de processos biotecnológicos, embora com técnicas tradicionais, é um passo de curto prazo que apresenta as vantagens de já contar com mercados organizados e escala para incorporar novos métodos produtivos e de possuir uma certa capacitação tecnológica que, embora não esteja necessariamente referida ao novo conhecimento, pode ser um importante ponto de apoio para uma estratégia mais global de capacitação.

Uma necessidade a mais que se impõe para as empresas que já trabalham com processos biológicos, ou que operam em mercados ameaçados pelas novas tecnologias, está relacionada às perspectivas de substituição de processos e de produtos. Os casos da substituição do açúcar de cana por sucedâneos e de uma série de produtos terapêuticos outrora extraídos de órgãos humanos e de animais e plantas, por similares obtidos através de microorganismos geneticamente modificados, são ilustrativos.

No caso da indústria de aditivos para o setor alimentar, vem ocorrendo algo semelhante, como vimos. Tanto a mudança de processos como a introdução de novos produtos requerem um movimento de atualização tecnológica para as firmas estabelecidas. No caso relatado, de substituição do coalho bovino pelo coalho genético, fica evidente a situação de fragilidade das empresas nacionais, que se veem obrigadas ou a modificar seus processos produtivos para competir com as multinacionais que incorporaram tal tecnologia, ou a se tornarem meras representantes comerciais dos produtos dessas empresas.

Uma política de objetivos mais amplos deveria estimular a capacitação no novo conhecimento, de modo a que as empresas deste ramo empreendam um esforço de aprendizado dos novos processos, que as capacitem a voltar a produzir, agora sob a égide da nova base técnica.

Quer dizer, é desejável que as empresas nacionais não se atenham à representação comercial, mas ingressem na produção, empreendam metas de aprendizado, capacitando-se técnica e economicamente para competir no mercado. Isto, além da habilidade técnica que tem de ser desenvolvida, requer habilidade em fazer acordos com firmas estrangeiras, tanto com firmas estabelecidas, quanto com NEBs.

Nesse sentido, a existência de uma legislação de propriedade intelectual pode trazer benefícios, na medida em que diminui os entraves para a elaboração de tais acordos. Paralelamente, é importante que haja um procedimento ostensivo de capacitação técnica de pessoal, o que pode ser conseguido se houver um maior direcionamento dos programas de formação de recursos humanos no país, como é o caso do RHAIE, que poderia ser aproveitado para fazer parte de uma política de capacitação de longo prazo.

3.2.3. Políticas relacionadas aos fatores sistêmicos

Em relação aos fatores sistêmicos, três aspectos são particularmente importantes: a) relativos à existência de uma base institucional de pesquisa, desenvolvimento e ensino; b) relativas à criação de normas para a pesquisa, a produção e a comercialização de processos e produtos biotecnológicos; e c) relativas aos mecanismos de financiamento. Como já abordamos os dois primeiros aspectos nos itens acima, valeria aqui tecer alguns comentários quanto ao ponto dos mecanismos de financiamento.

Um dos motivos do Brasil apresentar um perfil diferente de evolução do investimento privado em biotecnologia daquele observado nos E.U.A, refere-se à inexistência de capital de risco, que obstaculiza o surgimento de novas empresas especializadas e limita as possibilidades de cooperação entre empresas estabelecidas e empresas emergentes ou de desenvolvimento

tecnológico. A participação pequena de NEBs no país e a dificuldade de engajamento de empresas estabelecidas são, em parte, reflexos desse problema.

Como tal questão no fundo remete ao problema mais geral de instabilidade econômica crônica no país, que impede que este tipo de mecanismo se estruture e cumpra seu papel na economia, deve-se, num primeiro momento, atentar para a revitalização de linhas preferenciais de financiamento por parte dos bancos de investimento, com critérios não apenas definidos em moldes gerais, como foi feito durante um tempo para as chamadas áreas estratégicas, mas alicerçados e integrados às definições de prioridades inscritas num programa de biotecnologia; prioridades estas que devem ir além da mera indicação do que pode, num dado momento, ser considerado mais importante, mas que contemplem um círculo virtuoso de capacitação prevendo efeitos de transbordamento e de inserção futura em outras áreas e outros mercados.

Apesar de óbvio, merece ser repetido que a atual inadequabilidade dos mecanismos de financiamento e a quase inexistência de meios minimamente satisfatórios de intermediação financeira, decorrentes da escalada inflacionária e da política de taxas de juros muito elevadas, é um fator impeditivo de qualquer iniciativa de mais longo prazo para a capacitação tecnológica em biotecnologia no país.

Assim, as políticas para biotecnologia no país, no nosso entender, devem buscar, no curto prazo, uma definição de prioridades de desenvolvimento e, para terem efeitos virtuosos devem, necessariamente, ser conduzidas de forma orgânica: financiamento, fortalecimento de mercados, formação de recursos humanos e participação de empresários dispostos a empreender projetos de criação de capacitação e de formação de mercados devem estar norteados por uma política que dê diretrizes e oriente prioridades. Os mecanismos existentes, precisam ser reforçados e coordenados. Os programas RAHE, PADCT e as linhas de financiamento da FINEP, do BNDES (e de outros bancos de desenvolvimento), e os pólos de tecnologia, podem ser potencializados se pensados de forma orgânica e se focalizadas certas prioridades. Tudo isto, é claro, deve ser feito considerando-se a participação das grandes instituições de pesquisa (EMBRAPA, ITAL, FIOCRUZ) e das universidades²⁴. Esta, nos parece, é uma atividade básica, sem dúvida a mais importante que pode ser empreendida no curto prazo.

²⁴ De todo este conjunto de instituições, os centros de pesquisa e as universidades parecem ser os mais difíceis de engajar em planejamentos desse tipo. Com relação às universidades, acreditamos que o engajamento deva ocorrer parcialmente, até porque não se pensa em desvirtuar suas qualidades decorrentes da liberdade de criação. Já quanto aos centros de pesquisa, o engajamento é menos problemático e mais desejável. Um exemplo de como isso pode se dar é o mecanismo de promoção do pesquisador que está sendo empregado em alguns centros da EMBRAPA, pelo qual modificam-se os critérios de promoção, reduzindo o peso que têm as publicações científicas e aumentando o peso da participação em projetos de desenvolvimento tecnológico. Tal procedimento começa a alterar o perfil da instituição.

4. INDICADORES DE COMPETITIVIDADE

No que diz respeito aos indicadores para avaliar a competitividade da biotecnologia no país, fica muito difícil definí-los numa situação na qual ainda não há mercados minimamente estruturados e onde a participação de empresas nacionais e mesmo multinacionais na moderna biotecnologia é bastante reduzida. Entretanto, a experiência recente de avaliação do desempenho de algumas empresas de biotecnologia no Brasil evidenciou alguns pontos que, acreditamos, podem ser extrapolados para situações mais gerais. Tais são:

a) a influência da estrutura gerencial nos caminhos dos investimentos privados em biotecnologia, no que diz respeito: (i) à capacidade de articulação ao ambiente externo, e (ii) à dinâmica gerencial interna da firma;

b) a influência do tipo de mercado privilegiado sobre o desempenho das firmas, no que diz respeito: (i) ao seu tamanho e ao seu potencial de crescimento, (ii) à sua capacidade em absorver inovações (ou ao seu dinamismo tecnológico);

c) a influência da capacidade de sustentação financeira nos rumos do investimento;

d) a influência da estratégia de acesso aos mercados visados;

e) a influência dos limitantes técnico-científicos e a importância das cumulatividades existentes e adquiridas.

Em termos mais concretos, os indicadores mais relevantes seriam:

- forma e grau de articulação com os grupos controladores (quando for o caso);

- a capacidade financeira das empresas maiores e sua importância para a cooperação com pequenas empresas;

- planejamento de curto, médio e longo prazos para geração de caixa para sustentar necessidades de investimentos de mais longo prazo;

- capacidade de realizar acordos pré-competitivos de cooperação para pesquisa, produção e comercialização.

Numa perspectiva mais quantitativa, o desempenho de empresas de alta tecnologia pode ser mensurado pelas seguintes medidas: *burn rate*, que mede quanto capital está sendo consumido pela empresa por mês; *burn rate* de P&D, que representa o consumo em pesquisa e desenvolvimento; *burn rate* de tecnologia, que é a soma dos gastos com P&D com os gastos médios mensais com capital fixo; *overall burn rate*, que representa a soma de todos os custos e gastos mensais; *net burn rate*, que é a *overall* menos as rendas mensais médias da firma, o que dá

idéia do consumo líquido de recursos financeiros; *survival index*, que é uma medida entre o consumo líquido de recursos financeiros sobre a disponibilidade de reservas das firmas (*cash book*).

A constatação de uma *burn rate* elevada e de uma *net burn rate* positiva indicam que a empresa está ainda em fase de estruturação, que não começou a gerar retornos suficientes para cobrir seus gastos gerais e, particularmente com atividades de P&D. Da mesma forma, o comportamento do *survival index* serve para medir se os investimentos em desenvolvimento tecnológico de produtos estão caminhando satisfatoriamente (índice decrescente) ou não (índice crescente).

Na verdade este tipo de medição aplica-se sobretudo a novas firmas, sejam elas NEBs ou *joint ventures*. São indicadores complementares e aplicáveis a mercados em formação. Adicionalmente, é da maior importância monitorar os caminhos que estão sendo trilhados pelas grandes companhias que estão investindo na moderna biotecnologia e suas possíveis estratégias para os mercados correlatos e para o mercado brasileiro. Este monitoramento permanente é uma tarefa essencial e complementar à determinação de prioridades para se traçar programas de desenvolvimento da biotecnologia no país.

BIBLIOGRAFIA

- AHMED, I. Biotechnology and rural labour absorption. In: SASSON, A. & COSTARINI, V. Biotechnologies in perspective. Paris: UNESCO, 1991, 166 pp.
- BDM Biotechnology & Development Monitor. Set, 1989.
- BIO/TECHNOLOGY, Abr/Ago, 1992.
- BURRILL, G. S. & LEE Jr., K. B. Biotech 91: a changing environment. San Francisco: Ernst & Young, 1990.
- BUSINESS WEEK, Mar, 1992.
- CERANTOLA, W. A. Estratégias tecnológicas das empresas de biotecnologia no Brasil: um estudo exploratório. São Paulo: FEA/USP, 1991 (Dissertação de Mestrado).
- FANFANI, R.; GREEN, R. H. & RODRIGUES ZUÑIGA, M. Biotechnologies et technologies de l'information, le problème de l'innovation dans l'agroalimentaire. Paris: INRA, 1992.
- FREEMAN, C. & PEREZ, C. The diffusion of technical innovations and changes of techno-economic paradigm. Paper presented at the Conference on Innovation Diffusion, Venice, 17-21 Mar, 1986.
- GALHARDI, R. M. A. A. Employment and income effects of biotechnology in Latin American: a speculative assessment. Geneva: ILO, 1993.
- GEBM - Genetic Engineering and Biotechnology Monitor. UNIDO, n. 32, 1990.
- GOODMAN, D.; SORJ, B. & WILKINSON, J. Da lavoura às biotecnologias. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- JAFFÉ, W. R. (coord) Estratégias gerenciais de empresas de agrobiotecnologias en América Latina. San José de Costa Rica: IICA, 1992 (mimeo).
- JAFFÉ, W. R. La problemática del desarrollo de las agrobiotecnologias en América Latina. San José de Costa Rica: IICA, 1991 (Série Documentos de Programas; n. 23).
- JOLY, P-B. & DUCOS, C. Les artifices du vivant. Stratégies d'innovation dans l'industrie des semences. Abr, 1992 (Prova tipográfica para impressão obtida com os autores).
- KAGEYAMA, A.; MELLO, M. T. L. & SALLES FILHO, S. L. M. Biotecnologia e propriedade intelectual para novos cultivares. Brasília: IPEA/PNUD, 1992 (Projeto BRA 91/014).
- KUHN, T. S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- MOWERY, D. C. & ROSENBERG, N. Technology and the pursuit of economic growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, 330 pp.

- OAKEY, R.; FAULKNER, W.; COOPER, S. & WALSH, V. New firms in the Biotechnology Industry - their contribution to innovation and growth. London: Pinter Publishers, 1990, 174 pp.
- OCDE L'Evolution des dépenses de science et technologie dans le zone OCDE au cours des années 1970. Paris, 1982.
- OTA Office of Technology Assessment Commercial Biotechnology: an international analysis. Congress of the United States. Washington, 1984.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy, v. 13, n. 6, 1984.
- PEREZ, C. & SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: Dosi et alii Technical change and economic theory, London: Frances Pinter, 1988.
- PISANO, G. P.; SHAN, W. & TEECE, D. Joint ventures and collaboration in the biotechnology industry. In: MOWERY, D. C. International Collaborative Ventures in U.S. Manufacturing. Cambridge/Massachusetts: Ballinger Publishing Co., 1988.
- QUINTERO, R. Estado del arte de la aplicacion de la biotecnologia a nivel internacional. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados/USP, 1991.
- SALLES FILHO S. L. M. Fundamentos para um programa de biotecnologia na área alimentar. Cadernos de Difusão de Tecnologia. EMBRAPA, v. 3, n. 3, 1986.
- SALLES FILHO, S. L. M. A dinâmica tecnológica da agricultura: perspectivas da biotecnologia. Campinas: IE/UNICAMP, 1993 (Tese de Doutorado).
- SCRIP Italian R&D spend up 10% in 1990. PJB Publications Ltd, 1991 (SCRIP; n. 1666).
- WILKINSON, J. O Futuro do Sistema Alimentar. São Paulo: Hucitec, 1989, 142 p.

RELAÇÃO DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| TABELA 1.1 | PERFIL DOS GASTOS COM PESQUISA E DO FATURAMENTO DE NOVAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA NA ÁREA DE SAÚDE HUMANA..... | 26 |
| TABELA 1.2 | PERFIL DOS GASTOS COM PESQUISA E DO FATURAMENTO DE NOVAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA NA ÁREA AGRÍCOLA..... | 26 |
| TABELA 1.3 | DISTRIBUIÇÃO DE EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA POR ATIVIDADE DE PESQUISA | 27 |
| TABELA 2.1 | ÁREAS DE ATUAÇÃO DE 62 EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA* | 35 |
| TABELA 2.2 | FINANCIAMENTO DO BNDES PARA BIOTECNOLOGIA (1990/92)* | 57 |
| TABELA 2.3 | EVOLUÇÃO DOS RECURSOS DA FINEP (1985/91) | 58 |
| QUADRO 1.1 | ALGUMAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO POR ENGENHARIA GENÉTICA A PROBLEMAS DA PRODUÇÃO ALIMENTAR | 29 |
| QUADRO 2.1 | IMPACTOS SOBRE O TRABALHO ADVINDOS DA BIOTECNOLOGIA NAS ÁREAS AGRÍCOLA E ALIMENTAR | 33 |
| QUADRO 2.2 | PERFIL DE EMPRESAS ENVOLVIDAS COM BIOTECNOLOGIA NO BRASIL (1990)..... | 39 |
| QUADRO 2.3 | CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS..... | 41 |
| FIGURA 1.1 | DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS NEBS AMERICANAS SEGUNDO ÁREA DE ATUAÇÃO..... | 18 |
| FIGURA 1.2 | EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS NAS ÁREAS DE APLICAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NOS EUA (1983/90) | 18 |