

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A BIOTECNOLOGIA E SUAS PRINCIPAIS
POSSIBILIDADES ECONÔMICAS

**Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para
obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420 - Monografia.**

Por: Alexandre Schuch de Oliveira

Orientador: Pedro Antônio Vieira

Área de Pesquisa: Economia da Tecnologia

Palavras – Chaves: **1 - Biotecnologia**
 2 - Tecnologia

Florianópolis, Agosto de 1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 8,0 ao aluno Alexandre Schuch de Oliveira na disciplina CNM 5420 - Monografia, pela apresentação deste trabalho.

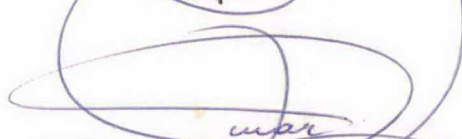
Banca Examinadora:



Prof.: Pedro Antônio Vieira
Presidente



Prof.: Gilberto Montebeller Filho
Membro



Prof.: Maria de Lourdes Pereira Dias
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço do fundo do coração a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a atingir mais esse objetivo na minha vida. Agradeço em especial a toda a minha família sem exceção (vó, tios, tias, primos, etc) a minha esposa Aline, minha filha Mariana, ao Voltaire e Elsa pelo empenho na reta final, aos amigos que compartilham desse momento tão alegre de ver o dever cumprido.

Agradeço também ao meu orientador Pedrinho e ainda a esta Instituição de Ensino tão importante para o desenvolvimento de um país que é a Universidade.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	V
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	VI
CAPÍTULO I.....	01
1.1 - O Problema.....	01
1.2 - Introdução.....	01
1.3 - Marco Teórico.....	04
CAPÍTULO II.....	13
2 - BIOTECNOLOGIA.....	13
2.1 - Conceito e Evolução.....	13
2.2 - Biotecnologia, Meio-Ambiente e Biodiversidade.....	16
2.2.1 - Biotecnologia e Desenvolvimento Econômico.....	20
CAPÍTULO III.....	25
3 - BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES.....	25
3.1 - Agricultura.....	25
3.2 - Indústria de Alimentos.....	28
3.3 - Medicina e Saúde.....	29
3.4 - Clonagem.....	31
3.5 - Fontes de Energia.....	33
CAPÍTULO IV.....	35
4 - O PROCESSO DE DIFUSÃO DA BIOTECNOLOGIA.....	35
4.1 - Biotecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento.....	35
4.1.1 - O Papel do Estado.....	37
4.2 - Programas Biotecnológicos no Brasil e no Mundo.....	39
4.3 - Programa Regional - Santa Catarina.....	43
CAPÍTULO V.....	45
5 - CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

RESUMO

Por que e como as empresas são levadas a inovar tecnologicamente? Na área da biotecnologia a inovação obedece a um padrão pré-estabelecido? Estes são alguns dos questionamentos que se tenta esclarecer neste trabalho.

A tecnologia é fator importante de competitividade numa economia globalizada, assim como o estudo da biotecnologia e seu aprimoramento. A relação ente biotecnologia e tecnologia é buscada de forma incessante ao longo deste trabalho.

São vários os campos de trabalho que se utilizam de novas técnicas biotecnológicas para gerar novos produtos que tenham alto valor agregado. Os principais mercados de biotecnologia são: agrícola, saúde, biogenética, etc.

Além da expressão econômica destes mercados, pode-se citar a relação entre a biotecnologia e o desenvolvimento econômico observando o papel do Estado, das Empresas Públicas, das Empresas Privadas e outras organizações na criação de uma estrutura adequada de fomento as pesquisas. A pesquisa constitui-se na mais importante ferramenta de aprimoramento da biotecnologia.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1: Cronologia de alguns fatos marcantes.....	15
Quadro 2: Metas do P BIO para 1997/98/99.....	42
Tabela 1: Mercados Mundiais para os principais produtos da biotecnologia/1981...17	
Tabala 2: Mercado Mundial dos Produtos obtidos a partir da nova Biotecnologia (em bilhões de dólares).....	18

CAPÍTULO I

1.1 - O Problema

1.2 - Introdução

A biotecnologia não é uma ciência nova, ela remonta à 6000 A.C. quando já eram utilizados organismos vivos para fermentar o pão e a cerveja. O que impressiona, no entanto, é o avanço muito rápido dessa tecnologia e a sua disseminação nas mais diferentes áreas, quais sejam: saúde e medicina, agricultura e outros. Nos dias atuais milhares de pessoas já ouviram falar da biotecnologia, que nada mais é do que a aplicação dos princípios científicos e de engenharia ao processamento de materiais através de agentes biológicos para prover bens e serviços. Talvez o exemplo mais conhecido seja o da ovelha Dolly, fruto da genética, um dos ramos da biotecnologia atual.

A biotecnologia neste trabalho é entendida como um tipo de tecnologia que vem sendo cada vez mais aperfeiçoada e que apresenta cada vez mais aplicações comerciais. Assim como em outras áreas (informática, robótica, etc) a biotecnologia tem origem à partir de inovações tecnológicas e os novos produtos e processos resultantes geram diferentes expectativas e demandas por parte do mercado consumidor de biotecnologia e seus subprodutos.

Na visão de Schumpeter (1939) o processo de inovação tecnológica acontece de diversas formas, sendo que numa de suas abordagens ele conceitua a inovação tecnológica como a simples introdução de um novo produto no mercado, ou

a introdução de um novo processo de produção com base em descobertas tecnológicas ou ainda como a descoberta de novas matérias-primas.

Sobre ciência e tecnologia Chesnais (1997, p. 142) afirma que:

“A vinculação entre conhecimento científico fundamental e tecnologia tornou-se sensivelmente mais estreita, mais do que em qualquer outra época, assiste-se a uma interpenetração entre a tecnologia industrial, de finalidade competitiva, e a pesquisa de base. O exemplo mais claro é o da biotecnologia, onde as ‘ciências da vida’ estão em ligação quase direta com os processos industriais”.

É importante ressaltar que existe uma diferença entre invenção e inovação, sendo esta a introdução de um novo produto no mercado (esfera econômica) e aquela a descoberta de um novo produto que acontece na esfera científica. Tanto a invenção como a inovação implicam em novos produtos e processos que impactam de alguma forma nas relações econômicas já existentes.

Como não poderia deixar de ser a biotecnologia vem cada vez mais modificando as relações econômicas e sociais entre as empresas, entre as pessoas e entre os países.

O fato de se ter o domínio da biotecnologia equivale a ter nas mãos uma ferramenta importante num mundo competitivo. Os países que não possuem tal tecnologia provavelmente estão em situação de desvantagem e dependência econômica em relação à outros países.

A sociedade precisa conhecer a fundo os processos e produtos que possui, de modo a manter controle do seu desenvolvimento e não iniciar um processo de autofagia tecnológica ou mesmo de dependência externa.

Viegas & Barros (1985, p. 19) são categóricos ao afirmar que na era contemporânea *“o domínio internacional da tecnologia tem importância decisiva no controle dos mercados periféricos”*. Citam ainda o caráter emergencial de se adotar

uma política de desenvolvimento que contemple a introdução e o aprimoramento de novas tecnologias. Com a biotecnologia não será diferente.

As possibilidades da biotecnologia como tecnologia de ponta são enormes e vão desde a introdução de novas vacinas e medicamentos até o melhoramento genético de animais como o gado, o melhor aproveitamento dos recursos naturais não-renováveis e outros. Avanços recentes dão ênfase à biogenética, vide a clonagem de células vivas. As sementes geneticamente modificadas estão sendo cada vez mais difundidas no mundo globalizado.

Neste primeiro capítulo, no marco teórico, é feito um apanhado bibliográfico de autores que abordam os diferentes aspectos da tecnologia. São abordadas as motivações a inovar que podem ser devido a fatores endógenos ou exógenos à empresa, qual a estrutura necessária para se fomentar a pesquisa científica (neste ponto é explicitado o conceito do Sistema Nacional de Inovação). É explicada a diferença entre inovações incrementais e radicais, entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada.

No capítulo II pretende-se apresentar as diferentes teorias acerca da produção de tecnologia, assim como os conceitos e a evolução da biotecnologia. O que se entende por biotecnologia? Serão mostrados numa sequência cronológica os avanços nas diversas áreas de aplicação. Numa parte importante do trabalho será abordada a relação entre a biotecnologia e o desenvolvimento econômico, em que vários autores destacam o papel central da inovação tecnológica.

Em seguida, no capítulo III, serão feitas considerações acerca dos diferentes campos de aplicação da biotecnologia, ressaltando o papel dos avanços tecnológicos e fazendo a correlação com a economia e o que foi visto no marco teórico.

No capítulo IV será visto o processo pelo qual ocorre a difusão de novas tecnologias, novamente abordando o caso da biotecnologia, assim como o papel do Estado e da Pesquisa e Desenvolvimento no processo. Outro ponto a ser

abordado são exemplos ilustrativos de aplicações nos diferentes campos da biotecnologia e de programas institucionais em biotecnologia na América Latina, no Brasil e em Santa Catarina.

Como objetivo geral do trabalho pretende-se fazer a correlação entre as várias teorias sobre a origem, motivação a inovar, geração e difusão de tecnologia e a biotecnologia, ou seja, verificar se essas teorias explicam estes processos no caso da biotecnologia.

Os objetivos específicos são: conceituar biotecnologia, demonstrar sua evolução cronológica, demonstrar através de exemplos os vários produtos gerados pela biotecnologia e a expressão econômica dos seus mercados.

A metodologia usada neste trabalho é basicamente a de analisar o material empírico coletado ao longo do tempo (revistas, jornais e livros), fazendo uma correlação com o marco teórico. Dada a abrangência do tema e a insuficiência de dados este trabalho não apresenta uma análise estatística mais aprofundada, ficando esta como sugestão de futuros trabalhos na área.

1.3 - Marco Teórico

As transformações socio-econômicas desde fins da década de 70 intensificaram o uso da tecnologia como um fator de competitividade muitas vezes decisivo, cujas características afetam praticamente todo o sistema industrial.

As transformações nos paradigmas tecnológicos acarretam mudanças nas relações entre as empresas devido à velocidade com que elas são difundidas e se tornam vantagens competitivas.

Como já foi mencionado antes, existe a inovação tecnológica, a invenção tecnológica e ainda a difusão, que é a disseminação do conhecimento de novas tecnologias entre as empresas.

A biotecnologia não surge do nada, ou seja, sua origem e o processo de sua difusão entre as diversas empresas acontecem baseados numa série de pré-requisitos. Para entender como ocorre o surgimento dessa tecnologia, da apropriação e mesmo dos motivos que levam à sua difusão, é necessário que se examinem os mecanismos que dão sustentação à mesma.

De acordo com Freeman & Perez (1986, p. 86), as inovações tecnológicas podem ser do tipo inovações incrementais ou radicais. As inovações incrementais são aquelas que brotam de um processo contínuo e gradual, seriam mudanças nos coeficientes da matriz de insumo-produto existente. Já as inovações radicais ou primárias surgem abruptamente quando da introdução de um novo produto ou processo produtivo e são processos descontínuos.

É interessante notar que as inovações incrementais podem surgir quando as empresas internalizam atividades de invenção (criando laboratórios próprios de pesquisa e desenvolvimento) via pesquisa básica (trabalho teórico que busca entender fenômenos observáveis mas que não tem aplicação prática) ou pesquisa aplicada (trabalho que também visa adquirir novos conhecimentos mas é dirigido em função de um fim ou objetivo prático específico), Barbieri (1990, p. 58).

Os avanços nas diversas áreas da biotecnologia acontecem basicamente via pesquisas, cabe pois ressaltar a diferença entre pesquisa científica e tecnológica.

A pesquisa científica é conduzida pelo método científico com o objetivo de descobrir novos conhecimentos sobre qualquer aspecto da natureza ou da sociedade. Já a pesquisa tecnológica busca organizar conhecimentos de todo tipo para produzir efeitos práticos, Barbieri (1990, p. 56). Por exemplo, quando cientistas buscaram descobrir o processo pelo qual se pode clonar (reproduzir biologicamente

uma ou várias células) um ser vivo através de métodos biotecnológicos, eles estavam realizando uma pesquisa tecnológica, sendo que os resultados de tal pesquisa muitas vezes assumem uma grande expressão econômica. Através da pesquisa (básica e aplicada) pode-se gerar um subproduto que é a inovação tecnológica. Através da investigação científica pode-se chegar a uma invenção, ou seja, à primeira concepção do produto em sua forma substancialmente comercial. Após esta fase, ocorre a inovação, que vem a ser a primeira aplicação comercial ou venda. Estes conceitos são importantes para se entender como o processo de pesquisa passa a ter expressão econômica e acaba influenciando na economia.

O processo de inovação tecnológica obedece a um arranjo básico que acontece quando pesquisas são levadas à cabo. Estas pesquisas são estruturadas de modo a considerar a relação custo x benefício envolvida no processo, assim como o estágio de conhecimento tecnológico em que se está e ainda, os anseios e necessidades dos consumidores que criam uma demanda por diferentes categorias de produtos e serviços, Rosenberg & Mowery (1989, p. 8).

No caso da biotecnologia percebe-se que a clonagem de uma ovelha, por exemplo, como foi o caso da ovelha Dolly não tem aplicação econômica imediata, porém ela abriu uma série de expectativas quanto ao desenvolvimento de novos medicamentos, de novas técnicas de implante de órgãos que podem eventualmente ser clonados e outros.

Observa-se então que existe uma motivação econômica por detrás da inovação tecnológica e dos produtos e serviços gerados pela mesma.

Schumpeter (1939) sustenta que além da demanda por novos produtos, a perspectiva de lucro, assim como a maior ou menor taxa de retorno são fatores preponderantes no direcionamento dos rumos da inovação. Já Hicks (1932) tem outra visão do assunto e diz que quando ocorre uma elevação no preço de algum fator econômico de produção as firmas vão buscar na inovação uma alternativa para usar menos deste fator.

Existe ainda a questão de que além dessa motivação a inovar, as firmas são unidades econômicas que vão adquirindo experiência ao longo do tempo. Segundo Dosi (1988):

“O aprendizado é um processo pelo qual as firmas exploram domínios específicos de oportunidades tecnológicas, aperfeiçoam seus procedimentos de busca, refinam suas habilidades em desenvolver ou manufaturar novos produtos, baseados parcialmente no conhecimento interno acumulado e em conhecimentos desenvolvidos em outros lugares ou copiados de seus concorrentes”.

Segundo Schumpeter (1939) as inovações acontecem num ambiente de incertezas, visto que as empresas não conhecem todas as técnicas científicas (que devem ser buscadas através de pesquisas) que por sua vez têm um custo e o retorno esperado é incerto do ponto de vista mercadológico.

Estes processos acontecem nos atuais ramos tecnológicos emergentes (informática, biotecnologia). Grande parte do progresso tecnológico é fruto de pesquisa e desenvolvimento, ou seja, da união da pesquisa científica e da tecnologia. Segundo Barbieri (1990, p. 86), as características das pesquisas tecnológicas estão cada vez mais elaboradas e profissionais, isto é, a tecnologia assume um caráter cada vez mais científico, as atividades científicas estão mais orientadas às necessidades do mercado. *“... a produção de tecnologia tornou-se uma atividade específica, diferenciada, realizada por pessoas com qualificações diferentes das que requerem os demais setores de produção e, com isso, passou a ter a sua própria identidade, legitimidade e racionalidade econômica”.*

O mesmo autor ressalta que a tecnologia é um instrumento que permite o domínio de mercado através de técnicas restritivas. Isto quer dizer que empresas que dominam um tipo específico de tecnologia, por exemplo a técnica da clonagem de animais, vão obrigar as receptoras a adquirirem seus produtos, suas marcas, a limitar o volume de produção, impedir exportações; impor a exclusividade da venda dos produtos fabricados com a sua tecnologia, impedir a livre utilização das informações, etc. (Ibid, p. 134).

Rosenberg (1976, p. 311) ressalta que “a tradução de novos conhecimentos científicos em técnicas mais produtivas e novos produtos finais estão ligadas à capacidades inventivas e talento comercial” porém, se uma sociedade está bem dotada de experiência tecnológica e engenharia assim como de uma comunidade comercial agressiva e astuta, fatalmente ela descobrirá mais facilmente os meios de adaptar tecnologia importada.

Neste caso, adaptar tecnologia significa a implementação de novas tecnologias por imitação, ou seja, um país ou uma empresa podem se concentrar em imitar produtos criados por países ou empresas inovadores; desse modo os países ou empresas não-inovadores não incorrem no gasto de pesquisa. O que determina um país ser inovador ou não passa a ser então um conjunto de variáveis, como por exemplo: o ambiente macro em que ele está inserido (economia global) e aspectos microeconômicos como o comportamento dos custos e dos preços de matérias-primas.

Resumindo o que foi abordado até agora, tem-se que no processo de desenvolvimento do capitalismo é impossível deixar de mencionar o caráter evolutivo do mesmo, ou seja, as mudanças econômicas que acontecem nas sociedades capitalistas são frutos de um processo dinâmico em que a mola propulsora parece ser a capacidade de criar inovações nos meios de produção e nas técnicas produtivas, ao que chamaríamos de progresso técnico. Schumpeter (1939) sustenta que no processo competitivo entre as empresas no longo prazo, o que realmente faz a diferença é a inovação de produtos. Para o autor, a inovação em questão é uma mudança na função de produção que pode ser causada por diversos fatores. Em Barbieri (1990, p. 43) encontra-se a definição de Sábato acerca da inovação tecnológica; segundo ele, a inovação é “toda mudança numa dada tecnologia”. Essa inovação é a aplicação de técnicas que já foram inventadas e que se apresentam na forma de novos produtos ou processos produtivos. Como se percebe, as constantes inovações geram um fluxo de novos produtos que em última análise são usados para ganhar competitividade econômica e acumular mais valor.

Ora, se considerarmos esse movimento como desenvolvimento econômico é razoável supor que a ocorrência de inovações tecnológicas influencia sobremaneira no âmbito econômico. A noção de desenvolvimento econômico aqui usada é estritamente econômica, ou seja considera-se que há desenvolvimento quando os índices econômicos estão sob controle (taxa de juros, taxa de crescimento do PIB, taxa de emprego satisfatórias, aumento da renda média, distribuição de renda, etc.) não considerando os indicadores sociais de desenvolvimento (de saúde, educação, trabalho, etc.).

Em seu trabalho, Matesco (1993, p. 73) diz que “o desenvolvimento se define quase exclusivamente em termos de capacidade de geração autônoma do conhecimento, da capacidade de disseminá-lo e da capacidade de utilizá-lo”. Isto porque a inovação atua no processo produtivo. E como surge a inovação? Quais os motivos que levam a inovar? Como já foi mencionado, a inovação é toda mudança numa dada tecnologia, cabe pois ressaltar como se forma a tecnologia.

Existem dois enfoques distintos sobre a motivação a inovar; o primeiro referência fatores exógenos à empresa e o outro fatores endógenos. Por fator endógeno tem-se a motivação a inovar como busca de uma situação favorável num ambiente de competitividade.

Ao inovar seus produtos e/ou processos a firma procura obter vantagens de liderança tecnológica; ou seja ela visualiza uma oportunidade tecnológica de mercado. Essa análise se baseia numa análise de custos e retorno de investimento que acabam por influenciar o curso da alocação de recursos científicos, ou seja, os avanços científicos combinam a lógica do progresso científico com a lógica econômica de custos e recompensas.

O fator exógeno diz respeito a existência de um apoio institucional e uma eficiente estrutura de Ciência e Tecnologia. Esse apoio nada mais é do que um sistema institucional que está alocado fora das empresas e que se configura numa rede

de apoio aos investimentos em tecnologia. Esse sistema envolve o Estado e Agências Governamentais, Empresas Privadas, Centros de Pesquisa, Universidades, enfim, todos os responsáveis pelo processo de geração e difusão de inovações tecnológicas.

Ao sistema que congrega e faz a conexão entre esses organismos convencionou-se chamar de Sistema Nacional de Inovação. Esse sistema nada mais é do que uma construção institucional, produto seja de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas. Patel e Pavitt (1994) classificaram em três tipos o sistema. Sistemas Maduros são aqueles em que os países estão capacitados a se manterem na liderança do processo tecnológico internacional. Eles apresentam grande produção científica mundial e estão divididos em dois grupos: EUA, Japão e Alemanha e no segundo grupo, Inglaterra, França e Itália que apresentam um dinamismo tecnológico um pouco menor.

Uma segunda categoria é a que engloba países que têm na difusão de tecnologia seu maior objetivo. São os Sistemas Intermediários. Eles apresentam um dinamismo tecnológico não de gerar tecnologia mas de absorvê-las e difundir-las. São os países pequenos de alta renda como a Suécia por exemplo e os países asiáticos de desenvolvimento recente e acelerado como a Coreia do Sul. Esses países geralmente estão próximos de grandes pólos tecnológicos internacionais e desenvolveram-se dentro de nichos tecnológicos específicos, exemplo dos produtos asiáticos, predominantemente eletroeletrônicos.

No terceiro grupo estão os Sistemas Incompletos. São países que desenvolveram sistemas de ciência e tecnologia mas que não se completaram em sistemas nacionais de inovação. Possuem deficiências de infra-estrutura tecnológica baixa e sem articulação com o setor produtivo.

Segundo Hicks (1932) a direção do progresso científico é a de produzir inovações que venham a reduzir o fator de produção que esteja se tornando

mais caro. Dosi (1988, p. 80) cita o modelo de “demand - pull”, segundo o qual, a inovação é uma resposta a uma necessidade e anseios identificados pelos consumidores nos produtos. Este modelo pressupõe o conhecimento científico para realizar as inovações propostas, assim como ele não leva em conta as inovações incrementais que são aquelas pequenas inovações geradas pelo acúmulo de experiência, geralmente associadas aos Sistemas Maduros. Além das inovações incrementais pode-se citar os aperfeiçoamentos no processo inovativo que explicariam de certa forma a distância entre uma descoberta científica até sua aplicabilidade industrial e sua comercialização. Rosenberg (1982, p. 6) trata do tema ao afirmar que a inovação decorrente do aprendizado é um fato concreto na história do desenvolvimento tecnológico deste século, e é conhecido por “learning by doing”.

Já Schmookler (1966, p. 107) sustenta que são os fatores econômicos de mercado que determinariam quais invenções potencialmente aproveitáveis seriam exploradas.

De maneira geral essas teorias ganham sentido se interpenetradas umas às outras, ou seja elas se complementam de certa maneira. Quanto à atividade de pesquisa dentro da firma, pode-se dizer que ela não é aleatória, ou seja, baseado nas oportunidades dos avanços científicos e nas oportunidades visualizadas no mercado, os recursos para pesquisa e desenvolvimento vão ser direcionados para esta ou aquela técnica.

Existem ainda outras características que influenciam no processo de condução do processo inovativo. Muitas vezes a motivação a inovar é menor quando numa indústria específica o produto da inovação apresenta um caráter de bem público, ou seja é facilmente apropriado por competidores. Quando uma empresa empreende esforços e recursos em P&D ela espera recuperar pelo menos o capital investido e ter um ganho extra pelo fato de dominar uma nova técnica ou produto. Dado o caráter de incerteza quanto aos resultados de pesquisas, isto pode influenciar sobremaneira no campo a ser pesquisado. Áreas em que existe uma regulamentação sobre leis de patentes são mais seguras no que diz respeito à apropriabilidade dos

resultados de pesquisa. Estes resultados podem auferir ganhos extras a empresa por um período mínimo, até que a nova técnica seja difundida entre os competidores e estes passem a imitar.

Além disso tem-se ainda os paradigmas tecnológicos que procuram explicar a “direção” do desenvolvimento tecnológico. Dosi (1988, p. 222) cita algumas características das trajetórias tecnológicas: apresentam complementaridades, ou seja, a adoção de uma ou outra tecnologia pode desenvolver ou refrear outra. O progresso numa trajetória depende em parte de características cumulativas, portanto pode-se dizer que existe uma relação entre as possibilidades de avanço de uma firma ou país e as posições que eles ocupam em relação à fronteira tecnológica. Dificilmente pode se constatar a superioridade de uma tecnologia sobre outra antes de sua implementação no mercado o que explica de certa maneira a incerteza da atividade de pesquisa. Por fim, a adoção de uma nova tecnologia pode ser abandonada pelo aparecimento de novas técnicas, de novos conhecimentos científicos e de novas oportunidades.

Dosi (1988, p. 90) ressalta que:

“o processo seletivo de uma tecnologia se dá primeiro na direção geral que comporta várias mutações e depois entre as mutações há uma complexa interação de fatores econômicos, como a busca de redução de custos, tendência à automação,... que juntamente a fatores institucionais, como seriam os interesses e as estruturas das indústrias e das agências governamentais, atuam na opção daquele conjunto de possibilidades nacionais que oferecem o conhecimento científico e as tecnologias (paradigmas) vigentes”.

A estrutura vigente que fornece os insumos básicos (informação, técnicas) para se realizar pesquisa nada mais é do que o conhecimento científico que vai determinar qual a direção a ser tomada pelos pesquisadores. Mais adiante serão ressaltada as características das pesquisas em biotecnologia assim como a relação com o desenvolvimento econômico.

CAPÍTULO II

2 - BIOTECNOLOGIA

2.1 - Conceito e Evolução

O conceito de Biotecnologia é muito amplo. Ela é definida de diferentes modos por diferentes autores.

Segundo a OCDE (Organizações para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento) a biotecnologia “... é a aplicação dos princípios científicos e de engenharia ao processamento de materiais através de agentes biológicos, para prover bens e serviços”, (Patrício, 1984, p. 54).

Já Viegas, Barros, Regensteiner (1986, p. 23) ressaltam a idéia por trás dessa técnica que consiste em manipular agentes biológicos para produzir organismos vivos com características predeterminadas.

A Biotecnologia é, portanto uma forma de catalisar os conhecimentos científicos de áreas distintas como biologia, química e outras, de modo a estudar e modificar organismos vivos através de agentes biológicos.

Antigamente os homens já usavam técnicas biológicas mesmo sem saber. Cheremisinoff & Ouellette (1985) caracterizam a biotecnologia como sendo uma ciência antiga que tinha aplicações registradas até mesmo na bíblia, ou seja, as

pessoas dispunham de algumas técnicas biotecnológicas mas não tinham a consciência das mesmas. Brown (1987, p. 1) destaca que:

“... antes de 1800 as indústrias de fermentação tradicionais tinham maestria na arte da fermentação, do cozimento, da produção de queijo, etc. Dependiam muito da habilidade local, estando a distribuição dos produtos confinada ao local da produção. Havia pouco controle do processo”.

No século XIX houve avanços significativos: o descobrimento do levedo como elemento de fermentação, o estudo mais apurado das bactérias que resultou no descobrimento de vacinas de proteção do sistema imunológico humano e outros.

Nos últimos anos do século atual, os avanços ocorreram acentuadamente na área agrícola. Técnicas de manipulação de organismos anaeróbicos deram origem ao que hoje se conhece por biogás. Os conhecimentos na produção do ácido sulfúrico deram origem a novos tipos de fertilizantes, enfim, muitas descobertas aconteceram no campo da biotecnologia. Uma das descobertas mais notáveis foi o uso comercial da penicilina como antibiótico. Nos últimos 25 anos muitas outras descobertas exitosas tiveram lugar: a insulina, os corantes alimentares, os aromatizantes, e mais recentemente a clonagem (cópia perfeita) de células animais e vegetais vivas. A evolução histórica da biotecnologia pode ser melhor observada pela tabela a seguir:

Quadro 1: Cronologia de alguns fatos marcantes

DATA	FATO
8000 a 6000 a.C.	Bebidas fermentadas de cereais na Babilônia e Egito
4000 a.C.	Produção de pão utilizando fermentos - Egito
1800 a.C.	Rotação de cultura
1810 d.C	Conservação de carne
1866	Ato de prevenção de doenças em rebanhos bovinos
1869	Descoberta do ADN por Meischer
1875/6	Descobertas de Pasteur sobre os processos infecciosos na cerveja. Princípios da esterilização
1882	Bacillus Tubercular: formação de anticorpos no sangue
Cerca de 1890	Extração microbiológica de cobre Primeiras aplicações do etanol em motores de combustão
Cerca de 1900	Invenção do termo gene para definir hereditariedade
Cerca de 1911	Primeira planta em grande escala para digestão anaeróbica de lixo (Birmingham)
Cerca de 1914	Produção de glicerina por fermentação (para produção de nitroglicerina: Neuberg) Produção de acetona por fermentação(para produção de pólvora: Weizmann)
1928	Descoberta da penicilina (Fleming)
Cerca de 1930	Função hereditária dos cromossomos
1940	Extração da penicilina (Chaim, Florey)
1945	Prêmio Nobel de biologia para A. Flerming
1950	Descoberta da vitamina B12 em resíduos antibióticos
1952/3	Confirmação da estrutura de dupla hélice do ADN
1967	Síntese in vitro do ADN (Kornberz)
1969	Imobilização de enzimas (Japão)
1971	Fundação da Cetus Co., nos EUA, primeira empresa especializada em biotecnologia
1973	Descoberta das enzimas de restrição
1975	Realização, na Califórnia, do Congresso Internacional de técnicas recombinantes ADN Técnica de hibridomas (fusão celular) é usada para obter anticorpos monoclonais (Milstein, Kohler) Fundação da Gennentech Inc., na Califórnia, uma das principais empresas especializadas em biotecnologia
1978	Produção de insulina por técnica recombinante ADN
1980	Descobertas genéticas importantes Primeira patente de técnica de engenharia genética EUA
1981	Concessão da primeira patente de organismo manipulado Metas Japonesas em biotecnologia-MITI/Japão declara 1981 como sendo o ano da biotecnologia Fundação da biotecnologia industrial
1982	Primeira vacina animal utilizando técnica ADN recombinante aprovada na Europa

continua

Continuação

DATA	FATO
1983	Primeiro gene de planta transferido para uma planta de espécie diferente
	O mercado nos EUA para biotecnologia atinge US\$500 milhões
	Primeira mãe de aluguel
	Primeira planta transgênica
1984	Primeiro bebê nascido de embriões congelados
1985	Primeiro mamífero transgênico (suíno)
1986	Primeiros clones de mamíferos
1987	Primeira planta transgênica resistente a um herbicida
1988	Primeiro cereal transgênico (milho)
	Início do Projeto Genoma (mapear todos os genes do corpo humano)
1991	Fabricação do gene da distrofia muscular
1992	Primeira injeção de espermatozoides dentro de uma célula
1994	Primeira fruta transgênica comercializável
1995	Primeiro bebê nascido de um ovócito
1996	Transplante de um coração de porco em um babuíno
1997	Anunciado o nascimento da ovelha Dolly, o primeiro animal adulto clonado
	Primeiros clones de macacos
	Primeiro tabaco produtor de hemoglobina
	A nascer: clones transgênicos

Fonte: Anciães, 1985: 18. SUPERINTERESSANTE (08/1997).

Não é de se estranhar, pois, que com tantas aplicações (serão vistas com mais propriedade adiante) a biotecnologia desperte muito interesse e polêmica.

2.2 - Biotecnologia, Meio-Ambiente e Biodiversidade

Pesquisadores e cientistas, através de pesquisas biotecnológicas diversas, procuram desenvolver produtos ou aperfeiçoar produtos já existentes. Estas pesquisas no entanto têm um ponto de partida em comum: o material genético (seja ele animal ou vegetal) que dá origem aos experimentos. No caso da ovelha Dolly foi uma simples célula. No caso de sementes mais eficientes ou mesmo novos medicamentos a origem está nas células vegetais encontradas na natureza. Eis o

porquê da importância do conceito de diversidade (variedade) aplicada no caso agrícola, por exemplo.

A Amazônia é um dos maiores reservatórios de biodiversidade do mundo, que está na forma de sementes, plantas e raízes. O material que lá se encontra “*in natura*”, e quando “*beneficiado*” por grandes laboratórios pode gerar uma oferta de novos produtos que procura satisfazer demandas de mercado ainda não atendidas.

A tabela a seguir demonstra um pouco as possibilidades econômicas da biotecnologia:

Tabela 1: Mercados Mundiais para os principais produtos da biotecnologia/1981

PRODUTO	VENDAS (US\$ milhões)
Bebidas Alcoólicas	34.500
Queijos	21.000
Antibióticos	6.750
Fermentação do Álcool	4.000
Testes de diagnósticos	3.000
Xarope de fructose	1.200
Aminoácidos	1.125
Fermento de Pão	810
Esteróides	650
Vitaminas	495
Ácido Cítrico	315
Enzimas	300
Vacinas	225
Albumina humana	185
Insulina	150

Urokinase	75
Inseticidas	18

Fonte: (Brown, 1987: 3).

Não foram computados na tabela os valores referentes às sementes geneticamente modificadas, que de acordo com estimativas atuais devem gerar uma renda de US\$ 20 bilhões por ano, Gazeta Mercantil (03/03/97). Na tabela acima pode-se constatar que os produtos ligados à área da saúde estão presentes em grande número o que caracteriza uma frequência de inovações muito grande. Estas inovações, de modo geral, têm um caráter cumulativo, ou seja, através do conhecimento científico em biologia, engenharia e outros foi possível chegar a novas descobertas que após alguns anos foram introduzidas no mercado.

No tabela 2, mais recente, é possível ter uma noção mais apurada do mercado global.

Tabela 2: Mercado Mundial dos Produtos obtidos a partir da nova Biotecnologia (em bilhões de dólares)

Setor/ Ano	Medicamentos	Agro-alimentar	Equipamentos instrumentais	Agricultura	Tratamento de poluentes	Química	Total
1985	0.3	1.7	0.5	-	-	-	2.5
1990	4.3	2.1	1.0	0.3	0.4	-	8.1
1995	15	4.6	2.8	1.2	1.0	0.15	24.8
2000	45	9.0	4.1	5.0	2.0	0.3	66.1

Fonte: Vieira & Guerra (1995: 54).

Analisando a tabela 2, percebe-se um crescimento do setor de medicamentos de 33% em apenas 5 anos, do ano de 1995 ao ano 2000 (estimado). Este setor passaria de uma participação percentual sobre o total de 60% em 1995 para 68% no ano 2000 (estimado). Já o setor agroalimentar, no mesmo período, cresce 51%, sendo que sua participação percentual sobre o total passaria de 18% em 1995 para 13% no ano 2000.

No setor da agricultura, ocorre um crescimento de 50%. Sua participação percentual sobre o total vai de 0.05% em 1995 para 0.03%.

Observa-se que o setor que apresentaria um maior crescimento estimado é o do setor agroalimentar, seguido do setor da agricultura e de medicamentos. Porém o setor que mais cresce em participação de mercado é o de medicamentos. Novamente pode-se fazer uma correlação com a tabela 1; nela os produtos frutos de inovações e descobertas tecnológicas na área da saúde aparecem mais vezes que os do setor agrícola por exemplo. Isto pode configurar uma tendência. Ao estudar o assunto, Salles Filho (1993) destaca que do ano de 90 para 91 as empresas de biotecnologia na área da saúde aumentaram seus gastos em P&D em 52,7% contra apenas 5% na área agrícola. A dimensão econômica dos dois setores é portanto muito diferente. Possas tenta explicar isto ao mencionar as características de cada setor. A biotecnologia agrícola tem percebido muitos processos inovativos de caráter regional (mais a frente serão abordados exemplos de projetos biotecnológicos regionais) ao contrário dos do setor da saúde; tome-se por exemplo novas descobertas de substâncias químicas que após serem testadas são introduzidas no mercado. Após algum tempo elas são internalizadas por grandes laboratórios que passam a produzir em escala mundial. Em pouco tempo estes novos conhecimentos são difundidos. Além dessa diferença, a estrutura de mercado para produtos agrícolas é bastante diferente da estrutura para produtos da área da saúde.

Apesar de números tão expressivos, uma corrente muito forte de estudiosos sugere cautela quanto a adoção de tais tecnologias pois acreditam que as mesmas podem impactar o meio-ambiente de forma negativa, como aconteceu com a Revolução Verde; Gaifami (1994, p. 4) “... *o pacote de alta tecnologia da Revolução Verde levou a problemas ... a uniformidade genética das sementes milagrosas e a tecnologia intensiva em químicos têm levado à multiplicação de pragas e a epidemias de doenças...*”.

Se por um lado a biotecnologia aplicada à agricultura confere aumentos extraordinários de produtividade, ela enseja também os perigos de uma miopia quanto às consequências ao meio-ambiente. Isto é colocado por Hobbelinek

(1987, p. 67) ao ressaltar que a comercialização de algumas poucas variedades de sementes geneticamente modificadas equivale à monocultura, ou seja, se uma praga atacar essas plantações a quebra de safra resultante será desastrosa. Daí a necessidade de fertilizantes cada vez mais fortes. As empresas transnacionais vendem então o chamado “pacote tecnológico” que vai desde as sementes até os fertilizantes.

Basicamente, ao criar tipos de sementes totalmente novas, os cientistas estão tirando da natureza essa função que vem sendo feita desde os primórdios da humanidade pelos agricultores, pondo em risco a capacidade do meio-ambiente de se regenerar e de adaptar-se aos novos cultivares.

Por outro lado, como contraponto às consequências negativas, há autores que ressaltam impactos positivos da biotecnologia no meio-ambiente. Patrício (1984, p. 80) assinala que através da biotecnologia pode-se controlar a poluição de forma mais eficiente. Algumas aplicações são bastante interessantes: com os metais os microorganismos permitem a extração de grandes quantidades de minérios, a reciclagem de metais preciosos pela concentração a partir de soluções químicas, uso nas usinas de urânio, obtenção de maior eficiência do carvão de baixo conteúdo sulfúrico (menos poluente), recuperação do petróleo em reservatórios já existentes via injeção de microorganismos vivos nos mesmos, bactéria com poder de degradar poluentes, etc. Isto posto, pode-se imaginar a diminuição dos gastos na extração do petróleo ao se usar essas aplicações da biotecnologia.

2.2.1 - Biotecnologia e Desenvolvimento Econômico

Como foi visto anteriormente, o fato de possuir uma das maiores reservas naturais de recursos genéticos do mundo faz com que o Brasil tenha uma vantagem comparativa estratégica em relação aos países que não possuem tais reservas.

Para usar e otimizar essa vantagem de modo que a mesma se materialize num grau maior de desenvolvimento econômico, um país ou empresa precisa desenvolver tecnologias apropriadas ou adaptar tecnologias já existentes e ainda não difundidas. Esta concepção fica clara quando se analisa o trabalho de Viegas & Barros (1986). Para se ter desenvolvimento econômico é preciso suplantar períodos de crise, ora, a conjuntura econômica que evidencia uma crise sugere uma ordem não natural das coisas, rupturas e não - conformidades.¹ Estes problemas exigem novas abordagens, novos conhecimentos e novas técnicas para serem solucionados. Segundo a teoria da crise de Marx, a crise é função do subconsumo, do superinvestimento, de desproporcionalidades. Como acontece o desenvolvimento então? Existem várias teorias acerca do desenvolvimento econômico que abordam a questão da inovação tecnológica como parte do processo. Mandel (1986) destaca que no início de um ciclo econômico existe uma disponibilidade de capital. Através de pesquisas e invenções racionaliza-se trabalho. São introduzidas novas tecnologias que vão possibilitar ganhos extraordinários (rendas tecnológicas). Além disso surgem novos processos de trabalho e organização da mão-de-obra, ou seja, nesta abordagem o início e auge do desenvolvimento tem participação fundamental das inovações tecnológicas. Já no modelo de Schumpeter as inovações ou diminuem os custos dos empresários ou aumentam a receita, de qualquer forma elas geram lucros extraordinários. Com uma nova tecnologia ou nova fonte de matéria-prima os custos caem. Com o lançamento de novos produtos a receita aumenta. No seu modelo, Hicks sugere que as invenções e inovações técnicas são componentes autônomas do investimento, assim como o investimento público e o investimento de longo alcance (Harrod), essa teoria utiliza-se de uma abordagem mais macroeconômica do desenvolvimento. Qualquer que seja a teoria o papel das invenções e inovações tecnológicas é bastante relevante.

No estudo de Viegas & Barros já mencionado, as soluções de continuidade no desenvolvimento científico e tecnológico verificam-se nos períodos de aparente calma e prosperidade, quando se imagina que o desenvolvimento

¹ Schumpeter analisa o processo de transformação da economia no capítulo VII "processo de destruição criativa" no seu livro *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942).

econômico de um país subdesenvolvido, por exemplo, pode dispensar a geração de tecnologia própria. Pois bem, a situação é bastante improvável pois os países centrais ou desenvolvidos (que por sinal em sua maioria apresentam sistemas maduros de inovação) podem transferir tecnologia através de suas filiais ou pela associação com empresas locais ou mesmo através da venda direta de conhecimentos. “... a disponibilidade de um parque científico e tecnológico competente e adequado às condições locais é condição sine qua non para manter sob controle nacional a política global de desenvolvimento”. Viegas & Barros (1986, p. 19). Este parque científico a que o autor se refere nada mais é do que a caracterização de um Sistema Nacional de Inovação, como já visto, um arranjo básico entre instituições como universidades, Empresas Privadas, Institutos de Pesquisas, que visam estabelecer uma rede promotora do progresso técnico e científico-tecnológico.

Há muito tempo vem sendo constatada através de estudos e trabalhos a importância da relação entre as inovações tecnológicas e o desenvolvimento econômico. Nos anos 40 Schumpeter já destacava essa relação ao argumentar que pela ótica da microeconomia, as firmas buscam o avanço tecnológico de maneira a maximizar lucros. Nos anos 50 estudos reafirmaram essa constatação, Barbieri (1990, p. 119).

Essa relação obedece a uma lógica, o avanço dos estudos científicos, mais especificamente da pesquisa aplicada e tem objetivos claros de obter novos produtos que sejam mais eficientes para se obter lucro do que outros existentes. Isto posto, as investigações científicas não obedecem ao acaso mas sim procuram atender às exigências do mercado consumidor ou mesmo “criar” novas exigências para seus produtos, Rosenberg (1976).

A Biotecnologia vista como uma tecnologia que se desenvolve por diferentes ramos da ciência (Biologia, Engenharia, Genética) obedece à esta lógica, ou seja, visa adaptar e criar novos produtos a partir dos avanços das ciências biológicas, da genética, da engenharia, etc.

Naturalmente, os países e/ou empresas diferem quanto ao estágio em que se encontram na pesquisa biotecnológica, logo o impacto socioeconômico da biotecnologia assume diferente magnitude segundo a realidade local.

Um exemplo disso são as sementes geneticamente modificadas (sementes melhoradas para se tornarem mais produtivas via manipulação genética) que em sua maioria foram criadas em laboratórios nos Estados Unidos, ou seja, as pesquisas foram orientadas de acordo com a estrutura do sistema agrícola americano, que consome muita energia.

Assim, percebe-se que o impacto do uso da biotecnologia no processo de desenvolvimento nacional é diferente para cada país e está intimamente ligado aos recursos naturais disponíveis, aos recursos humanos, aos recursos econômicos e a um plano de desenvolvimento estratégico. Muito provavelmente esses impactos são muito menores em países que apresentem Sistemas Maduros de Inovação do que os de Sistemas Incompletos como é o Brasil. Ainda assim são ressaltadas oportunidades que envolvem biotecnologia para países subdesenvolvidos e em vias de desenvolvimento como destaca Gaden (1986, p. 16):

- *Substituição de alimentos importados por alimentos regionais, que necessitem de baixa quantidade de água, de alta produtividade, tolerância a seca e a umidade extrema, baixa necessidade de fertilizantes e frequentemente de maior valor nutricional.*
- *Estabelecimento de facilidades para produção local, utilizando fontes de energia renováveis, variando desde o carvão até combustíveis para motores de combustão interna, de modo a servir mercados locais.*
- *Desenvolvimento de colheitas de médio valor agregado para suprir grandes concentrações urbanas locais, em detrimento da exportação de colheitas de baixo valor agregado.*
- *Integração da produção agrícola com indústrias de baixa tecnologia em operações de pequena escala.*

Para efeito ilustrativo, no Brasil, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) realiza pesquisas com várias leguminosas e frutas visando uma maior adaptação das espécies aos diversos tipos de solo brasileiro, ou seja, uma empresa financiada pelo governo federal que procura através de pesquisas desenvolver novos produtos e processos que venham a suprir uma demanda latente por alimentos.

No caso da produção de energia alternativa cita-se o Programa Proálcool como uma tentativa de substituir a atual matriz energética brasileira de uso intensivo de petróleo por uma alternativa mais barata, sempre usando técnicas biotecnológicas, aprimoradas constantemente através de pesquisas.

CAPÍTULO III

3 - BIOTECNOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES

Destacada a importância da biotecnologia como elemento promotor do desenvolvimento econômico, listar-se-ão alguns dos campos de aplicação da biotecnologia e seus mercados.

3.1 - Agricultura

A biotecnologia aplicada à agricultura tem-se revelado extremamente rentável. As possibilidades econômicas são imensas, basta observar a tabela 3 nas páginas anteriores. Imagine que através de técnicas como a cultura de tecidos, que consiste em selecionar uma célula de uma planta e regenerá-la de modo a criar outro vegetal com características desejáveis (mais resistente a pragas, menor necessidade de água e fertilizantes) em menor tempo, seja possível tornar agriculturáveis cerca de 30% de terras que atualmente não o são devido à aridez do solo, ao excesso de umidade e outros. Isto equivale a dizer que a oferta mundial de alimentos aumentaria de forma significativa.

As pesquisas na área da biotecnologia vegetal tendem a buscar a adaptação da planta ao meio e não o inverso Patrício (1984, p. 34). Um importante avanço na engenharia genética diz respeito à transferência de genes de uma planta para outra, como por exemplo os cereais, de modo que estes possam fixar o

nitrogênio da atmosfera. As vantagens dessa técnica são espetaculares. Os cereais modificados passam a fixar o nitrogênio diminuindo tanto a sua necessidade como o custo de tais fertilizantes, Patrício (1984, p. 37). A diminuição dos custos globais para os agricultores é, pois, muito expressiva.

Patrício (1984) calcula o mercado para plantas engenheiradas no final do século em 60 a 100 milhões de dólares anuais.

Entre as aplicações da biotecnologia na agricultura que merecem ser ressaltadas estão as vacinas animais e o melhoramento genético das matrizes bovina e avícola. Geralmente nos países em desenvolvimento como o Brasil o tratamento de doenças com antibióticos é muito caro. É portanto desejável o melhoramento das vacinas já existentes. Em 1995, o mercado potencial mundial de vacinas para gado e aves era de US\$ 4000 milhões, (Brown, 1987, p. 130).

Através da biotecnologia pode-se também realizar melhoramentos genéticos em rebanhos bovinos e suínos assim como aumentar a produção de leite. Além do aumento da produtividade por animal ocorre um impacto econômico na agricultura como um todo, pois áreas antes ocupadas por pastagens podem ser cultivadas.

Prevê-se que a receita dos pecuaristas poderá crescer US\$ 13,6 bilhões em nível mundial com o uso de novas técnicas, ou seja, um aumento de 30% em relação ao atual faturamento do setor. Já no Brasil, apenas 3% das fêmeas aptas a criar no país foram inseminadas artificialmente, num mercado de 10 milhões de dólares. Estimativas mostram que se de 3% o rebanho inseminado passasse para 15%, a receita adicional resultante devido ao aumento de peso seria de US\$ 3 milhões de dólares, *Gazeta Mercantil* (03/06/97).

Na agricultura, pode-se destacar ainda o mercado de sementes melhoradas geneticamente. No Brasil as culturas do arroz e da soja foram as que mais incorporaram essas mudanças devido à facilidades de crédito. É interessante notar que

nesse caso não é somente a disponibilidade de novas sementes ou novas técnicas de cultivo que vão direcionar a introdução e o desenvolvimento de determinada técnica mas sim fatores exógenos à empresa, como no caso, a existência ou não de crédito. Ora, isto equivale a dizer que se não existir aí um sistema de inovação que congregue além dos laboratórios públicos e privados de pesquisa, uma rede de agências financiadoras, esta pesquisa ficará à deriva e muito provavelmente não terá continuidade. Para ilustrar este fato, tome-se por exemplo uma reportagem de Gazeta Mercantil (abril, 1997) em que é divulgado um estudo sobre o alto índice de defasagem tecnológica das micro - empresas no Brasil provocado pela falta de recursos. Este atraso atrapalha a modernização da economia e a entrada dos produtos nacionais no mercado externo; como causa foi apontada a dependência de tecnologia externa (aí uma forte evidência de um sistema incompleto de inovação) e a redução dos investimentos em pesquisa ao longo dos anos.

Estão disponíveis no mercado produtos como milho resistente a pragas, sementes de soja resistentes a herbicidas e novas variedades de algodão.

Até o ano 2010 as safras alteradas por engenharia genética deverão movimentar US\$ 20 bilhões por ano. As sementes modificadas são a prioridade de corporações de vanguarda nesse segmento como a Monsanto Co., a Pioneer Hi-Breed International Inc., e a DeKalb Genetics Corp., todas dos Estados Unidos (Gazeta Mercantil, 14/03/97). Estas empresas são empresas que trabalham com tecnologia de ponta e geralmente estão situadas (têm sua matriz) em países desenvolvidos. Novamente aqui cabe ressaltar que a existência de empresas com este perfil inovador caracteriza a existência de um sistema de inovação maduro, ou seja, estas empresas produzem tecnologia de ponta em suas matrizes, as quais são difundidas para outros países, muito provavelmente países de sistemas incompletos que vão apenas adaptar e imitar o uso de novas técnicas.

Cabe aqui observar que para os produtores terem acesso à nova tecnologia agregada nos produtos, eles não só devem pagar pelas sementes como também devem pagar uma taxa de licenciamento. Isto porque estas empresas

desenvolveram pesquisas para obter a tecnologia necessária para se obter tais sementes e patentearam essas técnicas. Chesnais (1993, p. 163) aborda a questão do patenteamento de tecnologias ao afirmar que os grandes grupos de empresas tomam medidas para proteger suas tecnologias privadas e impedir que sejam imitadas ou utilizadas sem a concordância dos proprietários.

3.2 - Indústria de Alimentos

Assim como na agricultura, a biotecnologia deu origem a avanços consideráveis na indústria de alimentos. Os aditivos, os coloríficos, os adoçantes artificiais (aspartame e a frutose) além dos avanços na tecnologia de processamento de alimentos são alguns exemplos, Patrício (1984, p. 78).

Outras aplicações não menos importantes são uso de fermento na indústria de alimentos pré-cozidos, cerveja e vinho e a utilização de polissacarídeos para controlar ou alterar as propriedades físicas dos alimentos.

Os produtos derivados do leite, tradicionalmente os iogurtes e os queijos, devem passar por processos de fermentação biológica para terem um maior tempo de conservação. Produtos como arroz ou trigo são comumente enriquecidos através de fungos para obterem um maior valor nutricional ou mesmo para obterem um sabor mais adequado ao paladar.

A biotecnologia também é muito usada nos processos de manuseio e conservação na indústria de carnes, peixes, sucos de fruta, ovos e produtos derivados dos cereais, (Cheremisinoff & Ouellette, 1985, p. 188).

Um exemplo recente do uso da biotecnologia na indústria de alimentos é o óleo de cozinha sintético chamado Olestra. Este óleo é dietético mas devido à sua composição preserva o sabor do óleo tradicional. A empresa Procter & Gamble já

investiu aproximadamente US\$ 200 milhões entre desenvolver, estudar e testar o novo produto. (Time, 08/01/96). É importante salientar que estes investimentos foram feitos ao longo de pelo menos 20 anos de estudos e apenas após esse período é que o Governo Americano está se posicionando quanto a liberação ou não do novo produto. Isto equivale a dizer que os riscos de empreender tais pesquisas foram enormes assim como são as incertezas relativas ao retorno deste investimento. Este exemplo é perfeito para visualizar as peculiaridades do processo inovativo abordadas no marco teórico. As pesquisas começaram de maneira bastante genérica em 1971, sendo que na época havia apenas a “curiosidade” em se saber o que se poderia fazer com um tipo de gordura que tivesse zero calorias mas preservasse o sabor tradicional. Aí percebe-se que a empresa estava engajada num processo de pesquisa básica em seus próprios laboratórios. Após sucessivos testes e a comprovação de que a nova substância servia como um perfeito substituto da gordura (óleo) tradicional nos mais diversos pratos culinários, foi que a empresa percebeu que tinha nas mãos um produto “sucesso de vendas” em potencial. À partir de então testes foram realizados exaustivamente e com um custo enorme. Isto posto, nota-se que o sucesso ou não desta inovação pressupõe uma estrutura de pesquisa interna à empresa assim como uma alta capacidade de financiar tais pesquisas.

Além disso, após quase vinte anos de pesquisas e tentativas de comercialização do produto não se tem uma posição definitiva do governo norte-americano quanto à aprovação ou não do produto. Isto quer dizer que o grau de incerteza quanto ao retorno desses investimentos é muito alto o que influencia sobremaneira na continuidade ou não das pesquisas.

3.3 - Medicina e Saúde

Na medicina destaca-se o papel dos antibióticos. Desde 1928, quando Alexander Fleming descobriu a penicilina, o grupo dos antibióticos tem crescido de forma vertiginosa gerando um mercado mundial de mais de 6 bilhões de dólares.

O papel da Biotecnologia na produção de antibióticos é fundamental, como mostra o aumento da produtividade decorrente do domínio de novas técnicas de fermentação biológica. À este respeito Salles Filho (1986, p. 244) salienta:

“A produção de antibióticos foi grandemente impactada pelo melhoramento genético de microorganismos, levando, juntamente com a otimização da tecnologia fermentativa, a uma produtividade 10.000 vezes superior àquela obtida nas primeiras tentativas de industrialização da penicilina”.

Outra área de aplicação da biotecnologia na medicina diz respeito à produção de hormônios. Alguns dos principais produtos pesquisados são: insulina humana, interferon, hormônio de crescimento humano, peptídeos e linfoquinas. A insulina humana é um dos produtos de maior destaque. Ela atua na regulação do teor de glicose do sangue, sendo usada por pacientes diabéticos.

Já o hormônio de crescimento humano constitui um importante agente terapêutico que atua na cura do nanismo. Outro hormônio, o interferon, regula a proliferação de células cancerosas e de células infectadas por vírus. *“Sua obtenção é extremamente dispendiosa e a técnica de clonagem de genes constitui uma aplicação de extraordinário potencial para viabilizar sua exploração comercial ... a extração a partir de células humanas (leucócitos) tem um rendimento muito baixo e os avanços do ADN recombinante em microorganismos já permitiram aumentar os rendimentos em até 1000 vezes”, (Salles Filho, 1986, p. 246).*

Ainda quando se fala sobre a biotecnologia aplicada à saúde, deve-se mencionar o papel chave da produção de vacinas. A saúde pública no Brasil sofre de uma falta crônica de recursos e atualmente verifica-se o aumento assustador de doenças como o sarampo, malária e outras. Assim sendo, esse campo de estudos é particularmente interessante para o nosso país que muitas vezes necessita importar vacinas com um custo muito alto. A tecnologia do ADN recombinante tem possibilitado aumento da eficiência de vacinas bem como uma diminuição em seus custos de produção. Por exemplo, a subunidade de hepatite B vem sendo pesquisada

e comercializada por diversas firmas através da manipulação genética de leveduras, sendo que o custo final por dose já caiu em 10 vezes.

Através da genética os cientistas estão em busca da cura, ou pelo menos de medicamentos que auxiliem no tratamento de doenças como o câncer, o mal de Alzheimer, asma, obesidade, etc. Várias empresas privadas com ações em bolsas estão por trás do financiamento dessas pesquisas.

A área de produção de fármacos no Brasil é muito expressiva sendo que a produção e comercialização dos produtos são dominados pela atuação de firmas multinacionais. Destacam-se nesse segmento: Johnson & Johnson, Bayer do Brasil, a Ciba -Geigy, a Hoechst Brasil Química Farmacêutica e a Du Pont. O interesse dessas firmas pelo Brasil, nesse segmento, remonta ao início da década de 80, quando a indústria farmacêutica no Brasil avaliou que o país representava o 8º maior consumidor do mundo capitalista.

3.4 - Clonagem

Qual é a utilidade de se clonar uma ovelha? O “pai” de Dolly, Ian Wilmut, trabalha num organismo de pesquisa aplicada que tem objetivos claros. Embora financiado pelo Estado, o Instituto Roslin, de Edimburgo, é gerido por uma empresa privada, a PPL Therapeutics, com sede nos Estados Unidos. Dolly só veio ao mundo porque existe uma concorrência impiedosa entre as companhias de biotecnologia.

“A clonagem de animais é só o começo. Agradeça aos avanços fundamentais da genética; a biotecnologia irá definir o progresso científico no século 21. Tudo está ocorrendo mais rápido do que todos pensavam”, (Carey, 1997).

Talvez este seja um dos mais fascinantes campos de aplicação da biotecnologia e um dos mais promissores. No final da década de 90, a clonagem de

células animais é a “menina dos olhos” dos pesquisadores. O avanço é fruto de técnicas modernas que estão sendo usadas para manipular e decodificar os genes humanos.

Para se ter uma idéia dos custos dos processos envolvidos nessa área, é interessante verificar que para decodificar o gene responsável pela fibrose cística, cientistas levaram dez anos e gastaram mais de 150 milhões de dólares ; ao passo que hoje em dia já é possível identificar todos os genes, ou seja, o genoma de vários animais e vegetais, de maneira muito mais rápida e custo muito mais baixo, (Fuser, 1997).

De acordo com matéria de Carey (10/03/97) os genomas integralmente sequencializados de seis microorganismos já foram divulgados e o custo limita-se atualmente a apenas US\$ 300 dólares por gene.

Publicações recentes como a da revista *Veja* (05/03/97) sugerem algumas aplicações diretas decorrentes do avanço do processo de clonagem de células animais. Por exemplo, a criação de rebanhos selecionados de vacas capazes de produzir 60 litros de leite por dia, ou seja, vinte vezes a média brasileira, assim como a produção de leite de alta qualidade com proteínas enriquecidas e quase sem gordura.

Dada a produção de medicamentos como a já citada insulina, via modificação genética, o próximo passo é a implantação de porções de DNA humano em grandes mamíferos para a produção de compostos sanguíneos úteis.

Animais ameaçados de extinção devem ser clonados e perpetuados artificialmente em menos de cinco anos.

Para se ter uma idéia do mercado em potencial, tome-se o exemplo da companhia Genome Therapeutics Corp. de Massachusetts que vendeu recentemente a sequencialização do “*Helicobacter Pylori*”, o microorganismo que causa úlcera, para a

gigante do setor farmacêutico sueco, a Astra, por nada menos que US\$ 22 milhões, Carey (10/03/97). Este caso demonstra uma das vias de difusão da tecnologia no caso da biotecnologia. Ao invés de percorrer todo o caminho da pesquisa com sucessivas tentativas de se chegar num produto final a empresa Astra adquiriu o produto da pesquisa já “pronto”, ou seja, nesse caso a transferência de tecnologia ocorreu via aquisição direta.

Outro exemplo de modificações genéticas é o da empresa PPL Therapeutics plc, da Escócia que já alterou genes de porcos para produzir corações, rins e outros órgãos compatíveis com os dos seres-humanos para serem transplantados, Fuser (1997). Em quase todos os exemplos aqui expostos as empresas possuem o conhecimento científico para realizar modificações genéticas em certos seres vivos, mas as técnicas por si só não representam um ganho econômico para quem as detêm, elas são por certo uma grande promessa de lucro (fator endógeno da motivação a inovar - expectativa de lucro) que se concretiza a medida que elas geram produtos que apresentam aplicação comercial. A idéia de alterar genes de porcos para produzir corações compatíveis com os dos seres-humanos é ao mesmo tempo uma promessa da medicina para a cura de disfunções cardiovasculares mas sobretudo, é a criação de uma oferta de um novo produto. Este produto terá um preço de mercado e a empresa será recompensada pelos seus esforços no campo da pesquisa. Quando e como isto se dará é uma incógnita e envolve um risco muito grande pois ao final de anos de pesquisa pode-se chegar à conclusão de que os transplantes são inviáveis do ponto de vista da medicina. Ou então a técnica será tão cara que se tornará restritiva, ou seja, não será possível haver ganhos de escala se somente uma parte ínfima da população se beneficiar dela. Conclui-se que a lógica científica da manipulação genética passa a ser subjacente à lógica econômica e social.

3.5 - Fontes de Energia

Uma das possibilidades muito interessantes para o Brasil é o uso da biotecnologia para obtenção de energia. O Brasil é um grande consumidor mundial de petróleo e muito provavelmente poderia se beneficiar de avanços neste campo de aplicação da biotecnologia. Através de processos de extração de biomassa (energia natural contida em organismos da natureza) da cana-de-açúcar, por exemplo, tem-se uma fonte alternativa de energia, (Donaldson & Humphrey, 1986, p. 670).

Brown (1987, p. 111) ressalta o Programa Pró-Álcool no Brasil como sendo um exemplo da obtenção de combustível originado por microorganismos.

Patrício (1984, p. 82) destaca três possibilidades da biotecnologia nesse campo, quais sejam: aumentar os recursos de biomassa, facilitar a transformação da biomassa e reduzir a demanda de energia clássica. Além da economia na produção de fertilizantes devido ao menor consumo de energia, destaca-se ainda o consumo de energia via biolixiviação (tratamento do mineral de baixíssimo teor) e recuperação do petróleo.

Atualmente estão sendo feitas experiências com a planta de mostarda, em que o gene que foi introduzido na mesma transformou-a numa “fábrica biológica de plástico”, ou seja, por esse processo é consumida muito menos energia na obtenção do plástico do que pelo processo tradicional.

Recentemente foi descoberto o gene para o controle enzimático da formação de celulose em plantas. As perspectivas agora são a de que possam ser desenvolvidas árvores com muito mais celulose e ter resultados muito mais produtivos e menos poluidores na extração do papel.

CAPÍTULO IV

4 - O PROCESSO DE DIFUSÃO DA BIOTECNOLOGIA

Tendo em vista a aplicabilidade da biotecnologia nos mais variados setores econômicos, é razoável supor que este tipo de tecnologia venha despertando cada vez mais o interesse de vários países que visualizam um potencial instrumento de competitividade econômica.

Como as atividades relacionadas à pesquisa e desenvolvimento da biotecnologia estão sendo levadas à cabo internacionalmente? Qual o papel do Brasil neste contexto?

4.1 - Biotecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento

O desenvolvimento da biotecnologia vista como uma nova tecnologia depende de uma série de arranjos institucionais entre empresas privadas, órgãos públicos, Universidades e Instituições de pesquisa, de modo a suprir as necessidades intrínsecas ao seu desenvolvimento.

“As inovações tecnológicas envolvendo atividades de pesquisa, desenvolvimento experimental, engenharia, produção inicial e introdução comercial exigem pessoal capacitado, instalações adequadas, equipamentos, instrumentos, materiais de consumo e

manutenção de um fluxo contínuo de informações científicas e tecnológicas. Acrescentam-se a essas, as despesas com seguro, patenteamento, licenciamento, registro de marcas, treinamento de pessoal, publicidade, distribuição física, ...”, (Barbieri, 1990, p. 94).

Nos EUA, país que disputa a liderança nas pesquisas biotecnológicas com o Japão, estes arranjos costumam acontecer entre grupos privados de capital de risco e grandes empresas industriais.

A pesquisa na área da biotecnologia requer muito tempo e dinheiro e os retornos são bastante incertos do ponto de vista comercial, por isso, as Joint-Ventures entre estes grupos constituem-se numa maneira de diminuir o alto risco. *“Num contexto de rápidas mudanças tecnológicas, os acordos de cooperação e as alianças estratégicas são um meio que permite às empresas, minimizando riscos e mantendo a possibilidade de se descomprometerem, obter os recursos complementares e insumos tecnológicos essenciais”, (Chesnais, 1997, p. 144).*

Schumpeter (1939) cita alguns motivos pelos quais as empresas adotam a cooperação como estratégia mercadológica. As empresas tendem a cooperar entre si quando da existência de relações de complementariedade entre suas atividades, ou seja, quando uma empresa está envolvida num processo de pesquisa tecnológica e por falta de algum fator de produção ou mesmo do conhecimento de processos produtivos necessários a introdução de um novo paradigma tecnológico, ela tende a preencher esta lacuna buscando em outra firma a parceria necessária para dar continuidade ao processo de pesquisa.

Outro motivo pode ser a cooperação entre empresas em diferentes etapas do desenvolvimento tecnológico, ou seja, o interesse de uma empresa pode estar restrito a exploração de parte do processo de desenvolvimento de novos produtos ou processos. Uma empresa pode aproveitar da sua capacidade de produção e de seu conhecimento em determinado assunto enquanto que outra empresa pode

estar interessada no resultado das pesquisas conjuntas para dali em diante levar a cabo outros projetos derivados destes.

De maneira geral, a cooperação entre empresas é uma forma de otimizar esforços produtivos e pode tornar-se num grande diferencial competitivo para as empresas.

De acordo com um estudo feito pelo governo americano, Us Gacb (1984), alguns fatores são considerados de extrema importância para os países assegurarem uma posição competitiva no futuro com relação a biotecnologia:

- financiamentos e incentivos fiscais para as firmas;
- fundo governamental para a pesquisa básica e aplicada;
- formação e treinamento de pessoal;
- regulamentação nas áreas da saúde, da segurança ambiental;
- lei de propriedade intelectual, lei antitruste;
- relação entre Universidade e Indústria e transferência internacional de tecnologia;
- objetivos públicos na área e a participação da sociedade.

Neste estudo o Brasil é citado como sendo um dos únicos países em desenvolvimento que apresenta programas formais em biotecnologia. Não obstante, historicamente o Brasil tem absorvido tecnologia importada e por vezes desenvolvido através de Joint-Ventures, tendo o governo, pois, um importante papel a cumprir no fomento à pesquisa biotecnológica.

4.1.1 - O Papel do Estado

De modo geral os programas em biotecnologia nos países avançados tem uma participação muito forte do Estado, sendo que a iniciativa privada participa

discretamente desses investimentos. Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, as empresas privadas contribuem com apenas 10% do total de recursos envolvidos em ciência e tecnologia no país, ou 0,7% do PIB.

Em 1994, o ministro da Ciência e Tecnologia, Israel Vargas ressaltou que os baixos investimentos no setor da biotecnologia aplicada são decorrentes do modelo de desenvolvimento brasileiro, o qual, tradicionalmente vem absorvendo tecnologia estrangeira.

Isto vem ao encontro com o que diz Barbieri (1990, p. 115):

“Pode-se dizer que a produção de ciência e tecnologia encontra-se concentrada tanto em nível de empresas quanto de países. Poucas grandes empresas dos países desenvolvidos, que também são poucos, realizam a maior parte das atividades de ciência e tecnologia. Daí a dependência tecnológica dos países menos desenvolvidos, dependência essa que é um aspecto e ao mesmo tempo um meio pelo qual se efetiva a dependência econômica desses países em relação aos mais desenvolvidos”.

Isto ilustra o fato de que nos países do terceiro mundo o governo fornece a maior parte dos recursos para a ciência e tecnologia assim como é seu maior executor. Barbieri (1990, p. 113). Percebe-se que os organismos de pesquisa em biotecnologia, assim como os pesquisadores das Universidades no Brasil, muitas vezes são coordenados pelo Estado na sua forma de atuação. Muitas vezes esse isolamento entre os agentes de pesquisa é fruto da “patenteabilidade” dos produtos, ou seja, existindo a possibilidade de uma empresa registrar suas descobertas biotecnológicas ela certamente o fará, sendo que o novo conhecimento não será disseminado no meio científico pelo menos durante um certo período. Portanto o Estado busca organizar as frentes de pesquisas, o que já acontece em países como os EUA, o Japão, Canadá, França, Inglaterra e outros, (Us Gach, 1984).

Nos Estados Unidos, por exemplo, a ação estatal assumiu grande parte dos riscos da pesquisa básica e da pesquisa aplicada, direcionando as mesmas ao encontro das especificidades da demanda do desenvolvimento industrial americano, (Us Gacb, 1984). Este dado diz respeito à indústria em geral, sendo que a área da biotecnologia foi beneficiada indiretamente. *“Numa era comandada pela revolução técnico-científica, o Estado assume papel central na produção da ciência e da tecnologia e na apropriação e difusão de inovações tecnológicas de indiscutível importância econômica e social”*, (Viegas, Barros & Regensteiner, 1986, p. 15).

O setor estatal ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia no Brasil procura pois definir previamente as prioridades de pesquisa e desenvolvimento, capacitação de pessoal e delimitação da área de atuação no ramo, seja ele estatal ou privado, estrangeiro ou nacional, dominado por grandes produtores ou acessível a pequenos produtores, (Almeida, 1984, p. 113).

Pode-se apontar algumas deficiências no desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, quais sejam: pessoal capacitado para pesquisa é limitado; a indústria nacional desenvolve pouca atividade de P&D; incerteza quanto as leis sobre patentes industriais; muita burocracia no desentrate de equipamentos necessários aos laboratórios de P&D. Já no estudo de Vieira & Guerra (1995: 55), é citada a falta de integração entre as instituições que promovem a P&D e a iniciativa privada.

4.2 - Programas Biotecnológicos no Brasil e no Mundo

Após estas considerações, é importante ressaltar alguns programas que constituem iniciativas, públicas ou privadas, de interesse comum na área da biotecnologia.

Pode-se citar a iniciativa de países como o Chile, Costa Rica e Colômbia, que em 1990 fizeram requerimentos oficiais à FAO (Organização para

Alimentação e Agricultura) no sentido de estabelecer uma rede² de cooperação técnica entre laboratórios de biotecnologia em plantas, de países da América Latina e Caribe, cujo o objetivo geral seria o de acelerar o processo de adaptação, geração, transferência e aplicação de biotecnologia em plantas, de maneira a conservar os recursos genéticos e melhorar as safras agrícolas dos países da região. Os objetivos específicos da rede seriam: constituir um fórum permanente para dar apoio à formulação de políticas regionais e estratégicas em biotecnologia de plantas, visando o desenvolvimento da agricultura; promover o intercâmbio de informações e pesquisas entre os membros da rede; facilitar o acesso à novas tecnologias avançadas; ajudar na formação, treinamento, qualificação e atualização dos recursos humanos.

De acordo com pesquisa feita pela rede e publicada em 1990³, pode-se citar alguns fatores limitativos ao desenvolvimento da biotecnologia de plantas (Uso de técnicas biotecnológicas aplicadas em vegetais com o intuito de realizar melhoramentos nos mesmos) nesses países:

→ Necessidade de treinamento em biotecnologia avançada de plantas; biologia molecular; engenharia genética; cultura de tecidos e células como ferramentas de melhoramento das safras agrícolas e diagnóstico de doenças;

→ Orçamento muito limitado;

→ Necessidade de implementar uma rede de informação para pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia de plantas;

→ Necessidade de projetos de pesquisa e transferência de tecnologia envolvendo o setor privado.

Destacam-se ainda alguns projetos da rede para 96/98: promover o estabelecimento de entidades privadas em cada país ligadas aos objetivos da rede, promover uma percepção positiva da biotecnologia por parte do público em geral, editar e distribuir material literário e gráfico sobre biotecnologia em escolas de

² Esta rede chama-se "Technical Cooperation Network on Plant Biotechnology in Latin American and the Caribbean (REDBIO)", ou seja, Rede de Cooperação Técnica em Biotecnologia de Plantas para a América Latina e Caribe.

primeiro e segundo grau e ainda organizar o Encontro de Biotecnologia de Plantas da América Latina a cada três anos (o próximo será em La Havana/Cuba em 1998).

No Brasil, através de órgãos públicos como o CNPQ, foi criado o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB) que visa criar condições para desenvolver a pesquisa básica e aplicada e estruturação da biotecnologia no país. O CNPQ determina as diretrizes do programa e suas linhas de pesquisa, assim como financia a maior parte de suas atividades. No setor predominam as Agências Governamentais, os Institutos de Pesquisa Estatais e as Universidades.

As empresas privadas por sua vez não têm tradição de financiar pesquisas na área, o que explica a preferência por associações com empresas estrangeiras.

Além do PRONAB, outro programa de destaque é o PBIO (Programa para o Desenvolvimento da Pesquisa Básica em Biotecnologia). Um importante instrumento de redefinição da política de desenvolvimento biotecnológico de organismos como a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e do SNPA (Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola).

O PBIO pretende aumentar a cooperação entre as instituições científicas e o setor privado levando em conta as demandas do mercado. Seu foco está orientado para a adaptação de novas tecnologias visando um programa agrícola de desenvolvimento sustentável.

Através do quadro abaixo tem-se uma visão abrangente das metas do programa:

³ <http://uba.cenargen.embrapa.br/~redbio/sur.html>.

Quadro 2: Metas do PBIO para 1997/98/99

1.	Obter cultivares de batata resistente as viroses causadas pelos vírus pvx, pvy, plrv-prazo 1996
2.	Obter cultivares de feijão resistente ao vírus do mosaico dourado - prazo 1996
3.	Obter cultivares resistentes à lagarta do cartucho - prazo 1997
4.	Obter cultivares de cevada tolerantes ao alumínio na cevada e toxinas fúngicas - prazo 1998
5.	Estabelecer estratégias para a transferência de genes de resistência a doenças necrotróficas e biotróficas de espécies afins para o trigo e cevada - prazo 1998
6.	Testar a eficácia da proteína arcelina para o controle de pragas de armazenamento - prazo 1996
7.	Determinar a função do gene rol A na geração de plantas de baixo porte e avaliar sua eficácia em plantas de arroz - prazo 1997
8.	Obter marcadores moleculares para a seleção de linhagens de milho tolerante à toxidez de alumínio - prazo 1996
9.	Desenvolver a tecnologia de imunização genética em animais - prazo 1996
10.	Desenvolver tecnologia de transferência de núcleos em animais - prazo 1996
11.	Desenvolver tecnologia de bissecação e congelamento de embriões caprinos - prazo 1997
12.	Desenvolver padrões de DNA para o programa de melhoramento do gado Canchim - prazo 1998
13.	Identificar e quantificar a frequência das diferentes formas dos genes de Kappa-caseína, betalactoglobulina e hormônio de crescimento no gado bovino - prazo 1998
14.	Desenvolvimento de marcadores moleculares para detecção de indivíduos portadores da deficiência na adesão de leucócitos, leucose bovina, cromossomopatias e sexagem - prazo 1998
15.	Determinar os mecanismos de interação do Baculovirus e célula hospedeira e estabilidade genética do vírus - prazo 1996
16.	Determinar os mecanismos que regulam a expressão gênica semente-específica - prazo 1996
17.	Obter bioinseticida para o controle da lagarta do cartucho em milho - prazo 1998
18.	Obter bioinseticida a base de Cercospora e Alternaria cassiae para controle de plantas daninhas - prazo 1998
19.	Otimizar o processo de produção de bioinseticida a base do Bacillus sphaericus para controle de mosquitos - prazo 1996
20.	Obter bioinseticida para o controle do gafanhoto através de fungos entomopatogênicos - prazo 1996
21.	Desenvolver tecnologia de micropropagação do cajueiro - prazo 1997
22.	Determinar os mecanismos de reprodução apomítica em Brachiaria - prazo 1997
23.	Obter estirpes recombinantes de Rhizobium mais estáveis e eficientes - prazo 1998
24.	Obter estirpes de Bradyrhizobium mais competitivas - prazo 1998

Fonte: internet: <http://modkowsk@cenargen.embrapa.br>

4.3 - Programa Regional - Santa Catarina

Apesar de todas as dificuldades enfrentadas, pouco a pouco estão sendo articulados programas de incentivo à biotecnologia no Brasil e em Santa Catarina, muito embora o sistema brasileiro de inovação tecnológica ainda seja um sistema incompleto, incapaz de produzir inovações de ponta. Dessa forma é a transferência de tecnologia internacional que continua a ser uma das principais portas de entrada de novas tecnologias no Brasil. Para o país este fato pode criar uma situação de dependência de tecnologia externa no longo prazo. Para as empresas nem tanto, principalmente nos dias atuais em que a economia tem um caráter cada vez mais global. A empresa nacional que entra em contato com novos produtos e processos, seja por meio da compra ou associação com uma empresa estrangeira, está mais apta a gerenciar e comercializar os mesmos no mercado local.

Muitas vezes a aquisição de tecnologias via transferência internacional é a única maneira de se trabalhar nesse campo, dadas as deficiências de prioridades governamentais, da falta de recursos e mesmo da falta de pessoal qualificado.

O contraponto é a necessidade de se internalizar esses conhecimentos para então adaptá-los à realidade local. Isto é feito atualmente nos programas catarinenses de biotecnologia. Eis alguns exemplos a seguir.

No Estado de Santa Catarina, foi criado em Julho de 1988 o Programa Institucional de Biotecnologia da UFSC (PIBIO), que é vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. O PIBIO congrega oito sub-áreas distribuídas em diferentes laboratórios da UFSC: Aqüicultura, Biofármacos, Biotecnologia Ambiental, Biotecnologia do Solo, Cultura de Células, Tecidos e Órgãos do Centro de Ciências Agrárias; Cultura de Células, Tecidos e Órgãos do Centro de Ciências Biológicas; Processos Biotecnológicos e Saúde. Note-se que é na região centro-sul do Brasil que estão concentradas 90% das empresas de biotecnologias, sendo que 36% se

concentram na área da saúde, 21% na agricultura, 18% no setor de alimentos e bebidas, 10% em biomassa e 15% em outros (Vieira & Guerra, 1995, p. 49).

O esforço é no sentido de se encontrar uma linha comum de pesquisa que tenha suporte nacional através de uma rede institucional de apoio à pesquisa, ou seja da existência de um Sistema Nacional de Inovação voltado para a área da biotecnologia.

CAPÍTULO V

5 - CONCLUSÃO

Através deste estudo sintético, procurou-se mostrar as relações entre o conhecimento científico, a produção de tecnologia e o desenvolvimento econômico, tendo como caso prático a Biotecnologia.

A busca das empresas pelo aprimoramento de seus produtos e processos produtivos está mais acirrada do que nunca e é de vital importância para as empresas que buscam maximizar seus lucros. Hoje em dia existem várias áreas de trabalho em que isto acontece, com destaque para áreas emergentes como a informática, a robótica e a biotecnologia.

As condições para que ocorra efetivamente uma invenção, inovação ou mesmo difusão de novos produtos, são dadas por fatores endógenos e exógenos às empresas. Por fatores endógenos, cita-se o direcionamento das técnicas gerenciais e estratégias competitivas de longo prazo. Por fatores exógenos cita-se, além das condições de preços, oferta e demanda de matéria - prima e mão-de-obra, estabilidade econômica, a existência ou não de um Sistema Nacional de Inovação. O estágio deste Sistema é que influencia sobremaneira as chances de sucesso das empresas em inovar tecnologicamente. O Sistema de Inovação mencionado diz respeito a uma série de fatores como a existência de laboratórios de pesquisa, de verba para financiar projetos privados ou públicos, de programas de qualificação de mão-de-obra, etc. Foi vista também a evolução cronológica dos novos produtos da biotecnologia. Esta evolução e as novas descobertas científicas nas diferentes áreas de estudo estão diretamente

vinculadas ao processo de pesquisa básica e/ou aplicada. Foi ressaltada a importância das inovações em áreas como a saúde e a agricultura, principalmente quando se levantou a fonte em potencial de matéria-prima que é a Floresta Amazônica.

Quanto a relação entre a biotecnologia e o desenvolvimento econômico, foi constatado através de estudos de diversos autores que o melhoramento contínuo dos produtos e processos é vital para um melhor desempenho econômico.

Isto posto, pode-se estabelecer aí a relação entre o desenvolvimento econômico e a produção de tecnologia. Tome-se o caso da Biotecnologia, as empresas que estão mais aptas a competir num cenário de acirrada disputa por fatias de mercado, aí entendidos mercados nacionais e internacionais, contam com vantagens competitivas fruto de uma série de fatores. A localização geográfica dessas empresas por exemplo. Quando situadas em países que apresentam Sistemas Maduros de Tecnologia, elas contam com infra-estrutura adequada para gerar inovações radicais. Se nesses países existem leis que regulamentam a patenteabilidade de novos produtos, isto gera menos incerteza quanto ao retorno esperado do investimento em pesquisa, ou seja, está se falando aqui de um processo em que empresas de biotecnologia se utilizam de conhecimentos científicos, para a partir destes pesquisar em laboratórios de P&D e tentar chegar num novo produto e/ou processo produtivo. Após a fase de pesquisa e criação do produto ocorre sua comercialização no mercado e o retorno dos investimentos. A partir daí a nova técnica e/ou produto tende a ser difundido no mercado, conseqüentemente sendo copiado por outras empresas. Alguns comentários foram tecidos à respeito das possibilidades de uso da biotecnologia agrícola no caso de países em desenvolvimento, os quais não apresentam Sistemas Nacionais de Inovação Maduros e onde se enquadra o Brasil. Neste caso, foi apresentado uma tentativa brasileira que atua nesse sentido que é o programa de pesquisa da Embrapa mencionado no capítulo II.

Referente a correlação entre a falta de agências financiadoras de pesquisas com a ausência de um Sistema Nacional de Inovação Maduro, verificou-se que para o caso brasileiro esta relação é verdadeira, além de ter sido ressaltada a forma de atuação de empresas que realizam pesquisa e inovam seus produtos e processos. O caso da empresa Procter & Gamble foi conclusivo para demonstrar o caráter de incerteza e o alto risco da pesquisa aplicada; ainda como ressaltar o longo tempo da descoberta científica até chegar à um produto com aplicação comercial. A clonagem da ovelha Dolly foi abordada para demonstrar o envolvimento de laboratórios privados que disputam entre si e que são motivados a pesquisar, em sua maioria pela expectativa de lucros futuros. Eis aí um dos motivos a inovar descritos no marco teórico.

Foi visto neste trabalho a aplicação das técnicas biotecnológicas nas diversas áreas de estudo em que ela é possível: agricultura, medicina e saúde e outros. Todos estes mercados apresentam uma grande expressividade econômica e estão em ascensão, ou seja, o mercado para produtos gerados através da biotecnologia, de modo geral, vem crescendo no mundo. O modo que se dá este crescimento tem muito a ver com as especificidades tecnológicas de cada país. Os acordos e Joint-ventures entre as empresas foram abordados e se destacam como uma forma de minimizar custos relacionados à pesquisa de novos produtos. No Brasil, porém, devido às características do processo histórico de desenvolvimento econômico, a alternativa de acordos de cooperação, de modo geral, acaba por criar situações de dependência tecnológica, muito embora as parcerias com empresas estrangeiras e a adaptação de tecnologia importada via imitação são as alternativas mais viáveis para as empresas dadas as circunstâncias e estágio em que se encontra o desenvolvimento tecnológico no Brasil, sendo que a Biotecnologia é sem dúvida um promissor campo de desenvolvimento tecnológico para o Brasil e para o mundo nos próximos anos. Foram apontadas algumas características da ação estatal no fomento à pesquisa nos EUA assim como algumas deficiências no sistema brasileiro quanto ao desenvolvimento biotecnológico. Por fim, alguns exemplos de programas em biotecnologia na América Latina e no Brasil foram colocados para ilustrar o esforço de acompanhar as inovações que estão acontecendo no fascinante mundo da biotecnologia. O programa

referente à América Latina é um bom exemplo do esforço de se aproximar ao máximo do que se poderia chamar de um Sistema Nacional de Inovação Maduro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALCÂNTARA, E. *Dolly, a revolução dos clones*. Revista Veja. São Paulo: Abril, 1997.
2. ALMEIDA, A. *Biotechnologia e agricultura: perspectivas para o caso brasileiro*. Rio de Janeiro: Vozes, 1984.
3. ANCIÃES, W. & CASSIOLATO, J. *Biotechnologia: seus impactos no setor industrial*. Brasília: CNPQ/Coordenação Editorial, 1985. 172 p.
4. BARBIERI, J. *Produção e Transferência de Tecnologia*. São Paulo: Ática, 1990. 181 p.
5. BROWN, C. *Introduction to biotechnology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987.
6. CAREY, J. *The biotech century*. BusinessWeek. New York: McGraw-Hill, Mar. 10, 1997.
7. CHEREMISINOF, P. & FERRANTE, L. *Biotechnology current progress*. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1991.
8. CHESNAIS, F. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1997.
9. DOSI, G. *Sources, procedures and microeconomic effects of innovation*. Journal of Economic Literature, Nashville: v. 26, n. 3, p. 1120-71, Sept. 1988.
10. FREEMAN, C. E PERES, C. *The diffusion of technical innovations and changes of techno-economic paradigm*. International Conference on Innovation Diffusion, Veneza: março, 1986.
11. FUSER, I. *Conhece-te a ti mesmo*. In: *A Ciência dos Clones*. Revista Superinteressante Especial. São Paulo: 119-A, Agô, 1997.
12. GADEN, JR. *Biotechnology and bioengineering symp*. John Wiley & Sons, Inc. 1986.
13. GAIFAMI, A. *Cultivando a diversidade: recursos genéticos e segurança alimentar local*. Rio de Janeiro: Desktop Publicações, 1994.

14. HICKS, J. *The theory of wages*. London: Macmillan, 1932.
15. HOBBELINK, H. *Biotecnologia: muito além da Revolução Verde*. Porto Alegre: Riocell, 1990.
16. [HTTP://MODKOWSK@CENARGEN.embrapa](http://MODKOWSK@CENARGEN.embrapa)
17. KAGEYAMA, A.; MELLO; MTL; SALLES F. *Biotecnologia e propriedade intelectual: novos cultivares*. Estudos de política agrícola - relatórios de pesquisas. Brasília: IPEA/PNUD, n 4, 1993.
18. KASSAI, L. *Biotecnologia eleva lucro no campo*. Gazeta Mercantil. Brasília: 3/Jun/1997.
19. LEMONICK, M. *Are we ready for fat - free fat?* Revista Time. Florida: 8/jan/1996.
20. MANDEL, E. *Las ondas largas del desarrollo capitalista*. La interpretación Marxista. Siglo XX, Micard, 1986.
21. MARTINE, G. & CASTRO, C. *Biotecnologia e sociedade: o caso brasileiro*. São Paulo: Unicamp, 1985.
22. MATESCO, V. *Atividade tecnológica das empresas brasileiras: desempenho e motivação para inovar*. In: *Perspectivas da Economia Brasileira 1994*. Rio de Janeiro: IPEA, 1993, p. 397-419.
23. MEDEIROS, Alan. *Falta de recursos entrava a modernização*. Gazeta Mercantil, Brasília: 2/Abr./1997.
24. MOWERY, D. & ROSENBERG, N. *Technology and the pursuit of economic growth*. New York: Cambridge Press, 1989.
25. PATEL, P.; PAVITT, K. *National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared*. Economics of innovation and New Technology, Basel, v. 3, n. 1, 1994, p.77-95.
26. PATRÍCIO. In: ALMEIDA, A. *Biotecnologia e agricultura: perspectivas para o caso brasileiro*. Rio de Janeiro: Vozes, 1984.
27. ROSENBERG, N. *Inside the black box: Technology and Economics*. NY: Cambridge Press, 1982.
28. SALLES FILHO, Sérgio. *A dinâmica tecnológica da agricultura: Perspectivas da Biotecnologia*. Campinas: mar/1993.
29. SALLES FILHO, Sérgio. *As novas Tecnologias de base biológica e os processos*

- fermentativos: O Caso Brasileiro. In: VIEGAS, J. & BARROS, P. *Biotechnologia e desenvolvimento nacional*. São Paulo: Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1986.
30. SCHMOOKLER, J. *Invention and economic growth*. Cambridge: University Press, 1966.
 31. SCHUMPETER, J.A. *Business cycles*. EUA: McGraw-Hil, 1939.
 32. SCOTT, C. *Seventh symposium on biotechnology for fuels and chemicals*. New York: Interscience Publications, 1986.
 33. US GACB, Governmentt Agency. *Commercial biotechnology: an international analysis*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1984.
 34. VIEGAS, J. & BARROS, P. *Biotechnologia e desenvolvimento nacional*. São Paulo: Secretaria da Industria e Comércio, Ciência e Tecnologia, 1986.
 35. VIEIRA, Paulo, GUERRA, Miguel. Biodiversidade, Botecnolgia & desenvolvimento. In: *Anais do I Simpósio Nacional o sol é nosso: Perspectivas de ecodesenvolvimento para o Brasil*. Florianópolis: 1995