

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
CURSO DE MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

AS MUDANÇAS NO SETOR DE BIOTECNOLOGIA E
SEUS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA:
AS RELAÇÕES DAS CORPORAÇÕES CIÊNCIAS DA
VIDA E A EMBRAPA.

FÁBIO ANDRÉ TEIXEIRA

SISBI/UFU



1000202757

FÁBIO ANDRÉ TEIXEIRA

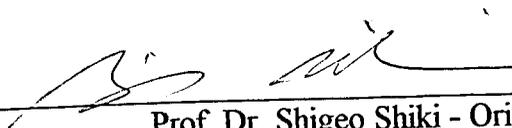
11011
330.310211
T266m
Tes/DEM

**AS MUDANÇAS NO SETOR DE BIOTECNOLOGIA E
SEUS IMPACTOS SOBRE A ECONOMIA BRASILEIRA:
AS RELAÇÕES DAS CORPORações CIÊNCIAS DA
VIDA E A EMBRAPA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito final para a obtenção do título de
Mestre em Desenvolvimento Econômico, sob a orientação
do Prof. Dr. Shigeo Shiki.

Uberlândia, MG.
Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Economia
2001

Dissertação defendida e aprovada, em 08 de março de 2001, pela banca examinadora constituída pelos professores:

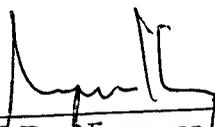


Prof. Dr. Shigeo Shiki - Orientador

Dr. Fábio Afonso de Almeida – Examinador



Prof. Dr. José Diniz de Araújo – Examinador



Prof. Dr. Niemeyer Almeida Filho
Coordenador do curso de Mestrado em Desenvolvimento Econômico

A Deus, Pai e Conselheiro nas horas difíceis.

Aos meus pais, Antonio Vicente Teixeira e Nelzita Maria Teixeira (*in memoriam*). Aos meus irmãos, Fagni, Fernando, Fabiana e família e Flávio e família. À minha noiva e futura esposa, Simone de Sousa Borges, por todo apoio, amor e as palavras de confiança que me permitiram ultrapassar mais uma etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação contou com a participação de diversas pessoas, que contribuíram, direta e indiretamente, para que os resultados fossem alcançados e concretizados.

Agradeço primeiramente ao Professor e Orientador Dr. Shigeo Shiki, pelas críticas e sugestões ao trabalho, as quais contribuíram para que este chegasse ao fim.

Agradeço ao amigo Walter Luiz dos Santos Jr., pelas relevantes sugestões, pelos dias debruçados sobre este trabalho e pela disponibilidade em sempre ajudar, dando o melhor de si. Pela tranquilidade e apoio que me passou nos momentos inquietantes. Pelas seções de cinema. O meu sincero obrigado.

Agradeço também aos meus amigos de república, Antonio, Rogério, Geraldo e Fábio Divino, pelos momentos de confraternização e de descontração, que me fizeram perceber a importância de não estar sozinho nesta caminhada. À D. Abadia, nossa mãe e “fiel escudeira”, que com seu trabalho incansável e alegria de viver, possibilitou-se um maior tempo de dedicação a este trabalho.

Devo um agradecimento especial também aos colegas de mestrado, Edson, Eliana Adati, Eliseu, Flavinha, Idamar, Lucille, Mirian, Raquel, pela proveitosa convivência dentro e fora da sala de aula. Estendo também este agradecimento aos colegas da turma anterior, Fabiana Adati, Claudinha, Renata, Regina, Sebastião, Hugo, Viviane e Lucimar.

Às secretárias Ana, Cleide, Joana, Maura, Rejane, Tereza, e Vaine do Instituto de Economia e do Mestrado em Desenvolvimento Econômico, pelo auxílio e atenção dada neste período. Aos demais professores do Instituto de Economia, o meu sincero obrigado pelas conversas e pelos conhecimentos passados dentro e fora da sala de aula. Um obrigado especial aos professores José Diniz e Germano Mendes de Paula, pelas considerações e sugestões dadas a este trabalho.

Ao pessoal da pesquisa, Graziela, Silvana (Xuxu), Luciene, pelas pesquisas de campo, pelas viagens e pelos momentos que passamos juntos.

À Edileuza, que apesar da distância, sempre me motivou e me aconselhou a tomar as decisões certas para o este trabalho pudesse se concretizar.

À colega e companheira de sala Prof^ª. Darcilene, e pelos demais colegas de profissão, Prof. Marcelo e Prof^ª. Simone Shiki, pelas conquistas e descobertas que este período oferece.

Ao grande amigo Antonio Marcos (Tonim) pela nossa convivência desde os primeiros dias de minha graduação, pelas ricas partilhas, pela mão amiga, pelos risos e dificuldades pela qual passamos, o meu sincero obrigado.

Aos meus amigos da Secretaria Lucas de todo o país, especialmente o pessoal de Belo Horizonte, Uberlândia e Araguari, obrigado pelas orações e incentivos.

Aos amigos de Araguari, Renatinha, Adriano, Carlos, Renato, e tantos outros que passaram pela minha vida e de uma forma ou de outra deixaram a sua contribuição. Um agradecimento especial à amiga e professora Marines Duarte, pela paciência e rapidez em corrigir este trabalho. A todos o meu muito obrigado.

Aos Meus afilhados (sobrinhos) Guilherme e Bryan, pela certeza de que uma nova vida deve ser sempre comemorada, pois serve para cada um de nós como um novo ânimo, renovando as nossas famílias. A todos os meus familiares e amigos, ao meu pai, irmãos e irmã, cunhados (as), tios, tias e primos (as), Sr. Irones, Dona Marionita, Jéssica, Helena. Meu sincero agradecimento por tudo o que aprendi nestes anos de convivência.

Finalmente, agradeço a todos aqueles que de uma forma ou de outra estiveram comigo, e que pela minha incapacidade de reter tantos nomes na memória, não foram aqui lembrados. Que Deus os abençoe!

Se a história ensinou-nos alguma coisa é que toda nova revolução tecnológica traz benefícios e custos. Quanto mais poderosa a tecnologia é na expropriação e no controle das forças da natureza, mais severo será o preço que seremos forçados a pagar em termos de desordem e destruição causadas aos ecossistemas e aos sistemas sociais que sustentam a vida.
(Jeremy Rifkin)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
I - DAS PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS GENÉTICAS ATÉ AS RECENTES DESCOBERTAS DA BIOTECNOLOGIA MODERNA.	
Introdução.....	20
1.1 A Origem das primeiras apropriações genéticas e a divisão internacional dos recursos vegetais.....	21
1.2 O Desenvolvimento da Híbridização.....	27
1.3 A instauração da Revolução Verde como antecessora da Moderna Biotecnologia.....	32
1.3.1 - A Revolução Verde e a Biodiversidade	37
1.4 - A avanços da biotecnologia: a biotecnologia tradicional e a biotecnologia moderna.....	40
Conclusão	50
II - PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS PELA BIOTECNOLOGIA E SUA POTENCIAL UTILIZAÇÃO NO MERCADO BRASILEIRO.	
Introdução.....	52
2.1 - A evolução das pesquisas em biotecnologia	53
2.2. – Principais conceitos e técnicas utilizadas pela biotecnologia	57
2.2.1 – Fermentação	57
2.2.2 – Cultura de tecidos e células.....	58
2.2.3 – Fixação biológica do nitrogênio.	62
2.2.4 – Produtos transgênicos.....	63
2.2.4.1 – Aumento da produção de transgênicos	65
2.2.4.2 – Pressões ambientais e sociais sobre a produção e comercialização de OGMs.....	67
2.2.5 – Projeto Genoma.....	72
2.2.6 – Terapia Gênica.....	76
2.3 - O mercado brasileiro de biotecnologia.....	77
Conclusão.....	84

III – AS CORPORAÇÕES TRANSNACIONAIS DO SETOR DE BIOTECNOLOGIA OU INDÚSTRIAS DAS CIÊNCIAS DA VIDA.

Introdução.....	87
3.1. Estratégias das empresas multinacionais de biotecnologia.....	88
3.2. Principais empresas da indústria ciências da vida.....	97
a) Aventis.....	97
b) Novartis.....	101
c) AstraZeneca.....	104
d) DuPont.....	107
e) Dow Chemical Company.....	109
f) Monsanto.....	111
Soja Roundup Ready.....	113
Milho Bt – Proteção contra insetos.....	114
3.3. Análise financeira das seis empresas selecionadas para os anos de 1997, 1998 e 1999.....	119
Conclusão.....	128

IV – PESQUISAS PÚBLICAS EM BIOTECNOLOGIA: O CASO DA EMBRAPA

Introdução.....	130
5.1. Capacidade de investimento do Governo Federal em ciência e tecnologia.....	130
5.2. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).....	134
5.3. Análise institucional e políticas adotadas pela Embrapa.....	141
5.4. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN).....	146
Conclusão.....	153

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 154

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 158

ANEXO..... 163

SUMÁRIO DE TABELAS

TABELA 1 – Principais variedades de plantas, local de origem e áreas onde elas se estabeleceram a partir das transferências de recursos genéticos	23
TABELA 2 – Principais Centro de Pesquisa agrícola sob a coordenação de CGIAR.....	33
TABELA 3 – Doenças resultantes do uso da monocultura.....	36
TABELA 4 – Biotecnologia: principais conquistas ao longo do tempo.....	45
TABELA 5 – Comparação entre as estruturas institucionais da Revolução Verde e da Biorrevolução.....	49
TABELA 7– Os Produtos da fermentação industrial descrito para os diferentes setores da economia.....	57
TABELA 8 – Cultivares agrícolas desenvolvidas pelo emprego de técnicas de cultura de tecidos e células.....	62
TABELA 9 – Principais métodos utilizados para a obtenção de plantas transgênicas.....	65
TABELA 10 – Culturas transgênicas de alimentos autorizados para comercialização no mundo.....	65
TABELA 11 – O tamanho das plantações de transgênicos (cultivo comercial em hectares).....	66
TABELA 12 - Principais Técnicas e Pesquisas realizadas em órgãos públicos no Brasil.....	79
TABELA 13 – Estatísticas da indústria de biotecnologia nos EUA – em US\$ bilhões	81
TABELA 15 – O mercado global de agroquímicos – 1998.....	91
TABELA 16 – Ranking das companhias farmacêutica – 1998.....	91
TABELA 15 – Fusões, joint ventures, compra de empresas e investimentos em P & D, dentre as principais indústrias voltadas para a biotecnologia.....	90
TABELA 16 – Volume de vendas da Aventis, por setor (em milhões de US\$).....	95
TABELA 17 – Vendas das principais marcas estratégicas – Aventis - (em US\$ milhões)....	97
TABELA 18 – Pipelines de Produtos – Aventis	99
TABELA 19 – Resultados operacionais por setor da Novartis em US\$ milhões.....	101
TABELA 20 – Os 10 principais produtos farmacêuticos da Novartis.....	102
TABELA 21 – Pipelines Farmacêuticos e Agroquímicos – AstraZeneca.....	106
TABELA 22 – Vendas dos 6 principais segmentos da Dow Chemical, 1997-1999 (em US\$ milhões).....	111

TABELA 23 – Sumário de operações das empresas ciências da vida (em milhões de US\$).....	123
TABELA 24 – Sementes de milho, participação no mercado brasileiro.....	129
TABELA 25 – Sementes de soja, participação no mercado brasileiro.....	130
TABELA 26 - Ranking das principais empresas de agroquímicos no Brasil – 1998 e 1999.....	131
TABELA 27 – Empresas de biotecnologia no Brasil	139
TABELA 30 – Estrutura das unidades descentralizadas da EMBRAPA	159
TABELA 31 – Recursos financeiros da EMBRAPA	161
TABELA 32 – Evolução da produção e vendas de sementes na EMBRAPA.....	162
TABELA 33 – Realizações financeiras da Embrapa para os anos de 1995, 1996, 1997 e 1998 (em R\$).....	165
TABELA 34 – Resultados de P & D realizados pela Embrapa – 1995/1998	168
TABELA 35 – Número de projetos aprovados por programa pela Embrapa – 1995/1998...170	
TABELA 36 – Gestão econômica e financeira – Gastos e fonte de recursos do Cenargen...174	
TABELA 37 – Recursos captados pelo Cenargen e suas principais fontes.....	176

ANEXO

TABELA 06 – Principais Agentes econômicos e suas funções no setor de biotecnologia....	191
TABELA 12 – Exemplos das propriedades de produtos geneticamente modificados.....	192

RESUMO

As três últimas décadas têm sido um período de grandes progressos nas ciências biológicas, principalmente a partir de 1973 quando as técnicas de DNA recombinante (possibilidade de retirada de um gene de um organismo e posterior inserção no DNA de outro, passando a funcionar como se estivesse no organismo original), tem permitido o surgimento de novos produtos com as características desejadas, como por exemplo, variedades agrícolas resistentes a insetos e doenças. Este período marca o surgimento do que se convencionou chamar “biotecnologia moderna” e estabelece o início da participação privada em Pesquisas e Desenvolvimento (P&D) de produtos biotecnológicos, até então realizadas, em sua maioria pelo setor público. Com a entrada das grandes empresas como a Monsanto, a Novartis e a Aventis, e as subseqüentes estratégias adotadas para aumentar suas participações (fusões, aquisições e parcerias), o setor tornou-se extremamente concentrado, em torno de sete empresas, que constituíram uma nova indústria, denominada “ciências da vida”. Este processo de reestruturação global, levado a cabo pelas multinacionais, tem gerado impactos em diversas economias que apresentam um grande potencial para seus produtos, como por exemplo, o Brasil. Este trabalho propõe como objetivo observar quais os impactos das mudanças no setor de biotecnologia sobre a economia brasileira e as principais relações existentes entre as empresas “ciências da vida” e o setor público, tendo como foco de análise a EMBRAPA. Os resultados foram alcançados com base nos estudos dos relatórios publicados, anualmente, pelas empresas e pela EMBRAPA. Verificou-se um aumento na participação das multinacionais, principalmente no setor agrícola, devido às recentes aquisições destas empresas, no cenário nacional. Para a EMBRAPA, em especial o CENARGEN, observou-se um aumento no número de parcerias com empresas do setor privado, principalmente pela dificuldade de financiamento do setor público, sinalizando uma possível privatização das pesquisas públicas, onde estas empresas passam a partilhar os conhecimentos e os recursos genéticos desenvolvidos durante anos. Assim, a utilização de técnicas que possibilitam maiores retornos financeiros, como o desenvolvimento de plantas transgênicas e outras técnicas de biotecnologia moderna, são priorizados em detrimento de outros de mesma importância para o mercado brasileiro, como por exemplo, a cultura de tecidos e a fixação biológica de nitrogênio. Deste modo, o processo de reestruturação global do sistema agroalimentar, levado a diante pelo predomínio de políticas liberalizantes e pelas grandes corporações “ciências da vida”, tem impactado diretamente o mercado brasileiro, seja através da concentração do mercado agrícola controlado pelas multinacionais ou, simplesmente, pelo enfraquecimento da participação do setor público na economia, tornando-se apenas o responsável pela instauração de políticas que beneficiem amplamente o setor privado.

INTRODUÇÃO

Com os recentes avanços alcançados pela biotecnologia, principalmente a partir da década de 70 com a utilização da técnica do DNA recombinante, abriu-se uma miríade de oportunidades de ganhos comerciais, tanto para empresas do setor químico-farmacêutico, quanto para as do setor agrícola, através da produção de novos fármacos e alimentos geneticamente modificados. Apesar de não ser uma técnica recente, dado que técnicas antigas como a fermentação e a cultura de tecidos fazem parte do escopo da biotecnologia, esta realmente passou a apresentar maior importância somente nas últimas três décadas, que marca o surgimento da “moderna biotecnologia” e o período onde os primeiros e revolucionários produtos, como por exemplo a insulina produzida em laboratório, passaram a ser comercializados.

A biotecnologia marca também uma elevação no nível de apropriação industrial da natureza (capacidade de reconstruir a natureza, moldando-a segundo as necessidades do processo produtivo), principalmente com o avanço nas técnicas de engenharia genética. Isto ocorre primordialmente pela habilidade que a biotecnologia possui de criar variedades agrícolas que se adaptem a ambientes mais áridos ou que apresentem resistência a insetos e doenças, por exemplo. Essa característica já era anunciada por GOODMAN et. al. (1989:103) e de acordo com eles esta intervenção no ciclo natural, através da modificação de plantas em laboratório, poderia trazer imensos benefícios para a humanidade, *“através da ampliação da produtividade e das margens de lucro dos cultivos em solo mais pobres, o que possivelmente poderia resolver o problema da fome em diversos países”*, criando um novo e lucrativo aspecto na apropriação industrial na agricultura.

A expectativa de lucros financeiros, gerada pela moderna biotecnologia marca assim o início do processo de “privatização” das pesquisas para a obtenção de novos produtos a partir das técnicas de engenharia genética. Isto porque, até então, quase todas as pesquisas eram realizadas no âmbito do setor público, através de institutos de pesquisa e nas universidades. Este cenário modificou após visualizada a expectativa de ganhos comerciais a partir desta nova técnica, período em que novas empresas começaram a surgir. É o caso das NEBs (Novas Empresas de Biotecnologia), como foram chamadas nos EUA, criadas a partir de cientistas advindos das universidades públicas,

que se associaram a capitalistas autônomos numa nova atividade, utilizando o DNA recombinante, a fusão de células e novas técnicas de bioprocessamento para fazer ou modificar produtos, para melhorar plantas e animais para se distinguir da milenar prática de fermentação e seleção genética (SHIKI, 1999:12).

Somente no início da década de 80, a partir de mudanças no direcionamento de suas estratégias, as grandes empresas, como a Monsanto e a Aventis, passaram a fazer parte deste setor, adquirindo empresas ou simplesmente introduzindo, em seus centros de pesquisa, estas novas técnicas.

Esta reestruturação de mercado ocorreu principalmente pela versatilidade das técnicas de biotecnologia, favorecendo tanto a apropriação por parte da indústria como também pela possibilidade de criação de novos produtos em substituição de variedades tradicionais, como por exemplo, o milho híbrido, uma das marcas registradas da Revolução Verde (RV). Vale ressaltar que a biotecnologia surgiu como modelo produtivo em resposta aos efeitos negativos da RV, principalmente em relação ao meio ambiente, na forma de aumentos na utilização de maquinaria e conseqüente erosão dos solos, aumento no uso de agrotóxicos e predomínio da monocultura (homogeneização das lavouras). Na verdade, esta transição não gerou mudanças consistentes, podendo ser considerada uma reprodução e até mesmo uma extensão da RV, numa direção ainda menos sustentável, *“produzindo ecossistemas ainda mais homogêneos, simplificados e quimificados, cujos resultados em termos de impacto ambiental já é bem conhecido”*. (SHIKI, 1999:13).

O que realmente diferencia a biotecnologia da Revolução Verde é a sua ampla capacidade de gerar novos produtos, para diversas áreas, e não somente para o setor agrícola, e principalmente pelo grande volume de recursos, em forma de investimento, direcionados pelas corporações transnacionais para controlar o “negócio agrobiotecnológico” em escala mundial. Este processo, que pode ser definido como sendo uma reestruturação do sistema agroalimentar, passa a estabelecer novas relações, tanto para o lado da oferta, onde novos produtos são comercializados, e ao mesmo tempo oferece *“técnicas potencialmente geradoras de resposta mais flexíveis, a padrões de demanda crescentemente influenciados por critérios científicos de nutrição, seja no nível da indústria de processamento, seja na forma de produção agrícola”* (WILKINSON, 1989:07). São estas mudanças que impulsionaram as maiores transnacionais ligadas ao sistema alimentar a se moverem para a

biotecnologia, gerando simultaneamente um grande volume de fusões, aquisições, “joint ventures”, contratos de P & D, para garantir o controle deste novo mercado, onde se encaixam tanto empresas do setor farmacêutico, químico, agrícola e de nutrição.

A centralização das estratégias, principalmente de P & D, em torno da biotecnologia, é o que caracteriza a importância da biotecnologia, uma vez que demonstra a dependência existente entre as multinacionais e esta nova técnica na construção de seus *pipelines*, onde possivelmente e em um curto período de tempo (cerca de cinco anos), novos e revolucionários produtos poderão estar sendo lançados, simbolizando possíveis aumentos na participação destas empresas no mercado. Estas características impulsionam a realização de parcerias no intuito de se fortalecerem, criando sinergias e acelerando o processo de inovação (objetivo principal destas grandes empresas).

As observações realizadas nos últimos anos mostram que o setor de biotecnologia tem passado por um processo de concentração, gerado principalmente pelo grande número de fusões e aquisições, por parte das grandes corporações. São exemplos a constituição da Novartis (fusão entre a Sandoz e a Ciba-Geygy), da Aventis (Hoescht e Rhône-Poulenc), AstraZeneca e mais recentemente a inesperada fusão entre a Monsanto e a Pharmacia Up John. Processos de “joint ventures” também foram realizados como o da Monsanto com a Cargill para formar a Renessen e o da Novartis com a AstraZeneca para formar a Syngenta. Assim, num curto período de tempo, os setores agrícolas, farmacêuticos e químicos passaram a ser controlados por sete principais corporações, constituindo assim uma nova e poderosa indústria, que utiliza as modernas técnicas de biotecnologia e que engloba as áreas de saúde, alimentação e nutrição, denominada “ciências da vida”.

Esta denominação “ciências da vida” é uma tentativa de “descaracterização” das empresas do setor químico, o que permite as companhias veicularem sem constrangimentos o discurso do desenvolvimento sustentável. (SHIKI, 1999) Sendo colocados no mercado, produtos identificados pela diminuição do uso de agrotóxicos, como o são as variedades transgênicas resistentes a insetos e herbicidas, reduzindo os custos do processo produtivo para o agricultor e apresentando uma melhor e maior quantidade de nutrientes para o consumo do ser humano. Segundo SHIKI (1999:12) “*as ciências da vida são hoje o coração das redes de corporações agroquímicas transnacionais, formados a partir de fortes alianças estratégicas com as*

chamadas novas firmas de biotecnologia (NBF) e das universidades públicas e privadas norte americanas e européias”.

Na década de 90, estas empresas passaram a expandir sua participação no mercado mundial, ampliando suas estratégias para economias quase inexploradas e com grande potencialidade para a comercialização de seus produtos. Este avanço marca a aceleração do processo de reestruturação global, onde as transnacionais passaram a abrir fronteiras, adquirindo empresas de sementes em diversas economias, como é o caso do Brasil. Abre se um leque, aqui, para ressaltar a importância da semente neste processo produtivo, definida como sendo o principal instrumento de difusão das técnicas da moderna biotecnologia e caracterizada como o principal veículo de transferência de informações genéticas e de tecnologia, que foram repassadas durante séculos até serem apropriadas pela indústria. Por isso, é considerado o setor chave para o desenvolvimento e avanço das empresas ciências da vida e a apropriação do germoplasma das empresas de sementes possibilitando também a obtenção de novas características para variedades já comercializadas ou em processo de pesquisa.

O predomínio de técnicas agrícolas como a do plantio direto (sistema de manejo do solo que dispensa o uso de arado e grade na fase pré-plantio) também foi fundamental para o avanço da indústria ciências da vida em alguns países, principalmente pelo aumento no uso de herbicidas e pela possibilidade de comercialização das sementes resistentes a esse produto químico.

No caso do Brasil, estas empresas começaram a pôr em prática suas estratégias na segunda metade da década de 90, principalmente com a Monsanto que passou a adquirir importantes empresas de sementes nacionais, como é o caso da FT Sementes e da Agrocere. Seguindo estas ações, empresas como a Dow Chemical, Aventis, Novartis e DuPont passaram a direcionar parte de seus recursos em novos investimentos e assim, aumentar sua participação no mercado nacional. Este é um fato que pode ser observado nos últimos anos, tanto para o setor de sementes quanto para o de agroquímicos.

Estudar a evolução da biotecnologia e os seus impactos na economia brasileira é o ponto central deste trabalho, dado que o Brasil apresenta algumas características importantes. Primeiramente a de que o país tem sido o alvo de investimentos de multinacionais ciências da vida que o definem como sendo um mercado potencial, por outro lado, o Setor Público é o

principal agente financiador para a área de biotecnologia a nível nacional, responsável pelo andamento das pesquisas em diversas instituições públicas e principal gestor de políticas de incentivo a P & D, conduzidas pelo ministério da Ciência e Tecnologia (através de programas como o PADCT e órgãos de apoio como o CNPq, a Capes e a FINEP) e pelo Ministério da Agricultura. O importante a ressaltar é que, diferentemente do que ocorre em países como os EUA e Inglaterra, a produção científica nacional não está nas mãos do setor privado e sim sob domínio público. O setor privado nacional, constituído principalmente por pequenas e médias empresas, em termos de recursos aplicados e P & D, não é representativo. Isto ocorre principalmente, por apresentar alguns gargalos, tanto de ordem institucional, ausência de políticas de incentivo a inovação e de linhas “desburocratizadas e ágeis” de recursos financeiros para pequenas e médias empresas, quanto estruturais, uso de técnicas tradicionais em processos de produção de baixo custo e econômicas, mudanças no cenário internacional e adoção políticas liberalizantes. (DE JESUS et al., 1998). Um segundo fator interessante é que o direcionamento das pesquisas em biotecnologia é quase que totalmente voltado para o setor agrícola e por isso ocorre o destaque para centros de pesquisas públicas como é o caso do Cenargen, principal centro de pesquisa em biotecnologia da Embrapa.

Em resumo, o setor de biotecnologia nacional, até a primeira metade da década de 90, pode ser sistematizado da seguinte forma: de um lado, o setor público responsável pelos principais investimentos em P & D na obtenção de novos produtos e variedades agrícolas e do outro, o setor privado nacional que direciona suas atividades na utilização de técnicas tradicionais da biotecnologia como é o caso da fermentação e cultura de tecidos ou na área de proteção ambiental. Quanto as empresas multinacionais estas detinham uma reduzida participação no mercado nacional.

A partir das políticas adotadas no decorrer da década de 90, como, por exemplo, a de abertura comercial e financeira, iniciada no governo Collor e levadas adiante pelo presidente Fernando Henrique Cardoso, com o objetivo de adequar a economia brasileira ao processo de reestruturação global, as empresas da indústria ciências da vida passaram a direcionar seus investimentos para o mercado brasileiro, como ressaltado anteriormente. Assim, de acordo com a nova realidade que agora começa a se delinear, o setor público passa a não ser o único agente a realizar investimento em P & D, tendo que concorrer com empresas multinacionais de atuação global. Estas movimentam grande volume de recursos e são altamente tecnificadas, abrindo um importante questionamento: como o setor público irá se adaptar a

essas mudanças e quais as estratégias que estão sendo utilizadas para que ele possa se interagir a esse processo de reestruturação? A resposta para esta questão pode estar dando de duas formas: a primeira seria envidar esforços para o direcionamento dos investimentos com o intuito de enfrentar a concorrência das multinacionais; a segunda, e que parece ser a utilizada pelo Governo, é a realização de parcerias e acordos com estas empresas na realização de pesquisas em comum.

O esquema delineado é a linha direcional que impulsiona a realização deste trabalho e tem como principal objetivo, levando em consideração as informações até aqui expostas, observar quais os impactos das mudanças no setor de biotecnologia sobre a economia brasileira e quais as principais relações existentes entre as empresas ciências da vida e o setor público, a ser observado pelo estudo da Embrapa, dado que a biotecnologia no Brasil é direcionada, em sua maioria, para o setor agrícola. As principais hipóteses do trabalho são as de que: 1) O setor público tem realizado com as empresas multinacionais acordos e parcerias que geram um processo de privatização (apropriação) das pesquisas públicas; 2) Os avanços das empresas ciências da vida foram direcionados principalmente em direção ao setor de sementes, o que reforça a noção de que o setor de sementes é considerado, pelas empresas transnacionais, ciências da vida, o segmento chave no direcionamento de suas estratégias.

Assim, para melhor entender as mudanças que ocorreram com a biotecnologia no decorrer dos anos e seus possíveis impactos sobre a economia brasileira, tornou-se necessário a divisão do trabalho em alguns capítulos, com o intuito de mostrar cada etapa deste processo produtivos. Assim, no primeiro capítulo intitulado: **Das primeiras experiências genéticas até as recentes descobertas da biotecnologia moderna**, realizou-se um apanhado histórico, numa periodização que abarca, de forma inicial, as primeiras apropriações de material genético pelos países desenvolvidos em relação aos países subdesenvolvidos. Um segundo tópico relaciona as descobertas do início do século XX, como por exemplo, o desenvolvimento da hibridização e a conseqüente difusão do modelo da Revolução Verde. Estes acontecimentos são importantes para que se possa inserir o exato momento em que a biotecnologia começou a vigorar como um modelo de produção, ou seja, quando os efeitos da RV sobre o meio ambiente se tornaram insustentáveis. As técnicas da moderna biotecnologia surgiram como resposta a estas externalidades, criando produtos que respondessem a necessidade de diminuição do uso de agrotóxicos e que favorecessem o cultivo em regiões de clima e solo impróprios para plantação. No segundo capítulo: **Principais técnicas utilizada**

pela biotecnologia e sua potencial utilização no mercado brasileiro, mostra-se, numa primeira parte, que são diversas as técnicas utilizadas pela biotecnologia tradicional (cultura de tecidos, fermentação) e biotecnologia moderna, o que decorre de um processo cumulativo de conhecimento a partir das técnicas do DNA recombinante. Na segunda parte, a preocupação central é mostrar como estão estruturadas as empresas nacionais de biotecnologia, suas principais pesquisas e produtos e quais as técnicas utilizadas por estas, tentando mostrar que para este segmento o uso de biotecnologia é direcionado para técnicas tradicionais o que não oferece concorrência para as empresas multinacionais. No capítulo 3, **as corporações transnacionais do setor de biotecnologia ou indústrias das ciências da vida**, busca-se estudar o comportamento e as estratégias das grandes multinacionais, principais produtos e os que ainda estão em *pipelines*, os gastos em P & D e os direcionados para aquisições etc. Mostra que estas empresas têm direcionado grande parte de seus recursos para aumentar a sua participação no mercado internacional, seja através da aquisição de empresas de sementes em diversos países, inclusive o Brasil, ou realizando fusões e parcerias com outras empresas do setor, avançando suas atuações para diversos países. No capítulo 4, **Pesquisas públicas em biotecnologia: o caso da Embrapa**, buscou-se delinear as pesquisas com melhoramento vegetal, realizada pelo setor público, enfocando os trabalhos levados a cabo pela Embrapa e pelo Cenargen, principal centro que utiliza técnicas em biotecnologia para a obtenção de variedades modificadas geneticamente, o que a torna a principal empresa a concorrer diretamente com as transnacionais, que também direcionam suas pesquisas para o desenvolvimento destes produtos. Frente a grande concentração das empresas do setor de biotecnologia, procura-se discutir também, como a EMBRAPA tende a se posicionar diante da possível concorrência destas multinacionais no mercado nacional.

Y

CAPÍTULO 1 – Das primeiras experiências genéticas até as recentes descobertas da Biotecnologia Moderna

INTRODUÇÃO

O presente capítulo tenta resgatar toda a evolução dos avanços tecnológicos pelos quais passaram a agricultura nos últimos séculos tendo como principal foco de análise a importância que a semente tem tomado no decorrer deste período. As informações genéticas e os conhecimentos do germoplasma que foram passados de geração em geração até o momento atual, tornaram-se fatores de grande importância para o desenvolvimento da biotecnologia. Primeiramente, com a introdução das variedades híbridas e a conseqüente implementação da revolução Verde na segunda metade do século XX. Posteriormente, com o advento da moderna biotecnologia, onde pode-se superar certas barreiras biológicas, e possibilitar assim, o cruzamento de variedades que não sejam da mesma espécie, com o intuito de criar variedades mais resistentes, mais produtivas e mais lucrativas e assim, desvendar os segredos contidos no interior da semente, para que ela possa tomar uma posição cada vez mais importante, tornando-se o principal veículo de difusão de conhecimento, dado que as informações nela contidas poderão solucionar o problema de muitas nações e principalmente a possibilidade de ganhos de mercado pelas principais empresas de biotecnologia.

Para melhor visualizar estas questões o capítulo foi dividido em quatro partes: a primeira trata do assunto concernente ao sistema de seleção natural e principalmente do processo de apropriação genética dos países desenvolvidos sobre os países menos desenvolvidos, gerando uma desigual divisão internacional dos recursos genéticos. A segunda parte refere-se ao desenvolvimento da hibridização relatando como ocorreram as primeiras experiências até o momento em que a variedade híbrida passou a ser muito utilizada favorecendo a implementação do modelo da Revolução Verde; a terceira parte trata basicamente da implementação deste modelo e como ocorreu a transição entre a RV e a moderna biotecnologia; por fim o último tópico apresenta os avanços tecnológicos, através de periodizações e da apresentação de algumas descobertas que foram responsáveis pelo grande enfoque dado a biotecnologia e suas conseqüentes descobertas que imprimem um caráter revolucionário tanto para o setor farmacêutico quanto para os setores de saúde, alimentação e químico.

1.1 - A origem das primeiras apropriações genéticas e a divisão internacional dos recursos vegetais.

O melhoramento vegetal (e sua conseqüente apropriação ao longo dos últimos séculos) possibilitou o avanço do que hoje é mais propriamente denominado biotecnologia. Com o passar do tempo, o germoplasma (conjunto de materiais hereditários de uma espécie) tornou-se o principal instrumento de pesquisa e importante vetor de ganhos econômicos para os centros tecnológicos com a geração de novas variedades de plantas, fármacos e outros produtos que se utilizam destas técnicas. Tornou-se então imperativo a conservação, não apenas de material genético obtido diretamente na natureza, plantas e sementes, como também de microorganismos alterados em laboratório, passíveis de patenteamento.

A biotecnologia gerou maiores repercussões a partir da década de 70, com o desenvolvimento da engenharia genética. Contudo sua importância ocorreu principalmente a partir do fortalecimento e aprimoramento de novas técnicas de pesquisas realizadas ao longo deste século. Tal periodização pode ser relacionada em um espaço de tempo compreendido desde o momento em que aumentou a importância (necessidade) de novos recursos genéticos advindos das novas colônias (batata, arroz, tomate, etc.) domesticadas e posteriormente cultivados fora de seu centro de origem até a possibilidade de cruzamento entre variedades agrícolas. Os cruzamentos ocorreram primeiramente entre variedades da mesma espécie e mais recentemente a partir de técnicas mais avançadas que possibilitaram o cruzamento entre variedades de espécies não-correlacionadas.

Desta forma, a semente tornou-se o principal veículo de acumulação de capital, onde a simples apropriação de uma nova variedade genética pode possibilitar ganhos de mercado extremamente importantes, como o foi, por exemplo, com a tecnologia do milho híbrido (técnicas convencionais apropriadas pelas empresas de sementes) e mais recentemente, as sementes transgênicas, tecnologia do DNA recombinante apropriada pelas grandes empresas da indústria Ciências da Vida. Nesta evolução do conhecimento científico, utilizando técnicas primárias até o uso de tecnologias mais apuradas, a semente¹ tornou-se o principal protagonista no desenvolvimento da moderna biotecnologia agrícola (GOODMAN, 1990).

¹ Relaciona-se aqui a semente com todas as mudanças e descobertas transcorridas nos últimos séculos, como por exemplo as leis da hereditariedade, a descoberta do DNA e sua estrutura, a engenharia genética, etc. que tem possibilitado crescentes avanços para o setor.

Em uma perspectiva histórica, há cerca de 10 mil anos ou nas culturas mais antigas (Mesopotâmia, China, Índia) a semente era utilizada como forma de estoque e de melhoramento das variedades. Os habitantes domesticavam as plantas que se encontravam em estado silvestre, selecionando e melhorando-as segundo suas necessidades (QUEROL, 1984). Era comum a seleção de estoques de sementes destinados ao plantio na safra subsequente, para isso os produtores agrícolas selecionavam as melhores sementes e realizavam, eles mesmos, um processo de cruzamento simples baseado na polinização manual entre plantas da mesma espécie. A partir desta "seleção natural" os principais alimentos que fazem parte da nossa alimentação passaram a ser consumidos, sendo que de safra em safra eram selecionadas as variedades mais produtivas e resistentes em detrimento de outras variedades, ou seja, um melhoramento genético gerado por diversos cruzamentos e mutações entre espécies de regiões distintas que ultrapassou várias gerações. Tais variedades foram domesticadas e passaram a fazer parte da alimentação em diversos países.

Contudo, a domesticação das diversas espécies de plantas destinadas as alimentações existentes, principalmente no século XX, não ocorreu de forma equitativa. A maior parte foi fruto da exploração dos países desenvolvidos sobre suas colônias e países menos desenvolvidos. As primeiras apropriações dos recursos genéticos ocorreram com a descoberta do Novo Mundo. O contato da Europa com as novas riquezas provenientes de suas colônias além de objetivarem a exploração das riquezas minerais também possibilitou as primeiras apropriações de recursos vegetais dos países colonizados. Conforme aponta KLOPPENBURG (1989:155) "*returning in 1493 from his first voyage of exploration and conquest, Columbus brought with him seeds of maize plant. The next year he was back in the New World bringing wheat, olives, chickpeas, onions, radishes, sugar cane, and citrus fruits to support a colony*". Dando seqüência a esta apropriação, as transferências posteriores passaram a ser feitas de forma natural por marinheiros e colonos. Estas transferências intensificaram-se com o passar dos tempos, fazendo com que plantas nativas de colônias da Ásia fossem posteriormente estabelecidas na África e na América, da América para a Ásia e assim por diante. Como pode ser observado na TABELA 1, por serem produtos de origem tropical e subtropical, o movimento de germoplasma ocorreu entre as colônias. Estas culturas (banana, cacau, café, algodão, abacaxi, borracha, cana-de-açúcar, chá) somadas as variedades de milho, feijão, abóbora, batata, mandioca e amendoim, diversificaram-se para os mais diversos continentes modificando a estrutura de produção agrícola de vários países.

TABELA 1- Principais variedades de plantas, local de origem e áreas onde elas se estabeleceram a partir das transferências de recursos genéticos.

Variedade	Origem	Destino (Plantações Estabelecidas)
Banana	Sudeste Asiático	África, Caribe, América Central, América do Sul.
Cacau	Brasil, México.	Oeste da África, Sudeste Asiático, Caribe.
Café	Etiópia	Leste da África, Caribe, América do Sul, América Central, Leste da Ásia, Sudeste Asiático.
Algodão	México, Peru.	Norte e Leste da África, Leste da Ásia, Américas do Norte e do Sul, Caribe.
Abacaxi	Brasil	Oeste da África, Sudeste Asiático.
Borracha	Brasil	Oeste da África, Sudeste Asiático.
Cana-de-açúcar	Sudeste Asiático	Norte e Leste da África, África Meridional, Caribe, América Central e América do Sul.
Chá	China	Leste da Ásia, Sudeste da Ásia e leste da África.

Fonte: GRIGG (1974) e BROCKWAY (1979)

Embora as transferências de germoplasma tenham ocorrido naturalmente, como foi colocado anteriormente, estas não ocorreram de forma igualitária, fazendo com que os países menos desenvolvidos, apesar de possuírem a riqueza genética e de serem fonte das principais culturas comercializadas atualmente (arroz, soja), passassem por um processo de apropriação genética de caráter exploratório levado a cabo pelos países desenvolvidos. De acordo com KLOPPENBURG (1989:46)

in domesticating plants, humans added intense artificial selection pressures to the ongoing process of natural selection. They also carried crops away from their centers of origin, thus facilitating recombination with other plant populations and forcing adaptation to the exigencies of new environmental parameters.

Esta transferência contribuiu para o melhoramento das variedades vegetais, através do aproveitamento das diversas culturas chegando a um padrão genético favorável, passíveis de comercialização, caracterizadas por serem mais produtivas e resistentes a novos ambientes, gerando o que se convencionou chamar de variedades modernas². A apropriação dessas novas variedades de plantas pelos países do norte se por um lado favoreceu a diversificação e o aumento de novas áreas plantadas, também teve profundo impacto nos hábitos alimentares, principalmente com o milho e a batata. Assim, tais produtos tornaram-se de grande importância, sendo amplamente utilizados na comercialização e na alimentação. O germoplasma coletado pelos países do norte e repassado para as suas colônias, para os primeiros, significou ganho de produção, aos segundos perda de material genético. Exemplo clássico, também abordado por QUEROL (1984), relata que em fins do século passado, o

² Existe uma diferença entre variedades tradicionais (melhoradas por pequenos agricultores durante milhares de anos, também denominadas variedades primitivas) predominantes nos países em desenvolvimento e variedades modernas (cultivares), predominantes nos países industrializados, melhoradas por cientistas por um tempo de 5 a 15 anos. Segundo QUEROL (1994:33) a principal diferença, em nível de variabilidade genética, é que "as primeiras mantêm amplamente e são marcadamente diferentes entre si, enquanto que as últimas geralmente têm uma base genética uniforme, mais suscetível a pragas e doenças".

Brasil controlava 95% das exportações mundiais de borracha. Os botânicos ingleses, alegando interesse científico, extraíram, ilegalmente, germoplasma para seus laboratórios na Inglaterra. Pouco tempo depois suas colônias (Ceilão, Singapura e Malásia) tinham plantações de seringueira (a mesma plantada no Brasil), reduzindo a participação brasileira a 5% do mercado e conseqüentemente gerando crises de ordem social no País.

Desta forma, uma nova divisão internacional de recursos vegetais, levando em consideração as disponibilidades de material genético de cada país pode ser estabelecida a partir da divisão do mundo em dois blocos de países. O bloco dos países considerado rico em diversidade genética (gene-rich) que estão em sua maioria localizados no Hemisfério Sul, caracterizados como sendo países em vias de desenvolvimento e que não possuem tecnologia e recursos para levar em frente qualquer projeto que viesse a explorar suas riquezas naturais, de forma sustentável, gerando retornos desta utilização. Estas nações foram amplamente exploradas pelos países que fazem parte do segundo bloco, ou seja, países de economia avançada, considerados como sendo geneticamente subdesenvolvidos, que possuem recursos e tecnologia necessária para desenvolverem novas variedades de produtos a partir da apropriação de material genético dos países geneticamente ricos.

Esta exploração gera perdas significativas para estes países, pois vêem suas riquezas sendo exploradas e comercializadas pelos países economicamente mais ricos sem que seja estabelecida uma "recompensa" pelo seu uso. Vale lembrar que esta exploração não aconteceu somente em épocas passadas, hoje, principalmente com o avanço da biotecnologia há uma tendência cada vez mais forte de exploração continuada da biodiversidade, principalmente daquelas nações que ainda possuem áreas não pesquisadas, como é o caso do Brasil³. A descoberta de uma nova variedade vegetal, agora muito mais intensa que no passado, especialmente pelos avanços das técnicas de biologia, representa ganhos consideráveis para diversas empresas e países que tem na ciência sua principal fonte de propagação de tecnologia e de P & D, mas dependem de novas descobertas, neste caso de inovações biológicas.

³ Segundo relatório da GAZETA MERCANTIL LATINO AMERICANA (2000:01) O Brasil apesar de sua rica biodiversidade não sabe como explorar o potencial de suas riquezas naturais, "a falta de uma lei que regule o acesso ao patrimônio genético e a ausência de uma política de incentivo a pesquisa estão impedindo que o Brasil se beneficie da condição de ser o país de maior diversidade biológica do planeta. (...) enquanto isso milhares de microorganismos brasileiros foram levados sem regulamentação, porque os interesses econômicos não esperam"

Os ganhos gerados pelo desenvolvimento de novos produtos criados a partir dos recursos vegetais mostram o grande potencial econômico das plantas. Países europeus, que notaram essa importância em séculos passados, principalmente a Inglaterra, obtiveram grandes avanços científicos, basicamente de ordem medicinal, e econômicos, pois não sendo detentores de riqueza genética, souberam explorar suas colônias ou países menos desenvolvidos do hemisfério Sul, produzindo novos produtos agrícolas, principalmente grãos, e que se tornaram os principais produtos da pauta de exportação e de consumo destes países, espalhando-se por todas as nações avançadas. Para KLOPPENBURG (1989:49) *“the development of the advanced capitalist nations has been predicated on transfer of plant germplasm from the periphery”*. E como exemplo, o autor cita que se os Estados Unidos são hoje um dos grandes produtores agrícolas, é porque nações como Nicarágua, Etiópia, Irã e China forneceram, respectivamente, germoplasma de cereais, trigo, alfafa e soja. Diante disto, diversos países traçaram estratégias próprias com o intuito de suprir as demandas emergentes, principalmente de grãos, buscando nestas novas fontes alternativas de abastecimento, formas de ampliar sua produção e favorecer a apropriação industrial da produção agrícola. O novo sistema alimentar, baseado nas novas variedades agrícolas, que começara a surgir nesta época (final do século XIX), estabeleceu-se primeiramente nos países da Europa, principalmente Inglaterra e posteriormente nos EUA. Segundo WILKINSON (1989:24) criou-se *“uma abrangente divisão internacional de produção direcionada principalmente ao mercado doméstico britânico e cujo eixo era o complexo agroindustrial americano”*, onde primou-se por centralizar a produção em torno de sementes provenientes de clima temperado (cereais) enquanto na Europa criou-se uma rede em torno dos principais produtos de origem tropical (principalmente o açúcar).

Pode-se, contudo estabelecer diferenças entre estes dois modos de produção. Enquanto nos EUA *“a fronteira aberta e a escassez de mão-de-obra estimularam, sobretudo um padrão mecânico de modernização agrícola”*, na Europa os caminhos percorridos foram pelo lado oposto, *“as terras cansadas e o excedente de mão-de-obra, (...) levaram ao uso de fertilizantes e ao desenvolvimento de um modelo químico moderno”* (WILKINSON, 1989:26). A promessa de que novos fertilizantes fariam a produção aumentar e assim resolver os problemas da escassez de alimentos e conseqüentemente da fome, gerou um acréscimo nas quantidades utilizadas de produtos químicos e também uma elevação no número de pesquisas de cunho industrial visando desenvolver novas fórmulas químicas para a agricultura. Datam desta época as primeiras pesquisas relacionadas à fixação de nitrogênio industrial e

posteriormente o processo e síntese da amônia, que desencadeou um grande avanço para o setor.

Concomitantemente a esse desenvolvimento, acompanhada não apenas pelo aumento da mecanização, mas também pelo uso mais intensivo de fertilizantes e agroquímicos (GOODMAN, 1990), começam a surgir as primeiras inovações biológicas, a partir de pesquisas e técnicas mais elaboradas baseadas no crescente avanço pelo qual estava passando a biologia no início do século XX. Incentivando a pesquisa de novas variedades de plantas, basicamente a partir de investimentos públicos. Assim no final do século XIX a presença do Estado tornara-se firmemente estabelecida como o principal incentivador das pesquisas agrícolas e *“this presence resulted from need for the state to undertake the germplasm collection and research that were not privately profitable but were essential to both agricultural and industrial progress”* (KLOPPENBURG, 1989:65), resultando em uma estrutura de pesquisa sob a coordenação do Estado, com o objetivo de gerar inovações biológicas e genéticas.

No início do século XX o setor industrial ainda não participava ativamente na pesquisa agrícola de melhoramento de plantas e sementes, esta participação iria tornar-se mais forte a partir do desenvolvimento das variedades híbridas, que abrem um novo nicho de mercado para as indústrias sementeiras. É no setor químico que as indústrias tem um maior retorno, onde a convergência da tecnologia se mostra mais evidente e as culturas passam a depender cada vez mais de aplicações intensivas de fertilizantes e produtos químicos e as inovações genéticas passam a ser desenvolvidas para se adaptarem ações destas às necessidades das indústrias. Conforme aponta GOODMAN (1990:28) o florescimento das pesquisas em engenharia genética *“estabeleceu a base teórica das técnicas de melhoria vegetal utilizadas no desenvolvimento e na ampla difusão de variedades de milho híbrido nos anos 30, de alto rendimento, sensíveis ao uso de fertilizantes e adaptadas à colheita mecânica”*. O milho híbrido surgiu como uma necessidade latente no início do século XX, contribuindo significativamente na interrupção de um longo período declinante (1880-1920) no rendimento por acre de terra.

De todo o avanço alcançado pela agricultura, a semente foi um dos grandes responsáveis por esse desenvolvimento. Uma vez que, desde os períodos onde predominava a seleção natural até a emergência de novas técnicas mais aperfeiçoadas, as variedades agrícolas, com suas

informações genéticas, foram as principais fontes de informação científica e que possibilitaram o desenvolvimento da biologia e posteriormente avanços tecnológicos. As sementes tornaram-se o principal veículo de informações, responsáveis pelo aperfeiçoamento de conhecimentos que culminaram no desenvolvimento de novas e revolucionárias pesquisas realizadas no decorrer do século XX, que serão tratadas nos tópicos seguintes.

1.2 - O Desenvolvimento da hibridização

As primeiras pesquisas com sementes híbridas começaram a ser realizadas no início do século XX, período em que a ciência começava a possibilitar novas descobertas no setor agrícola e a tornar-se um dos principais geradores de novas variedades de grãos. Estudos realizados por Gregor Mendel por volta de 1866 demonstrando experimentos relacionados à hibridização de plantas e elucidando suas leis foram de vital importância para o posterior desenvolvimento da genética. A teoria Mendeliana baseou-se em diversos experimentos envolvendo pés de ervilhas da variedade *Pisum Sativum*, as quais apresentavam diferenças de caracteres facilmente observáveis (superfície lisa ou rugosa das sementes, cor verde ou amarela, plantas altas ou anãs) facilitando as conclusões. Do cruzamento destas, ele concluiu, que descendentes gerados herdavam certas características de seus genitores, porém estes cruzamentos não geravam ervilhas de cor diferente, por exemplo, verde claro ou plantas médias, mas sim que algumas características apareciam com maior incidência sobre outras, ou seja, mais ervilhas verdes e menos amarelas. É derivada desta dedução a conclusão de que alguns genes apresentam caráter de dominância (verde) e outros de recessividade (amarelo). A importância dos estudos de Mendel começou a surgir principalmente a partir da Elucidação de suas leis, que podem ser reunidas nas três leis da hereditariedade sobre as quais estão ancorados os princípios da moderna genética: a) Lei da Uniformidade; a) Lei da Segregação e c) Lei da Transmissão Independente.

Embora estes experimentos tenham sido expostos em 1866, estas leis permaneceram desconhecidas por mais de 30 anos e somente a partir do início do século XX é que elas foram redescobertas e analisadas por diversos autores. A Elucidação das leis de Mendel provocou uma revolução na biologia e as décadas seguintes passaram a ser marcadas por um grande volume de pesquisas nas áreas de genética, citogenética e melhoramento vegetal. A

X

emergência da teoria mendeliana, somada aos trabalhos realizados no final do século XIX⁴ certamente gerou um grande estímulo aos cientistas e geneticistas o que favoreceu o surgimento de novas descobertas e avanços em diversas áreas científicas no início do século XX.

Neste período, os principais investimentos em P&D eram amplamente impulsionados pelo Estado que através de seus centros de pesquisas e de universidades capacitadas passaram a desenvolver técnicas de melhoramento genético, bastante rudimentares no início, pois naquela época faltavam mecanismos adequados para controlar a difusão de linhas biológicas melhoradas e os ganhos de produtividade daí decorrentes (GOODMAN et al, 1990), mas que no transcorrer da primeira metade do século XX deram um grande salto em direção a tecnologias mais avançadas, relacionadas principalmente à biologia e a química. Estas técnicas foram apropriadas pelo setor privado apenas três décadas mais tarde, pois este ainda não possuía condições de prosseguir com as pesquisas de melhoramento genético⁵, como aponta KLOPPENBURG (1989:73) *"in the first quarter of this century the private seed industry faced a series of difficulties that placed constraints on its flexibility and the possibilities of accumulation and expansion"*.

Os primeiros resultados com híbridos datam de 1905 com os estudos de Shull, com base nas investigações de Mendel. Estes o levaram a concluir que *"crosses of inbreds plants were in some cases more vigorous and higher-yielding than the open-pollinated variety"* (KLOPPENBURG, 1989:77), porém mesmo mostrando maior produtividade este projeto foi abandonado basicamente pela impossibilidade de se produzir em escala comercial quantidades adequadas de sementes e pela complexibilidade deste processo para os agricultores. Surgem assim diversas controvérsias que vão gerar uma verdadeira ausência de consenso quanto a direção das pesquisas com híbridos. As barreiras serão superadas em 1917 quando Jones, aluno de Shull, a partir do cruzamento de duas variedades híbridas (double-cross hybrid) produziu o mais famoso cruzamento duplo na história agrícola, o híbrido Bur-leaming, que superou a produtividade das melhores variedades de milho de polinização aberta. (GOODMAN et al:1990).

⁴ De 1850 a 1900, aceleraram-se os trabalhos que viriam a ser importantes "para os modernos processos de melhoramento genético. Detalhados estudos dos cromossomos das plantas e sua função, processos de reprodução das células sexuais e a descoberta de fertilização dupla nas plantas superiores foram realizados por pesquisadores como Flemming, Strasburger, Navestín e outros" (ALMEIDA, 1997:25)

⁵ Dado seu alto custo e a ausência de condições que favorecessem a entrada para este setor.

Estes avanços beneficiaram, na época, os produtores/empresas de sementes, mesmo que a difusão deste modelo de produção não tenha sido realizada pelo setor privado e sim pelo setor público dos países desenvolvidos, principalmente o norte americano, que convencido de que a hibridização era mais produtiva que a polinização aberta cria o programa nacional de produção de grãos (EUA/1925) e posteriormente, possibilitou a estruturação do Maize Genetic Cooperative Group (1928). As inovações que se seguem em torno das sementes híbridas de milho, "*concentra-se na seleção de variedades adaptadas as condições específicas do Corn-belt do meio oeste americano e de seus ecossistemas sub-regionais*" (GOODMAN, 1990:30). Em 1935, após quase uma década de esforços intensivos em pesquisa, agências públicas já desenvolviam sementes híbridas bem mais produtivas e adaptadas à utilização de maquinário, favorecendo a produção comercial de sementes. Tais acontecimentos somados ao fato de que a maioria das variedades de milho híbrido se adapta melhor as condições de solo e clima para a qual são criados, demandando formas de desenvolver sementes que se adequem a uma região com características específicas para plantio, criam um ambiente muito atrativo para a apropriação industrial. Neste estágio, a nova semente tem que ser adquirida anualmente, dado que o replantio das sementes híbridas não é viável, e os capitais privados "*sentiram-se atraídos pelas perspectivas de lucros monopolísticos que poderiam advir das sementes híbridas criadas para sistemas ambientais regionais específicos*" (GOODMAN, 1990:31).

Pelo lado do produtor agrícola o triunfo dos híbridos forçou a reorientação de sua forma de produzir. Acostumado a produzir sua própria semente, com técnicas próprias de replantio e estoque, se viu forçado a adquirir sementes desenvolvidas pelas empresas do setor público e ainda de forma incipiente pelas empresas de capital privado. Os avanços da pesquisa científica com híbridos mudaram a estrutura de fornecimento e circulação de sementes, gerando mudanças nas relações sociais de produção e eliminando algumas barreiras biológicas existentes na produção agrícola, o que de certa forma favoreceu sua apropriação pelo capital.

Na década de 30 algumas empresas de porte com a Pioneer Hi-bred e a Dekalb (hoje, respectivamente, pertencentes a Dupont e a Monsanto) começaram a estabelecer suas bases e a comercializarem sementes. As bases de pesquisas públicas serviram para o crescimento destas empresas até o momento em que essa dependência começou a ser questionada pela alegação de que as variedades de milho híbrido disponibilizado pelo setor público para os

produtores estavam cotadas a custos inferiores ao valor de mercado, o que inviabilizava sua comercialização pelo setor privado. Um dos caminhos propostos pelas empresas seria a instituição de pesquisa e desenvolvimento realizados pelas mesmas, sem dependerem do Setor Público, a fim de obterem novas variedades, que por serem únicas e diferenciadas poderiam ser comercializadas como raças puras (closed pedigrees), o que poderia criar condições para uma melhor participação no mercado de sementes. Contudo, a instituição destas pesquisas despenderia uma grande soma de recursos para competir diretamente com o setor público, o que tornou a opção inviável; uma segunda, que baseava-se simplesmente na adoção das linhagens públicas e mudando apenas a designação de propriedade delas, o que pareceu ser o caminho mais viável e que posteriormente foi colocado em prática. Estas resoluções acabaram por criar diversas discussões, que culminaram em pressões para que o governo se retirasse do cenário comercial.

De acordo com KLOPPENBURG (1989:108) "*private-sector spokesman urged public breeders to concentrate on development of inbred lines and to leave the decision as to particular combinations of inbreds to be marketed as comercial hybrids to private breeders*".

As empresas foram bem sucedidas em suas articulações e na defesa de seus interesses para que o setor público se afastasse do desenvolvimento de linhas comerciais de milho e voltasse seus esforços na busca de novas variedades de sementes híbridas, tornando cada vez mais importante o papel do setor privado na comercialização, mesmo o setor público mantendo uma posição inquestionável no desenvolvimento do processo de hibridização.

Após a Segunda Guerra Mundial este diagnóstico tornou-se mais claro e mostrou a vulnerabilidade do setor privado. Comparada com a década de 30, quando pequena quantidade de mão-de-obra sem muita especialização era utilizada em poucos acres de terra, a década de 40 iniciou-se com a rápida proliferação no cultivo de sementes híbridas em números crescentes de acres, passando a mobilizar grande quantidade de mão-de-obra especializada, dado que a técnica de produção utilizada baseava-se na criação de sementes feitas por polinização manual (manual detasseling). A ausência de trabalhadores em meados da década de 40, convocados para lutar na guerra tornou o processo cada vez mais problemático. Segundo KLOPPENBURG (1989:112) "*because detasseling is done manually, the hybrid seed-corn industry was fundamentally dependent on the mobilization of a labor force during the period each year when corn is in flower and releasing pollen*".

Neste período, a dificuldade em mobilizar, organizar e formar os trabalhadores (escassos naquela época) girava em torno da capacitação da emergente mão-de-obra de jovens, mulheres e homens sem experiência e que quando utilizadas não alcançaram a produtividade desejada, ou seja, semelhante às dos períodos anteriores. Novamente, o setor público assumiu o papel principal na solução do problema da mão-de-obra para as empresas privadas. A partir de pesquisas que já estavam sendo realizadas nas universidades, Jones propôs (em 1949) "*the incorporation of cytoplasmic male sterility (CMS) into female parent lines and incorporation of 'restorer' genes into male parents. All female plants in the seed producer's crossing plot would be sterile, eliminating the need for manual detasseling*" (KLOPPENBURG, 1989:113). Esta técnica foi rapidamente apropriada pela indústria de sementes híbridas, reduzindo em grande número a utilização de mão-de-obra, onde a principal crítica levantada foi que essa diminuição nos custos de produção não foi repassados aos preços, gerando diversas insatisfações, principalmente do setor público.

A primeira metade do século XX, foi marcada por um grande avanço no desenvolvimento de sementes cada vez mais produtivas, sendo um dos principais veículos de acumulação, onde o capital privado começava a superar algumas barreiras que possibilitaram, em partes, uma maior apropriação do setor agrícola. Em paralelo a esse desenvolvimento, também com o mesmo vigor, estão localizadas as indústrias de fertilizantes e de maquinarias. O aperfeiçoamento de variedades de plantas e sementes (híbridas), com características como: a) melhor adaptação às condições de clima, relevo e às máquinas; b) condições mais eficientes de conversão de energia e nutrientes, favorecendo a utilização de adubos e fertilizantes; e, c) maior concentração por área cultivada, favorecendo o surgimento de doenças, insetos e ervas daninhas, controladas pelo uso de fungicidas, inseticidas e herbicidas, possibilitando novos lucros as agroindústrias emergentes. Segundo GOODMAN (1990:33) a semente híbrida foi instrumentada "*na convergência dos setores de equipamento agrícola e agroquímico, marcando um novo limiar no processo de apropriação industrial*".

A hibridização juntamente com a diminuição dos recursos públicos e conseqüentemente das pesquisas públicas para este setor abriu um importante espaço para a criação de novos ramos na indústria de sementes e dos principais insumos agrícolas) e "*the introduction of hybrid corn set the technological treadmill turning at an unprecedented pace. Mechanization and chemical technology associated with the new corn varieties further accelerates the vicious cycle of innovation, increased production, depressed prices, further innovation*"

KLOPPENBURG (1989:119) que demonstram a passagem de um modelo de produção para outro baseado principalmente nos principais avanços científicos da época. Um outro fator que favoreceu o avanço das pesquisas privadas, principalmente pelas grandes corporações, no desenvolvimento da tecnologia do milho híbrido⁶, é sem dúvida a possibilidade de guardar o segredo das linhagens parentais⁷, o que permite a apropriação do retorno financeiro dos investimentos utilizados para as pesquisas em melhoramento genético. Esta apropriação e a garantia de proteção comercial só é estabelecida para as plantas autógamas ou alógamas⁸, ou seja, aquelas que apresentam fecundação cruzada e que não permite a sua reprodução por parte dos agricultores, como é o caso do milho. Permitindo, segundo ALMEIDA (1997:39)

um processo de hibridização econômico protegendo naturalmente a comercialização das sementes, já que estas dispersam suas características genéticas a partir da segunda geração. Impedindo aos agricultores a sua utilização como sementes, as quais são possíveis de ser obtidas apenas com a utilização das linhagens parentais, resguardadas como segredo de negócio pela firma sementeira.

Esta convergência, aliada aos avanços advindos das inovações genéticas, é que vão estabelecer o padrão para os pacotes tecnológicos que posteriormente foram implementadas em diversos países. Esta internacionalização produtiva foi difundida pelo que se convencionou chamar de Revolução Verde.

1.3 – A Revolução Verde como antecessora da moderna biotecnologia

A Revolução Verde (RV) representa um dos principais esforços para a internacionalização do processo de apropriação do capital sobre o setor agrícola (GOODMAN, 1990). Tal modelo foi levado a frente pela Fundação Rockefeller, no qual se juntaram posteriormente as Fundações Internacionais, Ford e Kellogs, com o apoio do governo americano, que organizaram e fundaram os Centros Internacionais de Pesquisa Agrícola (CIPAs) em diversos países. Os CIPAs surgiram como instrumento de difusão do padrão tecnológico e produtivista gestado pela RV com o objetivo de criar linhas de pesquisa em melhoramento vegetal avançadas e novas cultivares para o governo dos países menos desenvolvidos. As estratégias internacionais destes centros passaram a ser coordenadas pelo Grupo Consultivo para a

⁶ De forma geral a semente híbrida apresenta maior dificuldade em ser produzida que as demais sementes. Para o milho, a sua obtenção se torna mais fácil porque este possui as flores masculinas e femininas localizadas em distintas partes da planta, permitindo a remoção de um órgão sem prejudicar o outro (ALMEIDA, 1997).

⁷ Linhagens autofecundadas obtidas pelo método que consiste na obtenção de linhagens homozigotas (caracteres genéticos homogêneos) “obtidas através de sucessivas autofecundações e na realização entre elas de todos os cruzamentos possíveis” até a obtenção do híbrido procurado. As linhagens autofecundadas desejáveis se conservam isoladas para manter sua identidade genética, constituindo este o segredo utilizado para a proteção comercial do híbrido. (ALMEIDA, 1997:34)

⁸ Plantas que fertilizam a si mesmas e não se cruzam com outras plantas da mesma espécie.

Pesquisa Internacional (CGIAR) estabelecendo a criação das linhas de pesquisa de acordo com a realidade de cada região. O primeiro centro a ser criado foi o Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) no México em 1959.

Rapidamente foram criados outros centros de pesquisa em vários países: em 1960, o Instituto Internacional para a pesquisa do Arroz (IRRI) nas Filipinas; em 1967 e 1968, o Centro e Instituto Internacional para pesquisa em Agricultura Tropical na Colômbia (CIAT) e Nigéria (IITA), respectivamente; e demais centros, criados no final da década de 60 e início da década de 70, mostrados no quadro 2, com diversos objetivos levando em consideração a realidade de cada país ou região. Como destaca ALMEIDA (1997:53)

tais centros tinham como objetivo desenvolver sementes híbridas e variedades de alto rendimento que pudessem ser plantadas nas mais diversas condições edafo-climáticas. Estas sementes, no entanto, exigiam fertilização, irrigação, defesa química e mecanização, criando forte demanda das indústrias produtoras de insumos e equipamentos. Disseminando estas sementes para o resto do mundo, atingiu-se considerável padronização das estruturas produtivas agrícolas.

TABELA 2 – Principais centros de pesquisa agrícola sob a coordenação do CGIAR

Centro	Sigla (em inglês)	Localização	Ano de Fundação
Centro internacional para o aperfeiçoamento de milho e trigo	CIMMYT	México	1959
Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz	IRRI	Filipinas	1960
Centro Internacional de Agricultura Tropical	CITA	Colômbia	1967
Instituto Internacional de Agricultura Tropical	IITA	Nigéria	1968
Centro Internacional da Batata	CIP	Peru	1971
Associação para o Desenvolvimento do Arroz no Oeste da África	WARDA	Libéria	1971
Instituto Internacional para a Pesquisa em Produtos Agrícolas para os Trópicos Semi-Aridos	ICRISAT	Índia	1972
Centro Internacional para a Pesquisa Agrícola em Áreas Secas.	ICARDA	Síria	1976

Fonte: KLOPPENBURG (1989)

Para que se tenha uma melhor noção de onde surgiram e com qual propósito foram criados os CIPA's, na TABELA 2 estão listados e periodizados as especialidades, a localização e a época de fundação de cada centro. Estes aparatos internacionais (institutos e centros) montado com o objetivo de dar suporte a pesquisa mundial, foi de grande importância para a modernização da agricultura nos países menos desenvolvidos. Como aponta ALMEIDA (1997:35) *“o melhoramento genético constitui um dos principais veículos da modernização da agricultura nos países do terceiro mundo. Juntamente com os fertilizantes químicos, os defensivos e o uso intensivo da mecanização, as Variedades de Alto Rendimento⁹ definiram o estilo de desenvolvimento que ocorreu na agricultura mundial com a difusão e adoção das*

tecnologias da chamada Revolução Verde”, as quais passaram a ser utilizadas em diversos países através dos chamados “pacotes tecnológicos”¹⁰.

Tais “pacotes” foram amplamente difundidos para os diversos países em desenvolvimento, a partir das pesquisas realizadas nos CIPAs que desenvolviam sementes que se adequavam a realidade de cada país. Estas foram repassadas às regiões agrícolas “obrigando” os agricultores a se adaptarem ao modelo produtivo projetado pelos centros, os quais estabeleciam a compra pelos produtores de fertilizantes e agrotóxicos bem como a exigência por seguir determinadas práticas agrícolas. As sementes híbridas, protagonistas deste modelo, também denominadas Variedades de Alto Rendimento (VAR), com resistência para suportar grãos mais pesados, colheita facilitada pelo uso de maquinaria e a tendência das folhas assumirem posição ereta (GOODMAN et alli, 1990), definiram o estilo de desenvolvimento que ocorreu na agricultura mundial. Tais variedades, com sua “nova arquitetura” quando associadas ao uso de defensivos químicos e fertilizantes e ao manejo cultural mais intensivo, geravam variedades com altos rendimentos e aumentos consideráveis na produtividade¹¹. Exemplos como os encontrados na Ásia, onde a produção teve um acréscimo de cerca de 90 milhões de toneladas/ano de arroz e 17 milhões de toneladas/ano de trigo, mostram o rendimento espetacular destas novas variedades. As novas sementes favoreceram um crescimento da produção agrícola sem precedentes, especialmente de grãos básicos, sendo responsável pela solução de problemas de auto-suficiência alimentar em vários países (ALMEIDA: 1997).

Os CIPAs foram assim, um dos responsáveis pelo grande avanço alcançado pela Revolução Verde. Com a adoção das VARs (principalmente para o trigo, arroz, milho e sorgo) diversas transformações ocorreram no processo de produção agrícola, tanto no que concerne a apropriação industrial na agricultura quanto na divisão social do trabalho. Variedades de maturação precoce, juntamente com a prática da irrigação, serviram para diminuir as limitações impostas pelo processo biológico das plantas. A agricultura tornou-se mais precisa, regulada e cronologicamente estabelecida, a partir da introdução de novas técnicas levadas a cabo pelo capital industrial, aumentando ainda mais a proximidade entre produtor agrícola,

⁹ Variedades desenvolvidas em laboratório que conseguiam responder mais rapidamente ao aumento de produção quando plantadas em consonância com os insumos agrícolas (fertilizante e agrotóxicos).

¹⁰ Conjunto de técnicas, práticas e procedimentos econômicos que se articulam entre si e que são empregados indivisivelmente numa lavoura, segundo padrões estabelecidos pela pesquisa (ALMEIDA, 1997).

grandes proprietários e processo produtivo industrial. Como destaca GOODMAN et alli (1990:36)

com períodos mais curtos de transformação biológica e menos tempo separando cada período ou colheita, os processos de trabalho e de produção são agora melhor sincronizados, aproximando a agricultura cada vez mais de uma operação de processo contínuo.

Diminuiu-se o período de não-trabalho, ociosidade no campo, dado que podem ser produzidas mais do que uma safra ao ano, contudo, a introdução da mecanização e de novas variedades elimina, em partes, a necessidade de mão-de-obra agrícola, o que fez com que muitas pessoas passassem a buscar trabalho nas grandes cidades, no caso dos países em desenvolvimento nas regiões urbanas que estavam passando por um rápido crescimento econômico, como é o caso no Brasil, a cidade de São Paulo. Este não deixa de ser um processo excludente, onde as pequenas propriedades (descapitalizadas) começam a desaparecer para dar lugar às grandes propriedades (capitalizadas), com predomínio das práticas de monocultura, e utilização de produtos químicos seguindo o modelo da Revolução Verde, extremamente centralizadoras da produção. Apesar de ter conseguido nos primeiros anos resultados sem precedentes para a agricultura mundial este modelo também passou a ser questionado principalmente pelos seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

Nas últimas quatro décadas várias estratégias foram criadas com o intuito de desenvolver variedades de grãos comercialmente viáveis e que posteriormente passaram a ser amplamente utilizados pelos produtores agrícolas. A maioria das sementes híbridas tornaram-se predominantes em relação a outras variedades passando a ser responsáveis em diversas culturas, com mais de 80 % da área produzida, o milho em maior porcentagem, tanto que o início dos anos 70 foi marcado por uma epidemia, causada pelo fungo *helminthosporium maydis*, que dizimou cerca de 15% da produção de milho nos EUA, atingindo as plantações que iam de Miami à Minnessota. (QUEROL, 1994) É importante salientar que outras culturas, como o trigo, o arroz e variedades de citros, foram atingidas por epidemias (vírus, fungos, bactérias)¹², tanto em momentos anteriores como em momentos posteriores a década de 70, que também foram responsáveis por perdas na produção de boa parte destas culturas. Estes

¹¹ Na composição do custo total de produção, o custo de utilização das sementes melhorado é pequeno e compensado pelo aumento de produtividade.

¹² A epidemia de fungos que atacou a batata em meados do século XVII, responsável pela morte de aproximadamente dois milhões de pessoas que se contaminaram com o seu consumo, se alastrou, principalmente, porque sua produção era descendente de apenas duas variedades, cultivadas por aproximadamente 250 anos (LAPPE & BAILEY, 1998)

acontecimentos mostram que as perdas ocasionadas por doenças e pragas constituem uma preocupação que ultrapassa gerações e é o resultado principal da crescente utilização das práticas de monocultura que passaram a ser predominantes em diversos países. A TABELA 3 mostra um apanhado histórico de todos os fatos que ocasionaram perdas nas principais lavouras, bem como a origem das doenças e a região onde ocorreram.

TABELA 3 – Doenças Resultantes do Uso da Monocultura

Ano	Origem da doença	Variedade	região	Perdas	Valor (US\$)
900	Vírus	Milho	América Central	–	–
1845	Fungos	Batata	Irlanda	2 milhões de pessoas mortas	–
1860	Fungo	Uvas	Europa	–	–
1865	Fungo	Café	Ceilão	–	–
1890	Vírus	Cana-de-açúcar	Indonésia	–	–
1916	Ferrugem	Trigo	U.S.	–	–
1954	Bactéria	Arroz	U.S.	75% da produção	–
1969	Vírus	Arroz	Ásia	–	–
1970	Vírus	Arroz	Filipinas	–	–
1970	Fungo	Milho	U.S.	15% da produção	1 bilhão
1984	Cancro Cítrico	Citrus	U.S.	18 milhões de árvores destruídas	–
1989	Pulgão/Inseto	Trigo	U.S.	34 milhões de acres	300 milhões

Fonte: LAPPE & BAILEY (1998:100)

No caso dos EUA, as principais causas da epidemia de 1970 foram em primeiro lugar a proliferação das grandes culturas, que facilitam a proliferação de doenças e pragas, e em segundo lugar e não menos importante que a primeira, a ampla utilização das variedades de milho híbrido criado a partir da tecnologia do CMS (type T) *“incorporated into corn lines to eliminate detasseling was the genetic component susceptible to a new race of corn blight (Helminthosporium Maydis). KLOPPENBURG (1989:122). Estas variedades de milho híbrido (type T) passaram a carregar dentro de seu citoplasma este componente, que devido a intensa utilização desta variedade para plantio favoreceu o surgimento do fungo atingindo boa parte da plantação americana. Segundo QUEROL (1994: 30), uma comissão convocada para analisar as causas desta epidemia, “concluiu que o motivo foi à uniformidade genética, já que a maior parte das sementes de milho híbrido, tinha sido desenvolvida usando-se apenas uma fonte parental de esterilidade, suscetível às novas raças de fungos que haviam se desenvolvido.”* As perdas poderiam ter sido maiores se não fosse as condições climáticas de alguns estados que impediram a proliferação deste organismo para as outras plantações.

Estes acontecimentos aumentaram a preocupação em relação a homogeneização das culturas, fazendo emergir na comunidade americana uma ampla percepção de que a uniformidade genética tornara-se um problema a ser resolvido e monitorado, neste caso pela FAO (Programa das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura). Tais ações levadas à cabo

na década de 70, foram marcadas pelo crescimento de análises que buscavam estudar os principais impactos da ação humana sobre o meio ambiente e em primeira instância a erosão da variabilidade genética presente em diversos países. Percebe-se que as perdas relativas à doenças e pragas nas lavouras tem sido controlada nos últimos anos, principalmente pela uso de defensivos agrícolas mais eficientes e pela utilização de sementes melhoradas e mais resistentes.

1.3.1 – A Revolução Verde e a Biodiversidade

Nas últimas décadas, temas relativos a perda da biodiversidade e sua crescente degradação têm sido foco de debates e assunto de conferências internacionais que visam amenizar e propor novas formas para diminuir os impactos negativos que a RV gerou. Exemplo disto foram o Fórum das Nações Unidas realizado nos EUA na década de 70 e 80 e no início da década de 90 a Rio-92, que geraram diversos trabalhos e propostas sobre o assunto (WILSON, 1992). De acordo com FONTES et ali (s.d.:01)

“discursos sobre biodiversidade enfocam tipicamente a alarmante taxa de extinção de espécies plenas, o papel preponderante da destruição de habitats na aceleração desta taxa, as razões pelas quais o homem deve reverter essas tendências para a salvação de animais e plantas, (...) o desaparecimento e empobrecimento de ecossistemas locais, (...) redução da diversidade genética para adaptação a mudanças do ambiente (...) introdução no meio ambiente de organismos geneticamente modificados (OGMs)”

entre outros. Mas para que se tenha uma noção da extensão destes itens é necessário que se atente para a definição do que vem a ser biodiversidade e o que ela engloba. Biodiversidade se refere a variedade de vida no planeta terra, incluindo a totalidade dos recursos vivos, ou biológicos, e dos recursos genéticos, e seus componentes.

Esta descrição pode ser melhor visualizada e avaliada no seu desdobramento a partir dos seguintes níveis:

- a) **A variedade de ecossistemas:** ecossistema natural, ecossistema modificado, ecossistema cultivado, ecossistema artificial e ecossistema degradado.
- b) **A diversidade de espécies:** todas as espécies que habitam os ecossistemas.
- c) **Variedades de genes que caracterizam cada uma das espécies e determina suas mudanças evolutivas:** a distribuição das plantas e dos animais no espaço e no tempo resulta de uma série de fatores ecológicos de caráter físico, químico e biológico que

conjuntamente ou separadamente, provocam processos evolutivos e demorados, nas diversas formas de vida. (RÓDES, 1995:3).

A biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes categorias biológicas quanto à abundância relativa (equitabilidade) dessas categorias e inclui variabilidade ao nível local (alfa diversidade), complementaridade biológica entre habitats (beta diversidade) e variabilidade entre paisagens (gama diversidade); (WILSON, 1997). Outra definição relaciona a biodiversidade em quatro partes: a variabilidade genética dentro das populações e espécies; a variedade de espécies da flora, fauna, e de microrganismos; a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas; e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. Sendo uma das propriedades fundamentais da natureza, a biodiversidade é também:

- 1- Responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas e fonte de imenso potencial de uso econômico;
- 2- A base das atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras e florestais;
- 3- Considera-se que ela seja responsável pelos processos naturais de produtos fornecidos pelos ecossistemas e espécies que sustentam outras formas de vida e modificam a biosfera, tornando-a apropriada e segura à vida;
- 4- A base para as estratégias das indústrias de biotecnologia. (DIAS, 1995:03).

Apesar da extensão da biodiversidade, nos últimos tempos tem-se notado uma rápida degradação desta por vários processos produtivos. Essa degradação biótica encontra bases no modelo capitalista de produção, agravada pelo crescimento explosivo da população e pela distribuição desigual da riqueza. Somadas a essas características, o desenvolvimento tecnológico da RV, o predomínio da monocultura, a crescente utilização da biologia molecular agudizaram tal efeito. Resumidamente, pode-se destacar os principais processos responsáveis pela perda da biodiversidade:

- a) Uso de híbridos e predomínio da monocultura;
- b) Introdução de espécies e doenças exóticas;
- c) Exploração excessiva de espécies e animais;
- d) Perda e fragmentação dos habitats;
- e) Contaminação do solo, água e atmosfera por poluentes e agrotóxicos;
- f) Mudanças climáticas.
- g) Aumento do uso das técnicas de irrigação. (Dias, 1995:03)

Atentando para alguns desses processos, percebe-se que a Revolução Verde está relacionada à redução da biodiversidade, seja através do melhoramento genético - introdução de variedades melhoradas de plantas - ocasionando a redução de espécies pouco econômicas e de menor qualidade, gerando a chamada “insegurança genética”, introdução de organismos e espécies exóticas com impactos sobre a flora e a fauna silvestre através de interações diretas, como a exclusão competitiva, das variedades modernas sobre as variedades tradicionais e extinção local, das variedades criadas nos países desenvolvidos sobre as que se encontram nos países em desenvolvimento.

Uma última análise que merece considerações, diz respeito aos CIPAs, e de certa forma dirige-se para a mesma direção da análise do início deste capítulo quanto à apropriação de material genético dos países no norte sobre os países do SUL. O cerne da questão é que os Centros não seriam basicamente organismos para levar o desenvolvimento capitalista para o terceiro mundo, mas também um veículo para uma eficiente extração de recursos genéticos das plantas dos países em desenvolvimento (gene rich) e sua transferência para bancos de germoplasma da Europa, América do Norte e Japão (gene poor). Este fato muda quase toda a análise já feita, dado que agora os países desenvolvidos possuem também uma rica diversidade genética estocada em seus bancos de germoplasma, e em comparação como os países em desenvolvimento, *“in a number of crops (wheat, barley, food legumes, potato) the advanced capitalist nations possess more stored germoplasm accessions than do those nations that are the regions of natural diversity for the crop”* (KLOPPENBURG, 1989: 166).

Começam a ocorrer a partir dos efeitos negativos da RV, os primeiros questionamentos sobre os custos e benefícios deste processo produtivo e sua possível manutenção, que marca também a emergência das primeiras descobertas relacionadas a moderna biotecnologia, também chamada de Biorrevolução. De acordo com BUTTEL et al. (1990:115) *“as sementes da ‘Segunda Revolução Verde’ ou ‘Biorrevolução’ foram semeadas exatamente ao mesmo tempo em que os benefícios e custos da ‘Primeira Revolução Verde’ estavam sendo questionados intensa e ruidosamente”*, fazendo eclodir uma nova ciência que passou a buscar, em tese, além de avanços técnicos respostas para a solução da insustentabilidade da produção agrícola.

Pode-se concluir que neste primeiro momento, os descobrimentos científicos ligados ao grande avanço alcançado nas pesquisas com sementes, passam a configurar uma nova

realidade para o setor agrícola, agora com tecnologia mais avançada e bem mais produtiva. De acordo com GOODMAN (1990:28) *“a semente se tornou o portador do progresso técnico na biologia de plantas que, refortalecida pelos avanços na bioquímica e genética molecular durante os anos 50 e 60, se confirmou como o foco privilegiado de apropriação industrial”* e os avanços tecnológicos e a crescente utilização da genética nas plantas, somados ao desenvolvimento dos híbridos e da Revolução Verde *“made the seed a catalyst for the transformation of pre-capitalist agrarian social formations and their integration into the web of commodity relations that characterizes the contemporary world economy”*. KLOPPENBURG (1989:189)

1.4 – Os avanços da biotecnologia: a biotecnologia tradicional e a biotecnologia moderna

Embora processos que hoje são considerados como do escopo da biotecnologia já serem conhecidos a vários séculos (a fermentação empregada na produção de cerveja, queijos, iogurte, etc.), a gênese da moderna biotecnologia é relativamente recente remontando ao início dos anos 30 com o avanço dos estudos biológicos, quando descobriu-se que as características genotípicas e fenotípicas dos seres vivos são determinadas e transmitidas pelos genes, função hereditária vinculada aos cromossomos e que somadas a descoberta da penicilina e ao desenvolvimento do microscópio eletrônico, são as principais descobertas ligadas à biotecnologia alcançadas na primeira metade deste século. No início da década de 50, James Watson e F. Crick tiveram êxito na mais importante descoberta da biologia molecular: a elucidação da estrutura molécula de DNA, material genético encontrado em todos os organismos vivos que orienta o desenvolvimento biológico e constitui o veículo para a transmissão das informações hereditárias entre gerações (COUTINHO, 1998). Outros avanços significativos podem ser destacados para a década de 60, como a síntese *in vitro* do DNA e o mapeamento genético. Entretanto, a biotecnologia só ganhou dimensão comercial no início da década de 70 quando Cohen e Boyer desenvolveram a técnica do DNA recombinante, que constituiu o marco divisor entre aquilo que se convencionou chamar de biotecnologia tradicional¹³ e biotecnologia moderna¹⁴. A partir deste fato, novas descobertas

¹³ SALLES FILHO (1986) define a biotecnologia tradicional como sendo as técnicas básicas utilizadas na fermentação e nos métodos clássicos de melhoramento vegetal (bebidas, panificação, condimentos, etc.) e técnicas intermediárias que incluem cultura de tecidos vegetais, técnicas mais elaboradas de fermentação, transferência de embriões, produtos em escala industrial de microorganismos para controle biológico de pragas e fixação biológica de nitrogênio.

começaram a surgir de forma bastante rápida quando comparada aos momentos precedentes. Por exemplo, em menos de quatro anos foi clonado o gene da insulina objetivando o uso humano em pacientes diabéticos, uma junção da técnica do DNA Recombinante com o processo clínico, onde, já no início da década de 80 novos avanços levaram a comercialização da insulina como uma das grandes promessas para a medicina. KLOPPENBURG (1989:195) aponta alguns fatores que determinaram o desenvolvimento desta técnica na época:

“a striking feature of biotechnology is this near identity of basic and applied research. A second feature of note is that the new genetic technologies were developed largely within research programs focused on biomedical research and supported by public funds”

a maioria destes eram providos pela Fundação Nacional de Ciência (NSF) e o Instituto Nacional de Saúde (NIH) - USA. A década de 90 é marcada pelo avanço dos alimentos geneticamente modificados e pelas técnicas de clonagem, e mais recentemente com as pesquisas relativas ao mapeamento do genoma humano (Projeto Genoma).

As grandes empresas começaram a entrar neste mercado principalmente na década de 80, após passarem por um processo de reestruturação e mudanças no funcionamento de suas estratégias. Inicialmente,

“houve uma tendência de esses setores¹⁵, antes relativamente independentes, tornarem-se mais integrados; cada vez mais, grandes firmas de insumos agrícolas, nos países desenvolvidos, identificaram-se com os interesses das grandes companhias químicas e farmacêuticas” (BUTTEL et alli, 1990:116).

Empresas agrícolas comerciais começaram a desaparecer para tornar-se subsidiárias destas grandes empresas. Com a aprovação da Lei de Proteção as Variedades de Plantas (LPVP) em 1970, *“estimulou uma integração ainda maior do setor de insumos agrícolas, desencadeando por toda a década um movimento de compra das companhias de sementes”*¹⁶ (idem), que se tornaram subsidiárias ou associadas das grandes multinacionais do setor, tornando o setor mais concentrado e dependente das aplicações comerciais da biotecnologia. Isto mostra o

¹⁴ A biotecnologia moderna caracteriza-se pela utilização de transferência de características entre seres vivos (DNA Recombinante) na criação de novas variedades, a partir de técnicas mais eficientes e de grande precisão. São exemplos: maior resistência a pragas e doenças; resistência a condições climáticas adversas; tolerância a herbicidas; melhoramento dos constituintes nutricionais, maior facilidade de processamento, amadurecimento mais lento e melhor condição dos frutos (ALMEIDA, 1995).

¹⁵ Químicos, farmacêuticos, agroquímicos e agrofarmacêuticos.

¹⁶ A LPVP levou as multinacionais a comprarem as companhias de sementes por dois motivos: a) *“a LPVP, ao proporcionar às plantas sexualmente propagáveis uma proteção semelhante à de uma patente, fez com que o mercado privado de plantas parecesse muito mais lucrativo; (...)b) o firme mercado mundial de grãos, no início da década de 70, gerou entusiasmo crescente pelos investimentos relacionados com a agricultura”* (BUTTEL et alli, 1990: 117)

quanto a biotecnologia tem se apresentado como um mercado novo e promissor, envolvendo grandes negócios. Para se ter uma melhor noção do tamanho deste mercado, só em 1999 a biotecnologia movimentou somente nos EUA cerca de US\$ 20 bilhões, o que se comparado ao faturamento de 1993 (próximo a 8 bilhões) apresenta um significativo crescimento de 147%. As empresas de biotecnologia,

são responsáveis por 437 mil empregos diretos e indiretos e por um gasto de US\$ 11 bilhões em pesquisa e desenvolvimento nos EUA. (...) A importância deste campo pode ser medida pelo fato de que, mundialmente, cerca de 200 milhões de pessoas já foram ajudadas por mais de 90 medicamentos biotecnológicos. Atualmente, nos Estados Unidos, há cerca de 350 produtos sendo testados e outros milhares sendo pesquisados e desenvolvidos. (GAZETA MERCANTIL LATINO-AMERICANA, 2000:03).

Outros avanços também podem ser enumerados tanto para o setor agrícola quanto para o setor de alimentos, o que torna a biotecnologia uma técnica bastante diversificada englobando tanto setores farmacêuticos quanto químico e de alimentos.

A aparente promessa comercial da biotecnologia estimulou as grandes empresas farmacêuticas e petroquímicas a investir no setor na busca de novos produtos a partir da tecnologia do DNA Recombinante e também da fusão de células que estabeleceram uma tecnologia genérica e de base ampla para a manipulação genética seletiva, expandindo grandemente o potencial industrial da microbiologia aplicada (GOODMAN et alli, 1990). A capacidade de transferência de segmentos de DNA de um organismo para outro, sem que este seja da mesma espécie, faz com que sejam superadas as "barreiras das espécies", ou seja,

"a remoção das barreiras das espécies tornará acessível aos melhoradores de plantas as características genéticas desejáveis não encontradas no germoplasma natural. A introdução destes métodos industriais para alcançar diversidade genética promete trazer mudanças radicais à pesquisa de melhoramentos de plantas, permitindo o desenvolvimento de cultivares adaptados a ambientes menos dotados, ou pobres de recursos" (GOODMAN et alli, 1990:93).

Através do melhoramento genético de plantas "grãos de pólen contendo o genoma completo de uma espécie são introduzidos nos ovários de uma outra espécie ou variedade de planta. Os genomas das duas espécies se recombinam e produzem um descendente que vai apresentar uma mistura de características" (FONTES, 1999:22), onde através de um longo processo de seleção, o melhorista escolhe a variedade que melhor atendeu ao objetivo deste melhoramento, eliminando assim todo o antigo processo, baseado em biotecnologias tradicionais de transferência genética entre espécies relacionadas, diminuindo o tempo de maturação de novas tecnologias.

Uma outra periodização mais detalhada, e que possibilita uma melhor análise principalmente sobre o comportamento das empresas de biotecnologia, elaborado por SALLES FILHO (1986) divide a trajetória da biotecnologia em três fases. A primeira é denominada como sendo a etapa do Desenvolvimento Científico, compreendida entre o período de 1869 a 1967, onde estão agrupados os principais marcos da descoberta das bases da moderna biotecnologia. São exemplos deste período a descoberta do DNA (1869), a descoberta da penicilina (1930) e a descoberta da estrutura do DNA (1952/3) e sua síntese *in vitro* (1967). Uma segunda fase situada entre os anos de 1971 a 1982, definida como a etapa Tecnológica e de Expansão é caracterizada como sendo um período de grande crescimento e de novas descobertas para o setor, porque paralelamente ao surgimento de novas empresas de biotecnologia (NEBs) e novos avanços tecnológicos, técnicas como, por exemplo, a engenharia genética, o Estado em muitos países em desenvolvimento passou a investir na produção agrícola, através de gastos públicos em pesquisas e tecnologias.

O progresso tecnológico propiciou a utilização de novos e mais modernos instrumentos agrícolas, como é o caso da colheitadeira e do trator, bem como o uso de produtos com base nas indústrias químicas, petroquímicas e farmacêuticas ligadas ao ramo da biotecnologia, como por exemplo, os agrotóxicos. De acordo com BURNQUIST (1996:1) *“esse fenômeno compreendeu o emprego de novas tecnologias, tais como o uso de herbicidas, fertilizantes e variedades de plantas com maior resposta à aplicação de fertilizantes”*. A assimilação dessa nova tecnologia resultou numa expansão na produção de alimentos e num rápido aumento na utilização de fertilizantes químicos. No Brasil, como em várias partes do mundo, novas fronteiras agrícolas foram abertas, como é o caso da região dos Cerrados, a partir de programas do governo que incentivavam principalmente a cultura da soja e do milho nas extensas e planas terras da região, propícias a utilização de mecanização e conseqüentemente produtos químicos.

Um novo leque de oportunidades começava a surgir, tornando necessário o desenvolvimento de novos produtos que atendessem a demanda tanto dos países desenvolvidos, que já tinham adotado estas tecnologias e dos países em desenvolvimento. A descoberta de novas e revolucionárias técnicas aliada à participação do Estado fez com que o mercado se tornasse atraente e desta forma comesçassem a surgir as primeiras empresas de biotecnologia. O efeito multiplicador destes avanços no campo empresarial pode ser visto, segundo BUTTEL et alli (1990:116) no final da década de 70, com o surgimento de uma *“explosão de investimentos*

privados nos Estados Unidos e em outras sociedades industriais avançadas, com várias firmas interessadas em pesquisa em biotecnologia agrícola” realizadas inicialmente por pequenas firmas de “capital de risco” e por novas empresas de biotecnologia (NEBs). São exemplos desta periodização, descobertas como o DNA Recombinante (1973) e a ampliação das discussões sobre o patenteamento de organismos vivos (início da década de 80), fatores que favoreceram o surgimento de centenas de empresas direcionando-se para as diversas áreas abarcadas pela biotecnologia - farmacêutica, química, sementes e de alimentos -, onde estas começaram a investir em P&D e a criar novas variedades de plantas e sementes, mais produtivas e de melhor qualidade.

Contudo este crescimento vertiginoso teve seu arrefecimento no início de 1982, quando as expectativas em relação à comercialização de produtos biotecnológicos tornaram-se frustrantes, devido a demora *“na maturação das técnicas e processos industriais e por motivos inerentes à própria biologia, (...) em face da ação de variáveis desconhecidas e/ou difíceis de controlar”* (SALLES FILHO, 1986:383). Essa demora e a falta de recursos de determinadas firmas fizeram com que houvesse uma mudança na estratégia das empresas (principalmente as pequenas) na busca de firmar alianças com grandes empresas multinacionais para que não viessem a falir. Inicia-se neste período a terceira fase denominada como sendo a etapa de Acomodação e Consolidação, datada a partir de 1983 e caracterizada por dois momentos: a crise de diversas NEB's que faliram ou saíram do ramo, com suas ações perdendo valor rapidamente e a consolidação de empresas que vinham recebendo aportes de grandes corporações, que saíram fortalecidas e capitalizadas, conseguindo ou lançar algum produto no mercado ou desenvolver importantes pesquisas em seus laboratórios. Outras empresas que saíram fortalecidas foram as grandes multinacionais da química, química farmacêutica, petroquímica, alimentos e sementes que acompanharam todo o processo com certa tranquilidade, investindo em outras empresas quando era promissor, ou mesmo em laboratórios próprios como é o caso da Monsanto, uma gigante do setor de biotecnologia que engloba também outras grandes empresas como a Aventis, a Novartis, a Du Pont, a Astra Zeneca e a Dow Chemical. Para uma melhor visualização desta periodização, foram colocados na TABELA 4 as principais descobertas científicas envolvendo a biotecnologia, tanto tradicional quanto moderna, desde os seus primórdios até o momento atual.

TABELA 4 – Biotecnologia: principais conquistas ao longo do tempo

Ano	Principais descobertas
1656	Descoberta dos órgãos de reprodução das plantas
1674	Demonstração da função sexual dos órgãos reprodutores, demonstrando a possibilidade de obter novos tipos de plantas através de seu cruzamento.
1869	Descoberta do DNA
1914	Produção de glicerina e acetona para fins bélicos
1928	Descoberta da penicilina - Alexander Fleming e do primeiro antibiótico
≈1930	Vinculação da função hereditária aos cromossomos
1940	Comercialização da penicilina e invenção do microscópio eletrônico
1953	Confirmação da estrutura de dupla hélice do DNA (Watson e Crick)
1955	Começo das experiências com maneiras de separar cromossomos do resto da composição da célula e como organizá-los para que pudessem ser analisados num microscópio (cariotipagem).
1967	Síntese in vitro do DNA (Kornberz)
1968	Início das pesquisas de identificação de cromossomos, que auxiliaram na técnica do mapeamento genético.
1969	Imobilização das enzimas
1971	Descoberta das enzimas de restrição
1973	Desenvolvimento da técnica do DNA Recombinante (Cohen e Boyer)
1975	Técnica de hibridoma (fusão celular) é usada para obter anticorpos monoclonais (Milstein, Kohler).
1978	Produção de insulina por técnica do DNA Recombinante
1979	Primeira patente de técnica de engenharia genética - técnica de ligação de genes 1ª sintetização de hormônio humano de crescimento
1980	"Boom" das novas empresas em biotecnologia
1981	Primeiro Kit para diagnóstico aprovado para uso nos EUA. Primeiros animais transgênicos por meio de transferência de genes de outros animais para ratos.
1982	Primeira vacina animal utilizando a técnica do DNA recombinante aprovada para uso. O remédio Humilin é aprovado para o tratamento de diabetes.
1983	Retração dos valores das ações das empresas de biotecnologia. Primeiro gene de planta transferido para uma planta de espécie diferente.
1984	Inserção de genes humanos de hormônios de crescimento em embriões de ratos (super ratos). Cientistas fundem células embrionárias de uma cabra e de uma ovelha e colocam o embrião num animal substituto que gerou uma quimera cabra-ovelha. A primeira vacina geneticamente engenheirada é desenvolvida;
1986	O genoma completo do vírus HIV é clonado e sequenciado. Cientistas tomaram o gene que produz a emissão de luz no vaga-lume e o inseriram no código genético do tabaco. As folhas do tabaco começaram a brilhar.
1988	Geneticistas moleculares de Havard ganham a primeira patente norte-americana por um animal alterado geneticamente (um rato transgênico).
1990	A primeira vaca leiteira transgênica é criada.
1994	O primeiro gene do câncer de mama é descoberto.
1997	Cientistas escoceses clonam a ovelha Dolly usando o DNA das células de uma ovelha adulta. O remédio Carticel é aprovado para o tratamento de dano da cartilagem do joelho; O remédio Pradin é aprovado como um agente antidiabético para o tratamento de diabetes tipo 2.
1998	Rebetron é aprovado para o tratamento de hepatite crônica Thyrogen é aprovado para o tratamento de pacientes com câncer de tireóide.
2000	Celera anuncia a decodificação do genoma humano. Documento divulgado defende que os dados da seqüência do genoma humano devem estar disponíveis para toda a humanidade. Cerca de 600 organismos estão tendo seu código genético sequenciado.

Fonte: GAZETA MERCANTIL, DE 24 A 30 DE JULHO DE 2000. Pg. 1-3.

Esta fase durou até meados da década de 90, onde uma nova dinâmica passou a tomar forma para o setor de biotecnologia. O período é marcado por um aumento considerável no número de NEBS, criadas em parceria com as grandes empresas que se fortaleceram na etapa anterior, pelo fortalecimento de economias que estavam passando por um período de recessão, como é o caso dos EUA. Como também é marcada pelo grande volume de investimentos direcionados para P & D, o que possibilitou o desenvolvimento científico e o sucesso na criação de variedades transgênicas e de clonagem de animais, cuja consequência foi o

declínio das incertezas constatadas na fase anterior e o aumento no volume de recursos direcionados para estas empresas devido a expectativa promissora destas novas descobertas. Um outro fator que caracterizou a nova realidade do setor foi o grande número de fusões, aquisições e "joint ventures" levadas a cabo pelas grandes corporações transnacionais. Esta estratégia tem tornado o setor cada vez mais concentrado, direcionando para a construção de uma nova indústria, denominada de ciências da vida.

Assim, de acordo com os fatos ocorridos na década de 90, e enumerados na TABELA 4, pode-se criar uma nova periodização e complementação as anteriores, caracterizada como sendo uma etapa de concentração, em torno de grandes corporações, formando então a indústria ciências da vida, que diferentemente da etapa anterior (acomodação e consolidação), passou a utilizar técnicas cada vez mais avançadas¹⁷, diminuindo o tempo de maturação das inovações, principal estratégias destas empresas, e alavancando um elevado montante de recursos financeiros, direcionados tanto para gastos com P & D quanto para processos de aquisições, fusões e parcerias.

Destaca-se aqui o uso de uma técnica que dá um novo impulso para a indústria de biotecnologia que é a crescente utilização da biologia molecular. São exemplos as técnicas do DNA recombinante, a síntese química dos genes, a fusão nuclear e a fertilização *in vitro*.¹⁸ Estas descobertas-chaves da década de 70, relacionadas com a biologia molecular, somadas às anteriores deram um novo dinamismo para o setor e tornou a biotecnologia uma possibilidade científica comercial como ressaltado anteriormente. Estes acontecimentos estimularam o surgimento de novas técnicas, bem como o aperfeiçoamento de outras como, por exemplo, as técnicas de hibridomas, fusão de protoplastos e técnicas de cultura de células e tecidos, explicados no próximo capítulo.

Como aponta MAGNER (sd:474) "*Perhaps the most exciting outcome of the revolution in biology in the last quarter of the twentieth century has been the combination of molecular biology, immunology, and cancer research which led to techniques for the production of*

¹⁷ Embora utilizem-se tecnologias de última geração, os resultados esperados para a biotecnologia ainda estão aquém dos prognósticos das grandes empresas.

¹⁸ A manipulação genética se baseia em duas técnicas distintas: a fusão nuclear e a técnica do ADN Recombinante. A aplicação dessa última é realizada a partir de duas abordagens: ou busca-se geneticamente o microorganismo que já produz uma dada substância desejada, por conter informação genética para tal fim, ou tenta-se projetar um novo microorganismo tendo em vista a obtenção de um determinado produto desejado". (CASSIOLATO e ANCIÃES, 1985:16)

monoclonal antibodies". Esta combinação de conhecimentos gerou diversas expectativas e a certeza de que a biotecnologia seria a grande promessa científica desta virada do século. Este "pleno conhecimento" quanto ao futuro promissor deste setor, aliada a novas técnicas que começaram a surgir, fez com que aumentasse os investimentos em P&D principalmente para o setor farmacêutico e os demais setores voltados para a saúde humana. Para que se tenha uma noção, nos últimos anos (TABELA 4) pelo menos dois importantes medicamentos passaram a ser comercializados a cada ano, como por exemplo, o Carticel e o Pradín (1997) e o Rebetrón e Thyrogem (1998). Um outro dado que é considerado de suma importância pelas empresas do setor de biotecnologia é o Projeto Genoma. Este trabalho, tornado possível a partir da utilização da biologia molecular é estabelecido como sendo a decodificação do genoma humano. Iniciado em 1990 tem o objetivo de mapear e seqüenciar todos os genes, estimados em cerca de 31.000, e interconectar segmentos encontrados nos 23 pares de cromossomos humanos que trazem consigo a herança genética do homem. Este projeto conta com a participação de diversos países, inclusive o Brasil, e cogita-se que a total codificação do genoma humano, acabará com muitas questões que hoje encontram-se sem solução, como também fará surgir novos questionamentos, sendo o precursor de descobertas que solucionarão a origem de muitas doenças, abrindo novas "janelas" de oportunidades para a indústrias de biotecnologia, multiplicando os conhecimentos.

De uma forma geral, pode-se definir a biotecnologia como sendo a aplicação de princípios da ciência e da engenharia ao processamento de materiais através da aplicação industrial de agentes biológicos¹⁹ com técnicas baseadas principalmente na área de engenharia genética. Tais técnicas possibilitam através do isolamento de um único gene determinar a expressão de uma característica de interesse, escolhida pelo pesquisador, que ao ser inserida em outra espécie, através do processo de transformação de plantas, permite "que uma determinada característica favorável, presente em um determinado organismo, possa ser transferido para outros organismos, mesmo que estes não tenham afinidade taxonômica com a espécie doadora do gene", (FONTES 1999:23) destinando-se a produzir bens e serviços que visem alcançar os seguintes resultados:

- a) Aumento da resistência das plantas à determinadas doenças, pragas e regiões climáticas;
- b) Incremento de suprimento de alimentos ao mundo, aumentando o seu valor nutritivo;
- c) Descoberta de microorganismos para usos específicos.

- d) Cura de doenças hereditárias;
- e) Redução da ocorrência de características indesejadas, comuns nos cruzamentos tradicionais;
- f) Produção de biofarmacêuticos;
- g) Desenvolvimento de modelos de animais para estudo de doenças específicas;
- h) Diminuição do uso de pesticidas e herbicidas tradicionais, a partir do uso de sementes modificadas (WOLF, 1994:108).

Os genes dos mais diferentes organismos, mesmo os não-correlacionados, começaram a ser inseridos em plantas e animais com o objetivo de criar resistência e aumentar a produtividade em variedades agrícolas como a soja, milho, feijão, batata, algodão, etc., e em animais como suínos, bovinos e aves etc. Esta caracterização é o que dá a biotecnologia um caráter amplo e a faz diferenciar de outros acontecimentos, como por exemplo a Revolução Verde, explicada no tópico anterior.

Uma outra diferenciação diz respeito ao controle acionário das empresas. Na moderna biotecnologia predomina o caráter privado, responsável pelos principais investimentos, tomadas de decisões e gastos com P & D para o setor, ao contrário da Revolução Verde onde o Estado foi o responsável por quase todos os investimentos e as empresas privadas tinham pouca participação no mercado e reduzidos investimentos em P & D.²⁰ Os principais fatores que levaram a essa mudança foram: a) transferência de tecnologia das universidades para o setor privado e enfraquecimento do setor público. Como se sabe a biotecnologia, como a maioria das outras tecnologias, também nasceu em laboratórios de universidades e outras instituições de pesquisa, onde os cientistas, passo a passo, descobriram novas técnicas, progredindo nos campos da biologia molecular, bioquímica e genética. Para HOBELINK (1991:31)

“commercial interest grew only when the integrations of all these different research areas seemed to offer interesting marketing opportunities. It started on a small scale. University professor built their own small companies on campus, drawing heavily from university research”,

¹⁹ Os organismos, as enzimas e as células animais utilizados nos processos de transformações de diversos materiais.

²⁰ Dados de 2000, mostram que existe uma grande diferença quanto ao número de empresas públicas e privadas no setor de biotecnologia, onde as últimas (1283 empresas) representam quase quatro vezes mais que as primeiras, que são em torno de 327 empresas. (GMLA, 2000: 03)

isto para o caso dos EUA. b) A instauração da LPVP nos EUA, que aumentou a possibilidade de lucros a partir da exclusividade de propriedade no desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas; e c) Os maciços investimentos do

“setor privado em P & D em biotecnologia agrícola, combinados com o status de segunda categoria, geralmente atribuído aos programas de biologia molecular e celular nas instituições ‘Land Grant’ dos Estados Unidos, induziram à dominância do setor privado na biotecnologia agrícola aplicada naquele país”(BUTTEL et. al., 1990:120).

A biotecnologia, apesar de possuir algumas características que se aproximam da Revolução Verde, é muito mais ampla do que esta última, simplesmente pela sua potencialidade para abarcar todas as culturas, todas as áreas, por utilizar técnicas avançadas de biologia molecular e celular e pela capacidade das empresas privadas destinarem grande parte de seu capital, cerca de US\$ 9,9 bilhões somente nos EUA em 1999, com despesas com P & D. A TABELA 5 resume vários aspectos importantes que diferenciam a biorrevolução (uso da biotecnologia) da Revolução Verde e mostra o grande potencial desta nova ciência.

TABELA 5 – Comparação entre as estruturas institucionais da Revolução Verde e da Biorrevolução

Características	Revolução Verde	Biorrevolução
Culturas afetadas	Trigo, arroz, milho	Potencialmente todas as culturas, inclusive hortaliças, frutas, culturas de exportação (cacau, babaçu) e culturas de especiarias (condimentos e essências). Produtos animais, farmacêuticos, produtos alimentícios beneficiados, energia.
Outros produtos afetados	Nenhum	Todas as áreas, todas as nações, todos os lugares, inclusive as terras marginais (caracterizadas por secas salinidade, toxidez por alumínio, etc.)
Áreas afetadas	Alguns países menos desenvolvidos, algumas localidades (i.e., se acompanhado de irrigação, terras de alta qualidade, disponibilidade de transporte, etc.)	Principalmente pelo setor privado (corporações multinacionais e firmas novas). As multinacionais predominam na comercialização.
Desenvolvimento e Disseminação de Tecnologia	Principalmente pelo setor oficial ou pelo setor de semi-oficial	Os processos e os produtos são patenteáveis e protegíveis. Relativamente altos
Considerações de Propriedade	As partes e as proteções de cultivares geralmente irrelevantes.	Especialização em biologia molecular e celular, mais as habilidades de melhoramento de plantas convencionais.
Custos de capital das pesquisas	Relativamente baixos	
Habilidades de pesquisa necessárias	Melhoramento de plantas convencionais e ciências agrárias paralelas.	
Culturas deslocadas	Nenhuma (exceto os recursos do germoplasma representado nas variedades tradicionais e nas raças nativas).	Potencialmente nenhuma.

Fonte: KENNEY & BUTTEL (1984) in BUTTEL et. al. (1990:121)

Os avanços na área de biologia genética contribuíram para o surgimento de novas técnicas e processos com o intuito de expandir o potencial industrial da microbiologia aplicada, e mesmo como esforços para tornar a biotecnologia uma das grandes promessas tecnológicas neste final de século, alguns fatores têm-se colocado, como barreiras, enfraquecendo este prognóstico. Um destes fatores parece ser de vital importância e mostra, que o sucesso da

biotecnologia depende diretamente do acesso aos recursos genéticos encontrados nas sementes, plantas e animais, pois são necessários para gerar novas características e propriedades testadas em lavouras e animais com o intuito de produzir fibras, energia, alimentos, substâncias utilizadas com finalidades médicas e farmacêuticas. Os genes obtidos com esse fim contêm novos traços e características úteis que podem ser manipulados, transformados e inseridos em organismos destinados ao mercado comercial, sendo obtidos tanto em espécies vegetais quanto em raças de animais e seres humanos. Contudo, apesar do seu impressionante potencial para transformar a natureza em mercadoria comercializável, a indústria de biotecnologia ainda permanece inteiramente dependente do estoque natural de sementes e de recursos genéticos para a produção de fármacos, como fonte de matéria-prima (RIFKIN, 1998).

Conclusão

Diante do que foi exposto neste capítulo, busca-se analisar a importância de alguns fatores que foram de grande importância para o desenvolvimento da moderna biotecnologia. O primeiro se baseia na análise da evolução que mostra como as práticas agrícolas como a seleção natural, a consequente apropriação dos recursos genéticos e da produção das variedades híbridas deram um impulso inicial para o desenvolvimento das pesquisas biológicas, como as realizadas por Mendel. Estas passaram a moldar um novo modelo produtivo, baseado principalmente na obtenção de variedades mais produtivas e que respondessem melhor as demandas dos agricultores da época, tanto no que concerne a resistência a doenças e adaptação à colheita por maquinaria. Surgiu assim, as bases da Revolução Verde (RV), que posteriormente se espalhou para as diversas partes do mundo, onde se preconizava a utilização de agrotóxicos para combater as epidemias que atacavam a lavoura, e o predomínio da monocultura. A degradação ambiental gerado por essa homogeneização das culturas e pelo aumento de produtos químicos tornou este modelo insustentável. Assim, a biotecnologia surge como resposta à crise da RV, com a promessa de diminuição do uso de agrotóxicos a partir do desenvolvimento de variedades mais resistentes a doenças, pragas e insetos e, na obtenção de produtos que respondam às demandas dos consumidores, tanto no que tange a área da saúde, quanto nas áreas de alimentação e nutrição.

Esta expectativa fez com que aumentassem as pesquisas referentes a biotecnologia, tanto pelo setor público quanto pelo setor privado, constituindo-se numa das principais ferramentas para

a solução dos problemas sociais e ambientais. Mesmo com estes avanços a promessa não se concretizou de fato, como apresentado neste capítulo, a biotecnologia não resolveu esta “insustentabilidade”, mas sim a acelerou. A visão comercial envolta nesta nova técnica tem aumentado a homogeneização das culturas, da mesma forma que tem acontecido com as variedades transgênicas, onde uma grande área passou a ser cultivada somente por uma única variedade de soja, a Roundup Ready da Monsanto e por outro lado não se tem comprovação da diminuição do uso de agrotóxicos. A evolução apresentada neste capítulo aponta para um grande avanço da biotecnologia, dado que existe o direcionamento de grande volume de recursos para pesquisas que buscam a obtenção de novos produtos e utilizam técnicas de engenharia genética. No entanto, este crescimento tende a ocorrer com maior amplitude no âmbito comercial e financeiro em detrimento do social e ambiental, para onde se dirigiam as respostas da biotecnologia.

Outro fator que também demonstra o avanço da biotecnologia é a caracterização da semente como veículo de difusão de conhecimento científico. A semente estabelece o início e o fim de todo o desenvolvimento científico agrícola que ocasionou o surgimento da moderna biotecnologia e ela, hoje, constitui uma das mais importantes bases para este desenvolvimento. A importância dada a semente decorre também do conseqüente desenvolvimento das pesquisas voltadas para a agricultura realizadas pelas grandes empresas do setor, que disponibilizaram elevado montante de recursos para a aquisição de empresas de sementes em todo o mundo, pois vêm nelas uma fonte geradora de novos conhecimentos (responsável pelo desenvolvimento de novas variedades a partir de pesquisas realizadas pelas empresas) e de lucros. Diversas técnicas têm como centro de análise a elaboração de variedades mais resistentes de grãos, transferindo genes desejáveis de uma planta para outra e desenvolvendo culturas com diversas especificidades: resistentes a pragas e insetos, melhor qualidade e produtividade, com mais vantagens para o processamento etc.

CAPÍTULO 2 - Principais técnicas utilizadas pela biotecnologia e sua potencial utilização no mercado brasileiro.

Introdução

O presente capítulo mostra as principais técnicas utilizadas pela biotecnologia, levando em consideração a sua evolução aliada ao grande avanço tecnológico e científico das últimas décadas. Para tanto, buscar-se-á relatar em uma análise histórica, que mostrará como a biotecnologia tem se utilizado de técnicas cada vez mais apuradas na elaboração de novas variedades e produtos. Num primeiro instante serão abordados temas relativos a fermentação e cultura de tecidos que de certa forma são assuntos antigos, mas que tornou-se o complemento mais importante para o desenvolvimento de programas de melhoramento vegetal preciso e de ponta como por exemplo, as técnicas utilizadas para a produção de variedades transgênicas e o projeto genoma. O intuito é mostrar que existem diversas técnicas que se relacionam com a biotecnologia e que não se resumem em torno das recentes descobertas, mas sim que existe uma complementaridade entre todas estas técnicas e que amplia o espaço de caracterização e definição da biotecnologia.

Uma segunda parte busca mostrar como está estruturado o setor privado de biotecnologia, quais as principais empresas e quais as técnicas utilizadas por este segmento. De uma forma geral, existem diversas empresas que utilizam técnicas de biotecnologia, contudo estas ainda são em sua maioria consideradas tradicionais, visto que predominam métodos como o da fermentação e cultura de tecidos, direcionados principalmente para o melhoramento de plantas e para a fabricação de medicamentos. A utilização de técnicas mais modernas como a do DNA recombinante e de produção de variedades transgênicas ainda são incipientes e na maioria das vezes são utilizadas de forma reduzida, por empresas que se situam nos principais pólos de biotecnologia, localizados em algumas capitais do Brasil. Mostrando qual é o ramo que realmente interessa ao país e quais as estratégias adotadas para a utilização de novas tecnologias, dentre eles podemos destacar a produção de novos fármacos, já que as novas empresas que estão se formando são na sua maioria farmacêuticas, pesquisa básica (realizadas em diversas firmas) ou outras técnicas que façam parte do escopo da biotecnologia tradicional. A partir deste ponto busca-se analisar qual a tendência adotada pelo país e se estas se assemelham, ainda que distante, às estratégias adotadas pelos demais países, desenvolvidos ou emergentes.

De uma forma geral, a tentativa de introdução de empresas que utilizassem técnicas de biotecnologia mais avançadas, como, por exemplo, a biologia molecular e celular, não deram certo nas décadas passadas. O exemplo das duas principais empresas que utilizavam estas técnicas, a Bioplanta e a Biomatrix, que não conseguiram levar em frente suas pesquisas, vindo a falir, mostra que a estrutura brasileira para este setor ainda está desarticulada, não existindo um relacionamento ativo tanto com as demais empresas do setor privado, quanto com as do setor público. Estas duas empresas, consideradas as NEBs (Novas Empresas de Biotecnologia) brasileiras representou a primeira tentativa de estruturação do setor levando em consideração os moldes do mercado americano, onde existe um grande número de pequenas empresas voltadas principalmente para as atividades com a biotecnologia e que movimentam um grande volume de recursos. Infelizmente para o caso do Brasil este modelo não deu certo principalmente pela fraca participação em “rede” destas empresas privadas e pelo fraco incentivo das políticas públicas às novas empresas que começaram a surgir na década de 80.

2.1 - A evolução das pesquisas em biotecnologia

Principalmente a partir das crises do petróleo (1973 e 1979) e da descoberta de novas técnicas ligadas a biologia, entre elas as técnicas do DNA Recombinante, é que começaram a emergir as principais teorias destinadas à discussão sobre a disponibilidade de recursos não renováveis e seus possíveis impactos sobre a produção alimentar. Isto porque a produção industrial e agrícola foi, e ainda é fundamentada na utilização de matérias-primas derivadas do petróleo, óleo, insumos químicos etc. No caso da agricultura a utilização de diversos produtos que tem o petróleo como insumo básico, por exemplo fertilizantes e adubos, mostram o elevado grau de dependência que esse setor assumiu para garantir alta produtividade.

Os choques do petróleo serviram para que a discussão da exaustão dos recursos, tanto quanto a sua intensiva utilização gerando altos custos sociais, como a poluição ambiental e a degradação ecológica, se tornassem latentes já no início da década de 80. Como destaca GOODMAN (1990:91) *“a crise da OPEP trouxe à luz esse modelo intensivo em energia e o processo produtivo anárquico criado pelas intervenções parciais e ecologicamente desbalanceadoras da apropriação industrial”*. Em meio a essas discussões é que a biotecnologia começava a ganhar força e a se tornar a “promessa” de mudança na utilização

dos recursos. Pesquisas começaram a surgir, principalmente na década de 70 e 80 com o intuito de criar produtos que respondessem melhor aos anseios daquele período, ou seja, que não impactasse negativamente o meio ambiente, utilizando de forma sustentável os recursos naturais. Verbas do Estado foram direcionadas para os centros de pesquisas públicas, recursos privados para a Pesquisa e Desenvolvimento (P & D) e capital de risco passaram a direcionar suas estratégias para áreas de biociências básicas, engenharia genética, engenharia bioquímica, preocupadas com inovações de produtos e processos nas indústrias que usavam matérias-primas renováveis e que até então não agrediam o meio ambiente. Assim, a biotecnologia com altas perspectivas quanto a sua utilização surgia como um novo paradigma, com a capacidade de criar produtos que pudessem responder as necessidades sociais (fome, seca) e comerciais (produtos resistentes a pragas, insetos, doenças, herbicidas etc.).

Os avanços alcançados foram bastante significativos, novas empresas e produtos surgiram, fazendo com que grande soma de recursos passasse a circular neste setor, tanto para pesquisa e desenvolvimento quanto para aquisições e fusões de grandes empresas. Entretanto, a realidade é que apesar de toda esta expectativa, produtos revolucionários modificando todo o processo produtivo, a maioria das previsões na área de biotecnologia, não vieram a se concretizar dentro do cronograma anteriormente estabelecido. Um outro fator importante, e que desacelerou os avanços da biotecnologia, foi a dificuldade de mostrar os efeitos positivos destas novas técnicas tanto para a população quanto em relação ao meio ambiente. Como aponta BOREM (1998:04) *“o ceticismo com a área fez muitos colocarem os pés no chão. (...) com a sociedade manifestando certa resistência a alguns produtos obtidos, a partir de processos biotecnológicos, pode-se dizer que a biotecnologia esta saindo de sua infância”*, favorecendo amplas discussões que possibilitam um melhor desenvolvimento de novos produtos levando em consideração as pressões existentes.

Hoje, existem diversos produtos sendo comercializados a partir das técnicas da biotecnologia, bem como estão em andamento, em vários países, diversas pesquisas que tentam desenvolver produtos que se adaptem a realidade de cada região, por exemplo, adaptação ao clima seco e solos tropicais etc. Diante disto, torna-se imprescindível, nos dias atuais, o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas na obtenção de recursos genéticos, animais e microrganismos. Estes últimos, os recursos genéticos microbianos, são amplamente utilizados nas áreas industriais, farmacêuticas, na agropecuária e na preservação de ambientes. Como

aponta DINIZ E FERREIRA (2000:37) “os microrganismos vem ainda se tornando cada vez mais importantes como veículos fixadores de nitrogênio atmosférico nas plantas e na diluição de adubos fosfatados, (...) produtores de alternativas energéticas como o etanol e o biogás”, além de fabricar ácidos orgânicos, enzimas e vitaminas, são também empregados em processos milenares como produção de bebidas, queijos, vinhos, iogurtes e outros.

Outro setor que mostra a potencialidade da biotecnologia é o farmacêutico. Novos fármacos estão sendo lançados no mercado com o intuito de combater doenças ainda incuráveis. Os diagnósticos e os hormônios geneticamente engenheirados, que incluem as insulinas e os hormônios de crescimento, se tornaram o carro chefe de muitas empresas, sendo responsáveis por grande parte no volume das vendas e área para onde são direcionados boa parte dos recursos para pesquisa e desenvolvimento.

Para a biotecnologia agrícola estão sendo desenvolvidas diversas variedades vegetais que envolvem principalmente os transgênicos. O primeiro produto geneticamente modificado comercializado utilizando técnicas de DNA recombinante nos EUA, foi o tomate Flavr-Savr, lançado pela Calgene, de propriedade da Monsanto, em 1996. Nos anos seguintes uma infinidade de variedades transgênicas foram lançados no mercado pelas principais empresas do setor, entre elas podemos destacar:

- BXNtm Cotton (produzido pela Calgene): requer menos uso de herbicidas;
- FLAVR SAVRtm tomato (produzido pela Calgene): tomate com maior tempo de maturação;
- Freshmogen Farms Endless summertm tomato (produzido pela DNAPlant); de 30 a 40 dias de maturação;
- Chymogem (produzido pela Genencor): enzima de uso mundial para a produção de coalho na fabricação de queijo;
- Soja Roundup Ready (produzido pela Monsanto): resistência a herbicidas; e outros.

Quanto às firmas de biotecnologia, algumas utilizam técnicas antigas como a fermentação e cultura de tecidos, outras vão além aplicando técnicas mais modernas de DNA recombinante. No caso das grandes empresas, estas utilizam estratégias mais arrojadas, direcionando seus recursos e apostando alto na biotecnologia, como é o caso da Monsanto. Entretanto, segundo

WALSH (2000:4)

“the firms which had pursued agricultural opportunities decided at that stage that these were going to be longer term and more risk commercial propositions. Many of

them (eg Bayer & Hoechst) reduced their biotechnology investmets to maintaining 'windows on opportunity' by alliances with specialist firms, and reinforces their positions in traditional agrochemical",
 ou seja, um grupo de empresas investe mais em biotecnologia (com P&D, novos laboratórios, alianças, parcerias e aquisições) e outras preferem se precaver, mantendo a liderança em produtos tradicionais. As diversas utilizações e os principais agentes econômicos que se relacionam com a biotecnologia, os farmacêuticos, agricultores, os processos de produção de alimentos pelas firmas, saúde, sistemas de regulação, supermercados e interesses públicos, que fazem parte do escopo da biotecnologia, podem ser resumidos na TABELA 6 em anexo.

A verdade é que com o desenvolvimento de novas pesquisas e técnicas, desde a fermentação até a produção de variedades transgênicas, a biotecnologia foi recebendo novo formato, novos ramos foram surgindo, diversos produtos passaram a ser desenvolvidos, novos laboratórios e empresas, enfim uma diversidade de fatores que fazem da biotecnologia, nos dias atuais, uma das áreas que mais recebem investimentos, com capacidade para reestruturar todo um processo produtivo.

Torna-se importante resgatar algumas definições e técnicas que foram e estão sendo utilizadas pela biotecnologia, tanto com o intuito de produzir novas variedades agrícolas quanto na área de saúde animal, humana, biossegurança etc. Algumas destas técnicas que serviram de base para se chegar ao "estado das artes" da biotecnologia e outras um pouco mais sofisticadas, acompanhando os avanços da informática, visaram a produção de variedades com diversas características, para responder as "necessidades" da sociedade moderna. As mais recentes literaturas sobre biotecnologia tem dado enfoque no que é denominado de "oportunidades tecnológicas" como por exemplo variedades agrícolas e drogas geneticamente modificadas, kits de diagnósticos, novos processos em P & D, mudanças organizacionais nas firmas de biotecnologia, o que também não foge ao escopo deste trabalho. Porém, procurou-se apresentar as principais técnicas que levaram ao avanço da biotecnologia de forma gradativa e que de um jeito ou de outro abarca diversas discussões pertinentes à este setor, passando-se assim a estudar os principais conceitos da biotecnologia, dentre os quais destacam-se:

- a) Fermentação; b) Cultura de tecidos e células; c) Fixação biológica do nitrogênio;
- d) Produtos transgênicos; e) Terapia Gênica e f) Projeto Genoma.

2.2 - Principais conceitos e técnicas utilizadas pela biotecnologia

2.2.1 – Fermentação

Esta técnica é denominada como sendo um processo de crescimento de um organismo selecionado, usualmente uma bactéria, fungo ou levedura, com o objetivo de obter características de interesse ou gerar produtos pelo metabolismo das células, como o etanol e o dióxido de carbono obtidos através da fermentação de leveduras. O termo também é utilizado para descrever conversões bioquímicas efetuadas através do isolamento e produção de enzimas (tecnologias fermentativas).

TABELA 7 – Os produtos da fermentação industrial descritos para os diferentes setores da economia

-
- a) Farmacêutica e Saúde Biológica**
- Diagnósticos incluindo anticorpos monoclonais, imunoproteínas, enzimas, testes de DNA para detectar anormalidades genéticas em fetos.
 - Profiláticos incluindo anticorpos, antígenos, vacinas;
 - Terapias incluindo antibióticos, hormônios, esteróides e enzimas de inibição.
- b) Indústria Química**
- Massa química incluindo álcool, ácidos orgânicos, aldeídos e moléculas simples como o etileno, metano e peptídeos responsáveis pela fabricação de polímeros;
 - Química fina como os hormônios, enzimas, esteróides, polissacarídeos e polímeros peptídeos;
- c) Agricultura**
- Processos tradicionais incluindo ensilagem e adubos compostos;
 - Manufatura de alimentação animal contendo antibióticos, aminoácidos e suplementos vitamínicos.
 - Hormônios de crescimento (recentemente estes estão sendo produzidos por técnicas de DNA recombinante), diagnósticos incluindo anticorpos, antígenos específicos e vacinas veterinárias;
 - Pesticidas Microbianos: incluem bactérias patogênicas e substâncias tóxicas especificamente aplicadas para controlar micróbios conhecidos, insetos e ervas daninhas;
 - *Rhizobium* inoculantes para aumentar a captação de nitrogênio.
- d) Alimentos**
- A Fermentação industrial produz uma imensa cadeia de aditivos alimentares: nutrientes como os aminoácidos (glutamato e lisina utilizados como aromatizante e enriquecimento alimentar) e vitaminas (B-2, B-12, D usadas como aditivo e complemento alimentar), pigmentos, essências e aromas acentuados, conservantes, carboidratos, açúcar modificado, sobremesas sintéticas e outros;
 - Enzimas e Proteínas: Amilases (suplemento para a farinha, agente de esmagamento, alimentos para crianças), glucose isomerase (produção do xarope de milho de alto teor de frutose), proteases (amaciante para carne, produtos com sabor de queijo) e renina (processos de transformação industrial).
 - Microorganismo: fermentos (para uso em cervejas, panificação e vinhos).
 - Proteínas microbianas derivadas de carboidratos e petróleo "by-products" fermentados e vários materiais biológicos.
- e) Outras aplicações químicas**
- Aplicações em cosméticos;
 - Manipulação genética de microorganismos promete muitas séries de macromoléculas para usos técnicos e como materiais básicos para várias conversões químicas;
 - O potencial de uso de bactérias imobilizadas e enzimas para a purificação de esgotos, efluentes e remoção de substâncias tóxicas começam a ser utilizadas;
-

Fonte: IDRC (1985), pp 10-12, citado por FARRINGTON (1989: 83)

A evolução da fermentação em processos alimentares não é recente, data de mais ou menos 6.000 anos de história. Mas, esta técnica só ganhou maior importância no início deste século quando células microbianas puderam ser manipuladas com o objetivo de mudar a natureza e a

concentração de seus metabolismos. De acordo com FARRINGTON (1989: 52), “*strain selection and progressive improvement in the culture media have led to substantial increase in the yields of, for instance, antibiotics*”. Estes avanços possibilitaram o uso das técnicas de fermentação para uso industrial em diversos setores da produção, entre eles podemos destacar o farmacêutico, o da indústria química, agricultura, alimentos e aplicações energéticas. Os produtos proveniente deste processo para as diversas áreas podem ser visualizado na TABELA 7 acima.

Apesar da ampla atuação de processos fermentativos, diversos produtos criados a partir desta técnica não são consumidos diretamente, mas servem como insumos em outros processos de produção alimentícia, exemplo importante a ser destacado é o uso das enzimas, e segundo FARRINGTON (1989:54)

being used to improve food processing steps (eg malt enzymes), to increase process yields, and to enhance product quality (eg. clarification of fruit juices). Some enzyme processes have led to substantial efficiency gains in one type of product (eg. high-fructose corn syrup) with consequent partial displacement of others (cane sugar).

O principal uso das enzimas tanto para a produção quanto para pesquisas é a fabricação de essências e aromas e modificação de texturas, aparência e qualidade nutricional.

2.2.2. – Cultura de Tecidos e Células

Corresponde a habilidade de reproduzir plantas em ambiente laboratorial, também denominada de propagação vegetativa e se contrapõem à geração sexuada de plantas, *gerando descendentes a partir de células somáticas, dos tecidos vegetativos da planta. Diferencia-se ainda da multiplicação vegetativa de plantas, praticada na agricultura desde tempos imemoriais, por ser conduzida sob condições controladas*” SALLES FILHO (1986:391) ou como é conhecida cientificamente **in vitro**.

Apesar de ter atraído a atenção dos pesquisadores desde o começo do século, mais precisamente em 1902, quando Haberlandt cultivou células de tecidos somáticos de várias espécies de plantas em solução nutritiva baseando-se na totipotencialidade das células (TORRES et al., 1998) somente no início da década de 70 a cultura de tecidos **in vitro** passou a ter um desenvolvimento mais sistemático nas suas bases científicas e na possibilidade de aplicações de seus produtos. Datam desta época descobertas significativas como: i) regeneração de plantas a partir de protoplastos (obtenção de híbridos somáticos) em 1971; ii) Descoberta de que o plasmídeo-Ti era o principal indutor da *Agrobacterium tumefaciens*,

possibilitando a transformação de plantas, (1974); iii) Transformação de mudas fumo pela infecção de discos foliares com *A. tumefaciens*, técnica aplicada a uma gama de espécies, em vários laboratórios, para a obtenção de transgênicos com características de interesse. (TORRES et al., 1998)

Estes avanços, aliados ao grande progresso da engenharia genética, favoreceram o desenvolvimento de técnicas de cultura de tecidos e células *in vitro*, utilizadas em diversas aplicações no campo da biotecnologia. Segundo FERREIRA et al. (1998:21) estas técnicas

tem sido empregadas de diferentes formas no desenvolvimento de cultivares superiores de plantas. Em geral, estas técnicas são utilizadas em uma ou outra etapa do melhoramento, não necessariamente, no desenvolvimento direto de novos cultivares. Mas podem oferecer novas alternativas aos programas de melhoramento em suas diferentes fases e, muitas vezes, oferecem soluções únicas.

Por exemplo, a incorporação de genes via transformação gênica, depende da cultura de células, tecidos e órgãos para a regeneração de plantas *in vitro*, para se conseguir as características desejadas com a variedade pesquisada.²¹ Torna-se possível concluir que a importância das técnicas de cultura de tecidos e células em programas de melhoramento genético pode dar-se em maior ou menor escala. Em alguns casos esta poderá atuar de forma complementar ou diretamente na obtenção de novas variedades. Esta é condicionada de acordo com o objetivo do melhoramento que se deseja obter. (FERREIRA et. al., 1998)

A cultura de tecidos se estrutura sobre um conjunto de aplicações básicas, que irá determinar o grau de utilização desta técnica em determinado melhoramento. Estas podem ser divididas em quatro principais características, resumidas nos pressupostos elaboradas por FERREIRA et. al. (2000, 22-35), também abordado por SALLES FILHO (1986:392-393), e que são definidas nos tópicos abaixo:

D) Conservação e Avaliação de Germoplasma

A preservação e seleção de germoplasma por cultura de tecidos são condições fundamentais na conservação da variabilidade genética existente. A definição da coleção de germoplasma deve constar de uma variabilidade suficientemente ampla capaz de incluir as características de interesse agrônomo. Esta coleção representa, para o pesquisador, a matéria-prima a ser transformada e modificada em material melhorado, que posteriormente irá ser utilizada pelas

²¹ O primeiro grupo de cultivares transgênicos comercializado em diversas partes do mundo, resistentes a herbicidas, insetos e doenças, foi desenvolvido mediante aplicação de cultura de tecidos em combinação com métodos de biologia molecular (FERREIRA et.al.,1998)

empresas e agricultores. A conservação do germoplasma pode se dar de duas formas: de sementes (para maioria das plantas) e *in vitro* (quando houver dificuldade na conservação da semente, podendo esta ser sob a forma de ápices caulinares, hastes, embriões zigóticos e/ou somáticos, ou mesmo calos). Assim, a conservação de germoplasma em tubos de ensaios, sob condições ambientais favoráveis e longe de pragas e doenças, soluciona, em partes, o problema da conservação dos recursos genéticos. Quanto à avaliação de germoplasma, esta pode ser facilitada pela propagação vegetativa dos indivíduos (micropopagação, definida nos tópicos seguintes), para análise de experimentos em diferentes ambientes.

II) Aumento de variabilidade genética para fins de seleção, explicado em três partes:

- a) Intercâmbio de germoplasma em condições assépticas: a troca de germoplasma por meio de culturas *in vitro* representou um grande avanço, dado que este permite que o material genético possa ser enviado a diferentes regiões do território nacional ou utilizado em intercâmbio internacional, diminuindo assim a possibilidade de introdução de patógenos ou pragas em regiões onde estas não são encontradas.
- b) Obtenção de variantes somaclonais: Capacidade de realizar a seleção de materiais de interesse agrônomo *in vitro*, neste caso a cultura de tecidos seria essencial ao desenvolvimento de novas variedades, já que o processo de seleção é dependente da variação genética induzida pelas condições de cultura.
- c) Obtenção de transformantes via engenharia genética: A engenharia genética, envolvendo a transformação de células e posterior regeneração *in vitro* de plantas com características superiores, constitui uma tecnologia poderosa para aumentar a variabilidade genética, dado que podem ser inseridos no genoma de uma planta diversas características originadas de um outro vegetal ou organismo, criando novas plantas.

III) Introgressão de genes de interesse para espécie Alvo

A transferência (introgressão) de genes de uma espécie silvestre para uma cultivar-elite é realizada pelo método de retrocruzamento: Uma variedade com performance superior é selecionada como pai recorrente no cruzamento. Essa é a cultivar cujas características deseja-se conservar, ao mesmo tempo em que recebe uma parte do genoma de outra variedade que contém o gene doador. Este método objetiva adicionar uma nova característica superior a cultivar-elite, enquanto são conservadas aquelas preexistentes. Quando esta apresenta incompatibilidade, não formação do zigoto, geralmente existente entre cruzamentos distantes,

pode ser contornada através da polinização *in vitro*.²² Outras técnicas empregadas para a quebra de barreiras de incompatibilidade genética é a cultura de embriões, utilizada com sucesso na obtenção de plantas de cruzamentos interespecíficos e da fusão de protoplastos (fusão entre células somáticas da duas espécies). São exemplos: a) Variedades resistentes ao nematóide e genes que conferem resistência ao vírus do “vira-cabeça” do tomateiro; b) resistência a patógenos.

IV) Aceleração de programas de melhoramento.

O principal objetivo dos programas de melhoramento é a obtenção de material genético com performance estável e previsível para a prática agrícola, com características superiores as existentes no mercado, reduzido tempo de lançamento de novas e melhores culturas, sendo esse o maior desafio destes programas.²³ A cultura de tecidos disponibiliza opções que podem acelerar algumas fases do melhoramento: i) a germinação precoce de sementes *in vitro* ou a germinação em maior porcentagem durante as sucessivas gerações de seleção, podem encurtar a duração do programa ou aumentar o rendimento dos cruzamentos em algumas culturas; ii) Clonagem de genótipos para teste de capacidade de combinação; iii) Cultura de anteras e micrósporo, baseada na capacidade do gameta sexual masculino regenerar indivíduos haplóides; e iv) Multiplicação de genótipos superiores e recuperação de plantas livres de vírus, limpeza clonal - realizada por meio da cultura de meristemas.

A cultura de tecidos apresenta assim uma gama de características e técnicas onde se baseiam as principais inovações conseguidas pela biotecnologia moderna, seja de forma ativa na produção de variedades ou apenas complementando alguns processos. Diversas cultivares estão sendo pesquisadas utilizando as técnicas explicadas acima e outras mais já estão sendo comercializadas. A TABELA 8 mostra estas linhagens, atentando para as técnicas utilizadas para sua obtenção e o caráter selecionado para cada uma.

Existem outras técnicas básicas utilizadas que também fazem parte do propósito da cultura de tecidos e que não são especificadas neste tópico, mas que são exemplos importantes para esta área, das quais podemos destacar: a) Organização do laboratório de cultura de tecidos de plantas; b) Meios nutritivos; c) Cultura de ápices caulinares e recuperação de plantas livres de

²² Esta técnica “consiste na introdução direta do pólen dentro do ovário, permitindo a fecundação do óvulo e evitando processos que inibem o crescimento do tubo polínico no estigma ou no estilete da flor” RANGASWAMY, 1997 citado por FERREIRA et.al. (1998:28)

²³ A duração do programa depende “dos métodos adotados de melhoramento empregados. (...)Vários anos são despendidos nas etapas de recombinação e seleção de materiais superiores, e outros tantos na multiplicação destes para fins de comercialização” FERREIRA et. al. (1998:30)

vírus; d) Microenxertia; e) cultura de raízes e regeneração de plantas; f) Enraizamento de plantas lenhosas; g) Suspensão celular; h) Cultura de ovários; i) Cultura de protoplastos; j) indução de mutações *in vitro*.

TABELA 8 – Cultivares agrícolas desenvolvidas pelo emprego de técnicas de cultura de tecidos e células.

Cultivar	Espécie	Método	Caráter selecionado
DNAP 9	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Varição somaclonal	Alto teor de sólidos solúveis
BR 43	<i>Triticum aestivum</i>	Cultura de anteras	Adaptação a climas úmidos
Bell Sweet	<i>Capsicum annum</i>	Varição somaclonal	Pequeno número de sementes
Andro flax	<i>Linum usitatissimum</i>	Seleção <i>in vitro</i>	Tolerância a estresse salino
GATCCP101 & 100	<i>Sorghum bicolor</i>	Seleção <i>in vitro</i>	Tolerância a <i>Spodoptera frugiperda</i>
GAC102	<i>Sorghum bicolor</i>	Seleção <i>in vitro</i>	Tolerância a solos ácidos
Joiku 394	<i>Oriza sativa</i>	Cultura de anteras	Qualidade de grãos
Shirayukihime	<i>Oriza sativa</i>	Cultura de anteras	Qualidade de grãos
CG103&104	<i>Sorghum bicolor</i>	Seleção <i>in vitro</i>	Tolerância a solos ácidos
KS89WGRC9	<i>Triticum aestivum</i>	Multiplicação <i>in vitro</i>	Tolerância a seca/alta temperatura

Fonte: FERREIRA (1998:26)

2.2.3 – Fixação biológica do nitrogênio

Técnica que surgiu como resposta as sucessivas crises do petróleo e a dependência em relação aos fertilizantes das principais culturas plantadas no mundo. A necessidade de utilização de fertilizantes químicos se dá pelo fato de que eles são fonte de nitrogênio, o que representa cerca de 35% da capacidade produtiva das plantas. Isto ocorre devido ao fato de que quase a maioria das plantas é incapaz de assimilar nitrogênio, a menos que ele tenha sido fixado ou combinado, com outros elementos, como hidrogênio, carbono ou oxigênio. No entanto, alguns organismos podem fixar o nitrogênio, para ser incorporado às plantas. Como afirma GOODMAN (1989:95) “*alguns desses microorganismos são capazes de fixar o nitrogênio quando em vida livre, ao passo que outros formam associações simbióticas com as plantas, como no caso das bactérias do gênero Rhizobium e plantas hospedeiras da família das leguminosas*”. De acordo com alguns estudos estas plantas (hospedeiras) quando introduzidas em solos de países tropicais apresentam maior índice de produção de nitrogênio em comparação com demais países, como é o caso da soja. Introduzida no Brasil nos anos 60 para plantio extensivo, vem sendo feita a seleção e adaptação das variedades importadas aos solos locais sem nenhuma aplicação de adubos nitrogenados. Com isto, a produção de soja no Brasil obtém do ar todo o nitrogênio necessário para altas produções enquanto que nos EUA e outros países produtores deste vegetal aplicam-se doses relativamente baixas, porém constantes. Esta tecnologia tornou o Brasil o segundo produtor de soja no mundo, representando hoje um dos maiores produtos de exportação do país. Além da soja, outras leguminosas como feijão, variedades forrageiras e de reflorestamento têm as mesmas características, mesmo que nem sempre consigam obter nitrogênio suficiente da simbiose

para suprir as necessidades de produções elevadas (DÖBEREINER, 1999) sendo necessário a aplicação de fertilizantes químicos.

As pesquisas em andamento são resultado de duas abordagens principais: a) aumentar a produtividade das leguminosas hospedeiras através da utilização de engenharia genética com o intuito de aprimorar as capacidades das bactérias (*Rhizobium*) para a fixação de nitrogênio, contribuindo para a diminuição da utilização de fertilizantes, primando-se por uma agricultura mais sustentável e, b) utilização de técnicas de engenharia genética para estabelecer novas associações entre bactérias fixadoras de nitrogênio e espécies de plantas, como cereais, que atualmente dependem quase que exclusivamente de produtos químicos para a realização da sua produção. GOODMAN (1990:96)

2.2.4. Produtos Transgênicos

O que diferencia um organismo convencional de um organismo transgênico é que além dos genes²⁴ naturais encontrados em seu interior existe também um gene adicional, também conhecido como “genes de interesse”, proveniente de outro organismo que pode ter sido retirado de um vegetal, de espécie diferente, de uma bactéria ou de um animal. Ou seja, um processo artificial que transfere genes estranhos (um ou mais) de um organismo para o outro. Os genes podem ser definidos como sendo os segmentos de um mesmo tipo de molécula, o Ácido Desoxirribonucléico, mais conhecido como DNA e que reúne todas as informações necessárias que garantem as diferentes características peculiares de cada espécie permitindo que os diversos seres vivos possam gerar descendentes. De acordo com SEVERO (1999:14) “o genoma de uma planta, por exemplo, varia entre 40 a 60 mil genes. As bactérias por sua vez, possuem cerca de cinco mil genes, enquanto que o genoma humano alcança 33 mil genes”, todos enfileirados em longas moléculas de DNA.

Em seres humanos, assim como em outros organismos, uma molécula de DNA consiste em dois filamentos que descrevem a forma de uma hélice dupla que se enrola, composta por açúcar e moléculas de fosfato, elas se interconectam através de degraus ou fases de nitrogênio contendo elementos químicos chamados de bases. Cada filamento ou hélice constitui-se em uma organização de unidades similares repetidas, chamadas nucleotídeos, que são compostos de um açúcar, um fosfato e uma base nitrogenada. O importante no DNA, segundo LEITE

²⁴ Sequência de DNA necessária para que uma célula possa produzir determinada proteína. (LEITE, 2000)

(2000:21), fazendo a analogia a uma escada, “*são os degraus, formados por pares de moléculas conhecidas como bases hidrogenadas. (...) Existem quatro tipos de base no DNA, mais conhecidas pelas iniciais com que são abreviadas: Adenina (A), Timina (T), Citosina (C) e Guanina (G)*”, que carregam as informações genéticas e são apelidadas de “letras químicas”. Esta geometria das bases faz com que elas possam formar somente dois tipos de pares, A com T e C com G, sobre cada hélice. O que é mais interessante neste processo é que a combinação destas bases forma o código genético, praticamente igual em todos os seres vivos.

É essa característica que possibilita que um gene (segmento de DNA) seja retirado de um organismo e posteriormente inserido no DNA de outro, e passe a funcionar como se estivesse no organismo original. Para ser clonado, o DNA é “partido em dois de alto a baixo”.²⁵ Cada fita simples resultante preserva o código (seqüência) original, que é transferida, por exemplo, para uma célula vegetal, que agora passa a ter, além de suas características naturais uma outra completamente nova, como a resistência a insetos, proveniente de outro organismo. Esta transferência de informações gênicas é que forma a base para a produção das diversas variedades transgênicas existentes no mundo.

Levando em consideração os temas abordados, pode-se definir transgênico como sendo o organismo que recebe em seu DNA, pelo uso de qualquer técnica da engenharia genética, genes de outras espécies, vegetais ou animais, ou mesmo vírus e bactérias “*para o desenvolvimento de produtos e processos de interesse sócio-econômico com o intuito criar características exógenas que possibilitarão, por exemplo, resistências a doenças, insetos e até mesmo a herbicidas*” (GM, 2000). A produção de variedades transgênicas é realizada a partir de dois métodos principais, explicados na TABELA 9. Entre os exemplos mais conhecidos podemos citar a Soja Roundup Ready (tolerante ao herbicida homônimo da Monsanto) e o milho Bt, com genes do *Bacillus thuringiensis*, para combater pragas. Com aponta DINIZ e FERREIRA (2000:37) “*os efeitos destas novas tecnologias tem produzido grande impacto em processos biotecnológicos, não somente nas áreas de saúde e energéticas, mas principalmente, na agropecuária*”.

²⁵ Esta separação é realizada por enzimas (proteínas que atuam como tesouras). A descoberta destas enzimas significou um avanço importante nas técnicas de DNA Recombinante e na capacidade de realizar mapeamentos genéticos. Essas proteínas servem para cortar o DNA em pedaços, em lugares específicos. É possível então “*clonar [produzir uma cópia idêntica] do DNA, fazer uma análise química de sua composição, e depois reconstruí-lo em sua ordem original no genoma*” RABINOW (1991:82)

TABELA 9 – Principais métodos utilizados para a obtenção de plantas transgênicas

Sistema <i>Agrobacterium</i>	Sistema Bombardeamento com microprojéteis
Fases:	Fases:
<ul style="list-style-type: none"> - Existem bactérias no solo do gênero <i>Agrobacterium</i>, que espontaneamente se associam a algumas espécies de plantas, com capacidade de transferir alguns de seus genes para o genoma das plantas. - Esses genes, necessários para a sobrevivência da bactéria, estão localizados em um segmento do plasmídeo Ti (molécula de DNA independente do cromossomo da bactéria), denominado T-DNA. - Substitui-se, então, alguns dos genes do T-DNA por genes de interesse, que serão integrados naturalmente às plantas pela bactéria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Partículas de ouro (ou tungstênio) são cobertas por fragmentos de DNA contendo o gene de interesse. As partículas são colocadas dentro de um aparelho (o “gene gun”), onde são aceleradas a altas velocidades por uma descarga de gás sob alta pressão. - As partículas “voam” em direção ao tecido vegetal que será transformado e penetram nas células. Os fragmentos de DNA são liberados. Alguns integram-se ao genoma no núcleo. - As células transformadas são colocadas em um meio com nutrientes, que induz sua multiplicação e capacidade de formação de uma planta completa.

Fonte: ZANETTINI e PASQUALI (1999: 11-12) citado por FOLHA DE SÃO PAULO (2000:3)- Caderno Especial: Transgênico.

2.2.4.1 – Aumento da produção de transgênicos

Embora os primeiros testes de campo tenham sido iniciados na década de 80, as principais firmas começaram a produzir tais produtos, a nível comercial, somente no início da década de 90, onde as principais culturas passaram a ser plantadas em alguns países. NA TABELA 10 é possível mostrar as culturas transgênicas autorizadas para comercialização e o ano em que iniciaram as primeiras plantações no mundo.

TABELA 10 - Culturas transgênicas de alimentos autorizados para comercialização no mundo.

País	Culturas comercializadas/início da comercialização
Argentina	soja/1996, milho/1998, algodão/1998
Brasil	Nenhuma
Canadá	milho/1996, algodão/1996, canola/1997, soja/1998, melão/1998, batata/1999 e trigo/1999.
Estados Unidos	Melão/1994, soja/1994, tomate/1994, algodão/1994, batata/1994, canola/1995 e milho/1995.
Japão	Soja/1996, canola/1996, batata/1996, milho/1996, algodão/1997 e tomate/1997.
União Européia	Tomate/1995, canola/1995, soja/1996, milho/1997, batata/1998 e algodão/1998.

Fonte: CTNBio (1999:11)

De acordo com WALSH (2000:05), em 1992, “China planted more than 2 million acres of virus resistant tobacco. In 1994 Calgene launched the FLAV SAV Tomato. By 1998 more than 5000 field trials were being held involving 60 GM crops, more than 60 countries and about 75 million acres”. Estes avanços ocorreram principalmente pelo início das plantações nos EUA, que em 1998 já respondiam por quase 8.1 milhões de hectares, e em 1999 já somavam 20,5 milhões de hectares. Na TABELA 11 pode-se ver uma progressão para os oito principais países plantadores de transgênicos para o tamanho das plantações em hectares, nos anos de 1997, 1998 e 1999.

Apesar de ainda serem uma novidade, estima-se que a área mundial plantada com transgênicos tenha sido em 1999 próxima a 40 milhões de hectares, sendo que destes a maioria, cerca de 20 milhões, estavam localizadas nos EUA, onde a comercialização destes produtos foi aprovada há cerca de 6 anos. As culturas mais testadas e plantadas foram: soja, tomate, milho, canola, algodão e batata. Segundo ZANETTINI E PASQUALI (1999:16), dados para 1998 mostram que a “*soja tolerante a herbicida foi a cultura transgênica dominante (52% da área global de transgênicas), seguida pelo milho resistente a insetos (24%), canola tolerante a herbicida (9%), algodão resistente a insetos e tolerante a herbicida (9%) e milho tolerante a herbicida (6%)*”. Além dos EUA, os demais países que cultivam plantas transgênicas são: Argentina, Canadá, Austrália, México, Espanha, França e África do Sul (conforme dados da TABELA 11)

TABELA 11 – O tamanho das plantações de transgênicos (cultivo comercial em hectares)

País	1997	1998	1999
EUA	8,1 milhões	20,5 milhões	28,7 milhões
Argentina	1,4 milhões	4,3 milhões	6,7 milhões
Canadá	1,3 milhões	2,8 milhões	4,0 milhões
Austrália	100 mil	100 mil	100 mil
México	Até 100 mil	Até 100 mil	100 mil
Espanha	---	Até 100 mil	Até 100 mil
França	---	Até 100 mil	Até 100 mil
África do Sul	---	Até 100 mil	Até 100 mil
Total	11 milhões	27,8 milhões	39,9 milhões*

Fonte: Novartis citado por MANCINI E LA ROTTA (1999:5), EMBRAPA (dados para 1999)

* inclui também a China com 300 mil hectares plantados.

Os principais produtos geneticamente modificados incluem tolerância a herbicidas, resistência a vírus e insetos, aumento da qualidade nutricional dos alimentos (alto volume de óleo polissaturado, por exemplo). Estes últimos, vem se tornando progressivamente mais importantes e alvo de diversos estudos em laboratório e, de acordo com ZANETTINI e PASQUALI (1999:16)

“deverão prevalecer nas próximas gerações de produtos agro-biotecnológicos. Uma comprovação disto é que já estão no mercado dos Estados Unidos: tomates com amolecimento retardado, pimenta com melhora no sabor, cor e textura; amendoim, girassol e soja com modificação na composição do óleo (redução de óleos saturados)”.

Percebe-se, assim, o caráter bastante promissor que a tecnologia para a produção de plantas geneticamente modificadas assume. A capacidade de moldar variedades, animais ou vegetais, para as características desejadas, o que possibilita gerar benefícios para a agricultura, qualidades dos alimentos, nutrição e saúde, cria vantagens realmente animadoras. Conforme aponta SHIKI (1999:05)

its capacity to modify the very essence of life, the gene manipulation its component DNA and reshaping a given live body to perform functions scientifically determined and targeted to a specific or generic economic scope; its capacity to redesign entire commodity 'filière' to its image, and most importantly, been able to be appropriated by corporate industries in such a way that constitute the new science based technology restructuring of agro-food system.

Para estes tipos de alimentos transgênicos, resistente a herbicidas e resistentes a insetos, pode-se observar grandes vantagens para a produção agrícola e comercial, porém seus efeitos sobre a biodiversidade ainda não foram devidamente comprovados e isso dificulta um parecer positivo para este tipo de alimento. Não se sabe ainda se a introdução de novos genes no genoma de plantas tradicionais poderia gerar características inéditas, imprevisíveis e até mesmo incontroláveis. Por isso a necessidade de se estar envidando esforços para novos testes de impacto ambiental e possível efeito sobre a saúde humana, mais eficientes e elucidativos, mesmo que estas culturas já estejam sendo comercializadas a algum tempo.

2.2.4.2 – Pressões ambientais e sociais sobre a produção e comercialização de OGMs

A Monsanto foi uma das primeiras grandes empresas a apostar na biotecnologia como uma das mais proeminentes tecnologias. Os avanços alcançados serviram para mostrar esse grande potencial. Contudo, as estratégias das empresas, neste caso a Monsanto, na tentativa de mostrar os benefícios dos transgênicos na Europa, não surtiram os efeitos esperados, dando início a uma extensa discussão sobre os impactos dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados), que haviam perdido um pouco a sua força desde a conferência de Asilomar em 1974, onde surgiram as primeiras preocupações quanto ao uso da manipulação genética. De acordo com WALSH (2000:10) *“multinationals in general expected the application of genetic engineering to food would be welcomed by the public for their beneficial effects for crop production and the environment”*, ou seja, ao contrário do que muitos cientistas pensam, nem sempre os consumidores estão dispostos a aceitar uma nova tecnologia somente pelos benefícios que ela poderá gerar. Haja vista que, existem diferenças culturais e hábitos que fazem com que uma determinada população esteja propensa a novas descobertas enquanto outras não possuem esta mesma aceitação. Isto pode ser comprovado quando comparado o consumidor americano com o europeu. Enquanto os primeiros aceitaram com certa prontidão os OGMs, os últimos consideraram esta tecnologia como se estivessem “contaminados”.

A campanha publicitária utilizada pela Monsanto, com custos de 1 milhão de libras, objetivando mostrar que os OGMs eram benéficos ao meio ambiente e a saúde humana, sendo uma das respostas para o fim da fome no mundo e responsável pela redução no uso de

pesticidas e herbicidas gerou exatamente o contrário: uma grande resistência aos OGM's. WALSH (2000: 13) aponta dois fatores que contribuíram para o aumento da resistência aos OGMs: a) *“a concern to preserve consumer choice (in this case farmer's choice of herbicide) in the face of monopoly power”* b) *“the other concern about openness.(...) Monsanto's advertising campaign alerted the public to the fact that they in fact had no choice – and possibly no knowledge – about the inclusion of GM soya and other products in all manner of unlabelled foods”*. Estes dizeres, feito de forma quase impositiva, funcionaram como um insulto aos consumidores fazendo com que ocorresse um aumento da reação tanto dos consumidores e varejistas quanto de grupos ambientalistas.

Esses temores parecem ser compreensíveis se analisarmos acontecimentos históricos recentes no Continente Europeu. Segundo relatório da Gazeta Mercantil sobre biotecnologia (1999:B-23) *“os governos europeus possuem um registro terrivelmente ruim de falta de provas, com dados científicos ‘inconvenientes’, ou de simplesmente mentir sobre a segurança dos alimentos.”* Depois de diversas experiências negativas com a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) ou mais conhecida como “doença da vaca louca”, a carne contaminada com bactérias e a presença de dioxina cancerígena na carne de frango, carne de porco e carne bovina, os consumidores desenvolveram certo ceticismo em relação aquilo que os órgãos oficiais de regulação alimentar lhes dizem ser confiáveis ou não para o consumo. Estes fatos trouxeram consigo uma crescente *“suspeição e rejeição sobre os produtos geneticamente modificados causando retração de mercado a estes produtos”* GELINSKI NETO (2000:01), principalmente na Europa que restringiu suas importações e passou a discutir a obtenção de um acordo internacional sobre biossegurança, com o objetivo de reforçar o controle sobre os transgênicos.

Outros fatores também vieram contribuir para o crescimento de represálias a possibilidade de comercialização de OGMs. O caso das batatas transgênicas na Europa (em 1998) concluindo que os transgênicos *“não são adequadamente testados e que tem evidências experimentais de que podem provocar problemas de saúde”* (LEITE, 2000:40) adicionados a conseqüente morte das borboletas monarcas nos EUA que serviram para “engrossar o caldo” nas discussões referentes a manipulação genética e se realmente não causam malefícios. Novas críticas foram surgindo e conclusivamente a preocupação quanto ao consumo destes alimentos foram ficando cada vez mais relevantes. Alguns temas foram extremamente

debatidos tentando elucidar a questão dos transgênicos, como por exemplo, os temas relacionados abaixo:

a) Alergias: Esta preocupação emergiu principalmente depois que foi publicado um estudo mostrando que a soja geneticamente manipulada, contendo um gene da castanha-do-Pará, poderia causar reações em pessoas alérgicas a esse último produto, dado que as características de uma planta, no caso os alérgenos alimentares, podem ser transferidos para outra, usando a manipulação genética, sem sofrer nenhuma alteração (RIFKIN,1999). Como é sabido cerca de 2% dos adultos e 8% das crianças apresentam reações alérgicas a diversos alimentos, sendo que *“90% desses casos são provocados por um grupo reduzido de alimentos: leite de vaca, ovos, peixe e crustáceos, diferentes tipos de nozes (como a castanha-do-pará), trigo e leguminosas, particularmente amendoim e soja”* LEITE (2000, 43), podendo levar a pessoa a casos graves como por exemplo parada respiratória, choque anafilático e morte.

Os testes para detectar se os genes transferidos para a nova planta irão apresentar as mesmas alergias da variedade doadora, são realizados através da utilização do soro sanguíneo de pessoas que apresentam características alérgicas a essa variedade, por exemplo, em relação a castanha-do-pará. Se as reações forem positivas torna-se necessário a indicação de que esse alimento transgênico, possui características alergênicas ou em último caso abandonar as pesquisas. No caso da variedade de soja transgênica, os cientistas testaram o soro com extrato da soja geneticamente manipulada e da soja comum. Todos eles *“apresentaram reação à soja que continha o gene da castanha-do-pará, e nenhuma à soja comum”* RIFKIN (2000: 109). O fato é que tais pesquisas, mesmo sendo abandonadas, criaram um impacto negativo e diversas preocupações quanto aos OGM's, haja vista que genes de diferentes plantas, organismos e animais, que não fazem parte da alimentação básica dos seres humanos, estão sendo transferidos para lavouras de alimentos e alguns já estão sendo comercializados. Parece muito pouco provável que os testes atuais sejam capazes de identificar um alérgeno desconhecido, caso ele seja induzido no alimento pelas técnicas de engenharia genética. Outra preocupação seria o *“temor de que a alteração genética, introduza não só o transgene e sua proteína, mas também perturbações no genoma ou no metabolismo do OGM, o que eventualmente poderia alterar a estrutura de outras proteínas suas ou mesmo aumentar a sua produção”* (LEITE, 200:46) gerando alergias desconhecidas.

b) Perda da diversidade biológica: Esta preocupação não é recente, pois emergiu na época da Revolução Verde com o predomínio das monoculturas e pela alta utilização de agrotóxicos. Na década de 90 os alimentos transgênicos e suas características de resistência a herbicidas, insetos e vírus podem deflagrar uma escassez destes tipos de vida (microscópica ou não), fazendo com que a cadeia alimentar ou o ciclo da vida se desequilibre.

c) Equivalência substancial (ES): Apesar de ser uma técnica utilizada internacionalmente para a avaliação da segurança alimentar de produtos derivados da engenharia genética (moderna biotecnologia), este conceito passou a ser discutido com maior ênfase após as reações públicas na Europa, principalmente no Reino Unido, cobrando mais precisão na produção e comercialização de alimentos transgênicos. O conceito de ES é amplamente aplicado nos procedimentos de avaliação de segurança alimentar de OGMs, e como afirma LEITE (2000:47), “*um alimento transgênico deverá ficar isento de qualquer teste adicional de segurança caso seja possível mostrar que sua composição bioquímica e nutricional é equivalente àquela da variedade natural (não modificada geneticamente)*” ou seja, se um OGM for considerado substancialmente equivalente a um alimento convencional, o primeiro poderá ser considerado tão seguro quanto o último. (BELÉM, 2000)

Este procedimento comparativo da ES é utilizado para qualquer produto derivado de avanços recentes da biotecnologia. Para os OGMs, segundo BELÉM (2000:142) esta passa pelo crivo de três principais avaliações: “*I) avaliação em nível molecular da fonte alimentícia geneticamente modificada; II) comparação das características fenotípicas da PGM²⁶ com uma planta convencional; e III) comparação analítica entre a composição da PGM e seus derivados e a composição de análogos convencionais*”, sendo estas realizadas em variedades de linhagens parentais, sob as mesmas condições de plantio e solo que as variedades não-OGMs. Se estes alimentos são reconhecidos como seguros (“generally recognized as safe”, GRAS) podem ser comercializados sem restrições.

Todavia, mesmo apresentando certa precisão nos testes, estes se tornaram motivo de críticas principalmente por se basear na comparação entre características conhecidas, cabendo a argumentação de que possíveis desequilíbrios genômicos gerados pela manipulação de DNA possam ocasionar a produção de proteínas desconhecidas e potencialmente perigosas,

²⁶ Planta Geneticamente Modificada

impactando negativamente nos processos de ES. Segundo LEITE (2000:47) este procedimento

esbarra nos limites estreitos do que se conhece no presente. Os testes padronizados podem apenas procurar por aquilo que se sabe contar do alimento normal. Nada garante que novas proteínas ou toxinas criadas ou surgidas com a manipulação genética da planta não terminem por escapar entre as frestas do crivo laboratorial empregado.

Assim, o surgimento de efeitos negativos dos OGMs sobre a saúde e o meio ambiente trabalha a favor daqueles que acreditam que algumas características podem surgir com as novas variedades transgênicas²⁷, passando despercebidas diante das técnicas adotadas de Equivalência Substancial, aumentando as reações a esses produtos. É bem verdade que o contrário também é verdadeiro, a não ocorrência de “desastres” trabalha a favor dos transgênicos.

Além destas, outras características podem ser apontadas para fortalecer os argumentos contrários aos OGM's. Primeiramente, a existência de legislação favorável ou pelo menos não-restritiva aos transgênicos

não significa que haja uma aceitação da tecnologia pela opinião pública, como fica evidente pela sucessão de iniciativas contrárias, ainda que localizadas. A engenharia genética nasceu e permanece polêmica, por mais que seus apologistas considerem ter demonstrado 'cientificamente' sua segurança às autoridades LEITE (2000:33).

Em segundo lugar o caráter religioso e em falta de conhecimento desta nova tecnologia não impede as pessoas de perceber o que parece estar por trás deste processo produtivo, *"transferir genes inteiros de uma espécie para outra, algo que na natureza só ocorre em situações excepcionais e sob controle da seleção natural, é algo muito diverso do trabalho de cruzamento de linhagens de plantas e animais realizados há milênios por agricultores"* (RIFKIN, 2000:110). Estas críticas por sua vez chegam em boa hora dado que existe a necessidade de órgão reguladores que passem a controlar e esclarecer para a população os benefícios desta nova tecnologia.

Em pouco tempo essa reação aos OGMs espalhou-se para outros países, tornando possível a criação de debates e moratórias, colocando em xeque a existência comercial dos produtos

²⁷ Em 1989, o Triptofano, uma substância utilizada como complemento alimentar e no tratamento de insônia, ansiedade, depressão e tensão pré-menstrual, causou a morte de pelo menos 37 pessoas, sendo que aproximadamente 1500 ficaram com seqüelas permanentes. Neste caso, as bactérias geneticamente modificadas utilizadas como microssinas de Triptofano, estavam produzindo também quantidades crescentes de uma toxina

transgênicos. Ou seja, percebeu-se que a introdução destes alimentos no mercado foi realizada de uma maneira muito rápida e, principalmente, sem a aceitação da sociedade. A expectativa é de que ocorra, para o ano 2000, possíveis fechamentos de mercados consumidores e a conseqüente diminuição de áreas plantadas com transgênicos, com uma difusão mais lenta destes produtos e uma maior preocupação em disponibilizar as informações necessárias aos consumidores, principalmente pelos órgãos públicos. De acordo com a organização não-governamental Worldwatch institute, de Washington, Citado por LEITE (2000:72) *"já se encontra em queda a exportação de produtos agrícolas norte americanos para a Europa, fonte da maior e mais organizada rejeição aos OGMs"*, levando a uma previsão de que *"depois de crescer 20 vezes em quatro anos, a área plantada com transgênicos em todo o mundo poderia reduzir-se até 25% em 2000"*. Tal fato leva a crer que as pressões dos consumidores, de órgãos não-governamentais e ambientalistas foram de suma importância para a possível queda na produção de transgênicos no mundo e fonte de incentivo ao questionamento desta nova tecnologia.

2.2.5. - Projeto Genoma Humano

As pesquisas referentes ao mapeamento genético humano iniciaram-se por volta de 1973 nos EUA²⁸, com um encontro onde se reuniram os principais pesquisadores do mundo para esta área. Nos anos que se seguiram, foram codificados cerca de 1,5 mil genes e em 1987 foi definido o primeiro mapa genético humano²⁹. Neste mesmo ano foi proposto um dos projetos de pesquisa mais ambiciosos para o campo da biologia e que objetivava a determinação da seqüência de todos os três bilhões de pares G, A, T e C que compõem o genoma humano: O Genome Human Initiative ou Programa Genoma Humano (PGH). Segundo MAYOR (1992:14) tal programa *"objetiva decifrar a estrutura e a função do conjunto do patrimônio hereditário da espécie humana, isto é, analisar a seqüência de ADN que constituem os genes e os cromossomos"*.

Coordenado pelos EUA, o projeto faz parte de um consórcio de países (entre eles a Grã-Bretanha, a França e a China) com 16 centros de pesquisa em todo o mundo, que já

capaz de provocar estas mortes, o que passou despercebido pela empresa e principalmente pela FDA. (LEITE, 2000)

²⁸ Segundo RABINOW (1991) atualmente existem três tipos de mapas genéticos: a) os *linkages* (baseado na genética mendeliana); b) o físico (localização de marcas identificáveis no DNA); e c) seqüência (identifica a série de pares das bases do DNA).

²⁹ O genoma humano contém mais de 100.000 genes, ou seja, cerca de 3 bilhões de nucleotídeos ou bases. Dados estes descobertos a partir da construção deste 1º mapeamento genético.

estabeleceram os seus próprios projetos, seguidos pelas empresas privadas, como por exemplo a Celera Genomics líder do setor de biotecnologia, com cada um ficando responsável pela decodificação de uma parte do genoma que ao ser juntado (como um quebra cabeça) originará na seqüência final do mapa genético humano, previsto para 2003. Segundo RIFKIN (1999:12) *"atualmente, centenas de milhões de dólares estão sendo gastos em pesquisa no mundo para se localizar, etiquetar e identificar os genes e suas funções"* no ser humano e mais recentemente nas plantas, microorganismos e espécies animais. Para se ter uma noção do montante de recursos destinados ao Projeto Genoma, financiados por esse conjunto de países, já foram gastos até aqui (cerca de 10 anos) US\$ 3 bilhões de dólares com laboratórios e um time de aproximadamente mil cientistas. (GM, 2000)

O conjunto completo de instruções para a criação de um organismo é chamado genoma. Ele contém uma seqüência primária de informações para todas as estruturas celulares e atividades que serão executadas durante a vida da célula ou organismo. Achado em todo núcleo de uma pessoa, milhares de trilhões de células, o genoma humano consiste em filamentos de DNA, organizados de modo preciso, associado a moléculas de proteínas, organizada em estruturas chamadas de cromossomos³⁰. Para cada organismo, os componentes destes filamentos delgados codificam toda a informação necessária para a criação e manutenção da vida, desde uma simples bactéria até seres complexamente organizados como é o caso do ser humano. (ZYLBERSZTAJN & WAACK, 1991)

Uma enorme quantidade de informações genéticas para plantas, animais e seres humanos estão sendo compilados e registrados em bancos de dados, em computadores espalhados pelo mundo todo, para serem usados como fonte de pesquisas na busca de soluções de doenças e deficiências genéticas, este processo foi denominado de "bioinformática". O que se observa é que o principal objetivo do Projeto Genoma é disponibilizar informações que facilitem a criação de medicamentos e técnicas com poder para revolucionar a medicina no próximo milênio. Os cientistas esperam isolar e identificar o gene ou os genes responsáveis por mais de 4 mil doenças genéticas que atacam os seres humanos. Esperam também, adquirir uma melhor compreensão de como os genes funcionam, "ligam-se" e "desligam-se", e interagem

³⁰ Os 3 bilhões de pares de bases no genoma humano estão organizados em 24 distintas unidades microscópicas fisicamente separadas chamadas cromossomos. Todos os genes estão dispostos linearmente ao longo dos cromossomos. O núcleo da maioria das células humanas contém dois blocos de cromossomos, cada bloco possui 23 cromossomos simples (22 autossomos e um cromossomo X ou Y para determinação do sexo) contendo partes iguais de proteínas e DNA.

com o meio ambiente para causarem doenças. (MAYOR, 1992) Os "testes genéticos já estão disponíveis para muitas doenças genéticas mais comuns, e os pesquisadores esperam que, em menos de uma década, uma só pessoa será capaz de testar milhares de doenças genéticas" RIFKIN (1999:28), onde além destas doenças, também estão em andamento, pesquisas sobre as desordens poligênicas mais complexas, que afetam o humor, o comportamento e a personalidade. Até o momento as informações coletadas estão fornecendo uma gama de dados novos e vitais sobre os traços "genéticos recessivos" e predisposições para uma série de doenças.

Recentemente, julho de 2000, trabalhando com 300 pessoas e utilizando supercomputadores, a Celera Genomics anunciou a codificação dos genes que constituem o DNA humano. Um pouco atrasados, os pesquisadores do Projeto Genoma também anunciaram o primeiro rascunho do "mapa da humanidade" onde cerca de 97 % do genoma já tinha sido mapeado, sendo que 85% já apresentavam a sequência precisa. Esta disputa, privado x público, gerou um certo desconforto para a comunidade científica, uma vez que a empresa privada pode patentear cada uma destas descobertas, obtendo lucros sobre sua utilização, dificultando o acesso a esse material. Apesar destas diferenças, as expectativas são positivas, com possibilidade de que 99,99% da sequência seja mapeada antes mesmo de 2001. Quanto às aplicações existentes e potenciais da pesquisa do genoma pode-se incluir a Medicina Molecular, genômica microbiótica, estimação de riscos, bioarqueologia, evolução e migração, debates acerca do DNA, agricultura, criação de animais domésticos e bioprocessamento. Destacamos algumas, retiradas do site Projeto Genoma (1999):

a) Medicina Molecular: Tecnologia e fontes promovidas pelo Projeto Genoma estão começando a ter impactos na pesquisa biomédica e prometem revolucionar sobremaneira a pesquisa biológica e a medicina clínica. Mapas genômicos mais precisos ajudaram pesquisadores a procurar genes associados com dúzias de condições genéticas, incluindo distrofia miotônica, síndrome do X frágil, neurofibromatosis tipos 1 e 2, câncer de cólon uterino, Mal de Alzheimer e câncer de mama. O horizonte da nova era da medicina molecular caracteriza-se por menos tratamentos sintomáticos e maior prevenção das causas destas doenças. Diagnósticos específicos mais rápidos tornarão possíveis tratamentos preventivos de doenças. Pesquisadores médicos também estarão aptos a aplicar regimes terapêuticos baseados em novas classes de drogas, técnicas de imunoterapia e possíveis aumento ou substituição de genes defeituosos através da terapia gênica (explicada no próximo tópico).

b) Genômica Microbiana: Novas fontes de energia, ou biocombustíveis, monitoramento ambiental de poluentes, proteção contra guerras biológicas e químicas, remoção de lixo tóxico. Sabe-se muito pouco acerca da vida microbiana e sua natureza, estimativas dizem que menos de 0,01% de todos os micróbios podem ser cultivados e classificados, mas sabe-se que a economia será amplamente beneficiada, desde aplicações industriais até técnicas de proteção ambiental. Informações colhidas a partir da caracterização de genomas completos de micróbios levarão ao desenvolvimento de novas formas de energia relacionadas com a biotecnologia, são exemplos os sistemas fotossintéticos, sistemas microbióticos que funcionam em ambientes extremos e organismos que podem metabolizar prontamente fontes de energia renováveis e rejeitar material com igual facilidade. Os benefícios esperados também incluem o desenvolvimento de diversos novos produtos, processos e métodos de teste que irão abrir um leque de oportunidades para um meio ambiente mais limpo e mais sustentável. A biofabricação irá usar produtos químicos atóxicos e enzimas para reduzir o custo e melhorar a eficiência de processos industriais. Enzimas microbióticas estão sendo usadas para clarear a polpa de papel, remoção de marcas de batom, leite coagulado, proteína para produção de queijos.

c) Bioinformática: Consiste na criação, desenvolvimento e operação de banco de dados e outras ferramentas computacionais para coletar, organizar e interpretar dados. Este processo auxilia, os pesquisadores e profissionais da área da saúde, a melhores diagnósticos e informações mais precisas sobre os possíveis problemas que possam aparecer, relacionados ou não a uma doença. A criação deste banco de dados pode ser dividido em: a) resgate de informações e junção de genomas; b) Sequenciamento gênico por computador; c) modelagem de produtos genéticos estruturais; d) análise e modelagem de sistemas; e d) organizar, acessar e visualizar convenientemente informações.

Em resumo as fases do projeto Genoma podem ser resumidos em cinco principais pressupostos: 1 - Identificar todos os genes humanos presentes no DNA (1ª parte); 2 - Determinar as seqüências e funções dos 3 bilhões de pares de bases químicas (que constituem a base do DNA); 3 - Armazenar estas informações em bancos de dados; 4 - Desenvolver ferramentas para análise do material obtido; 5 - Discutir e normatizar questões legais advindas do processo de pesquisa, disponibilizando os conhecimentos para toda a comunidade científica, sem fins comerciais.

2.2.6 – Terapia Gênica

Tratamento de doenças ou a correção de qualquer disfunção do organismo pela introdução de genes funcionais que substituam ou complementem aqueles defeituosos. Atualmente, o conceito de terapia Gênica foi ampliado e inclui também o tratamento de doenças infecciosas e do câncer³¹. Esta terapia também já foi usada na tentativa de tratar a deficiência ADA (Imonodeficiência Associada Grave ou doença do “menino da bolha”) e mal de Parkinson, sem alcançar resultados significativos. Até o momento,

“toda a terapia tem sido em células somáticas – embora vários cientistas estejam se voltando para a correção de desordens genéticas no estágio germinativo. Na terapia somática, as mudanças genéticas afetam somente o paciente individual, enquanto na intervenção germinativa os genes são transplantados para um espermatozoide, ovo ou célula embrionária” (Revista de Biotecnologia, 2000),

com a possibilidade de que as mudanças genética sejam passadas para outras gerações, afetando assim toda a espécie humana. Essas novas possibilidades terapêuticas fazem com que esta tecnologia torne-se a esperança para o tratamento de inúmeras doenças, consideradas sem cura para os métodos tradicionais. Um outro fator que poderá acelerar a utilização desta terapia e a elucidação do genoma humano (Projeto Genoma), que segundo a revista de biotecnologia (2000:6) *“abre um caminho novo e espetacular para a terapia gênica – a pesquisa médica passa a ocorrer no nível das moléculas e genes. Computadores farão, com uma velocidade e precisão fantásticas, as análises, hoje impensáveis, dos genes das estruturas de milhares de moléculas por eles codificadas”*. Se este fato se concretizar acabarão os rumores que cercam esta técnica, dado que essa apresenta uma série de inconvenientes, sendo a de maior relevância a natureza aleatória deste procedimento. Ou seja, o pesquisador não pode prever com precisão onde o gene modificado se alojará no cromossomo, o que pode ocasionar uma ruptura involuntária de outras funções celulares. Assim, segundo RIFKIN (1999:137) *“apesar de anos de relatos favoráveis da mídia sobre as várias experiências com terapia genética e das grandes expectativas anunciadas pelos estabelecimentos médicos e pela indústria de biotecnologia, os resultados até o momento têm sido desapontadores”*.

³¹ Neste caso a terapia tem como *“base a transferência de um pedaço do código genético do agente causador da doença para animais ou humanos. Aplicado por meio de injeção intramuscular, esse DNA, freqüentemente associado a um plasmídeo (seqüências específicas de DNA, que são importantes para o reconhecimento e*

2.3 – O mercado brasileiro de biotecnologia

SISBI/UFU
202757

O Brasil é considerado um mercado promissor na área de biotecnologia, principalmente pelo amplo volume de recursos naturais ainda não pesquisados³² e pela potencial capacidade em gerar novo e revolucionários produtos a partir das novas técnicas de biotecnologia. Assim, a biodiversidade se oferece carregando poderosas cifras. Envolvendo mercado e produtos numa ampla cadeia produtiva (farmacêutico, nutrição, agricultura etc). A exploração desse patrimônio natural por meio da biotecnologia pode movimentar um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro somente com o setor de fármacos. Essa riqueza coloca o país como um dos donos de um poderoso manancial para o setor. Estudos realizados pelo MCT lembram que nos EUA 25% dos produtos de origem farmacêutica provém de variedades vegetais. Em documento redigido por SCHOLZE (GM:2000), mostra-se que 70% da diversidade biológica do mundo pertence a uma dúzia de países em diversos continentes: Brasil, Colômbia, Equador, México, Peru, China, Índia, Indonésia, Malásia, Madagascar, Zaire e Austrália. Mas os que mais investem em pesquisas são sete outros países: EUA, Japão, Inglaterra, Alemanha, França, Suíça e Itália. Esses países concentram 80% do dinheiro gasto com pesquisa e desenvolvimento de produtos farmacêuticos e biotecnológicos, onde relatórios apontam que ainda existem muitas espécies comestíveis não pesquisadas (fonte para a biotecnologia agrícola) e diversas variedades de plantas (incluindo as medicinais) que podem dar origem a novos medicamentos, ou seja, um setor que envolve um conjunto de interesses econômicos, tanto das empresas de biotecnologia quanto dos países desenvolvido e em desenvolvimento. Além dessas riquezas o Brasil conta ainda com um mercado consumidor em franca expansão se comparado ao de países desenvolvidos e com uma extensa fronteira agrícola que o coloca entre os principais países-alvo de investimentos diretos das grandes empresas “Ciências da Vida”.

Apesar destas características positivas, o Brasil ainda é considerado como um país de estrutura “mediana” em relação as principais técnicas biotecnológicas utilizadas atualmente. Esta caracterização deve-se a existência de alguns fatores, como o baixo volume de recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento; necessidade de um órgão público que direcione as pesquisas e favoreça o crescimento de pequenas e médias empresas de biotecnologia de uma

expressão gênica em células de mamíferos e outras bactérias) cria condições para a produção da proteína antigênica pelas próprias células dos indivíduos” (Biotecnologia, 2000:5)

forma generalizada e não somente em regiões localizadas; Melhor direcionamento para as pesquisas universitárias, nos Institutos e principais centros de pesquisa, com predomínio tanto por estudos em biotecnologia tradicional (o que já existe) quanto por técnicas mais avançadas.

Vários estudos apontam, para o mercado nacional, a predominância de técnicas tradicionais, ou “quase modernas”³³, como o são por exemplo a fermentação e a cultura de tecidos, utilizada ainda em pequena escala. Isto mostra que apesar de se ter presenciado um processo de difusão de tecnologia em escala mundial, principalmente nas duas últimas décadas, foi baixa a captação por parte das empresas privadas nacionais, ocorrendo em alguns momentos, estudos isolados por parte dos centros de pesquisas, institutos, universidades e empresas pública. As instituições privadas, com raras exceções, não dispõem de centros de P e D preparados para atividades que envolvam técnicas mais avançadas, seus laboratórios dedicam-se, prioritariamente, a estudos de cunho básico, de baixo custo e que apresentam certa ausência de tecnologias especializadas, ditas “de ponta”.(ZYLBERSTAJN, 1991) Se comparadas às empresas estrangeiras (filiais de grandes empresas), percebe-se que estas contam com laboratórios de P e D altamente capacitados provenientes de suas matrizes e, em sua maioria, possuem fortes relações com outros centros avançados, criando sinergias e constituindo-se em um complexo de atividades dirigidas ao desenvolvimento de produtos e processos em escala comercial. Isto pode ser exemplificado para o caso do setor farmacêutico de vacinas, onde grande parte é controlada por empresas multinacionais ou subsidiárias.

Observa-se que no cenário nacional as pesquisas ditas de “ponta” são realizadas pelas empresas multinacionais ciências da vida (que começaram a investir recentemente no Brasil e que na maioria das vezes somente reproduzem as técnicas desenvolvidas em seus laboratórios centrais) e das empresas públicas, universidades e institutos, com destaque para a EMBRAPA. Um apanhado geral, com informações da Revista de Biotecnologia, pode comprovar esta afirmação, em dados compilados na TABELA 13, onde a maioria das pesquisas realizadas que envolvem a biotecnologia, tanto tradicionais quanto modernas, tem origem em órgão público de desenvolvimento científico.

³² Estima-se que o Brasil detenha 22% de todas as espécies catalogadas e ainda não catalogadas de plantas superiores (que têm raiz, caule, flor e fruto), a quase totalidade encontradas na floresta amazônica.

³³ Esta definição serve para caracterizar as técnicas que se associaram a engenharia genética e conseguiram vários avanços em termos de rapidez e eficiência, conseguindo resultados superiores aos conseguidos com as técnicas tradicionais, são exemplos as técnicas de cultura de tecidos e de fermentação.

TABELA 13 - Principais Técnicas e Pesquisas realizadas por órgãos públicos no Brasil.

Pesquisas realizadas	Instituição
Melhoramento de suínos	ITAL/Campinas
Projeto genoma de parasitas	CPqRR - FIOCRUZ
Controle biológico por Bt	UNESP/ Jaboticabal
Produção microbiana de carotenóides para emprego em piscicultura e avicultura	Laboratório de Químio/biotecnologia de biomassa/UFPR
Produção de biogás a partir de dejetos industriais	UNESP
Obtenção de Jafrol (éter) a partir da Piper hispidinervium - pimenta longa	Laboratório de biotecnologia: micropropagação vegetativa da Universidade Regional de Blumenau/FURB
Pesquisa com plantas medicinais (técnicas de culturas de tecidos)	Fundação Estadual de Maringá/ centro de Ciências Agrárias
Vacinas contra diarreia	Instituto de biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ
Copigmentação de antocianinas (uso de corante naturais em alimento processados)	UFV
Bioconversão do bagaço de maçã (enriquecimento nutricional) utilizando fungos para a produção de um alimento alternativo de alto valor agregado.	UFSC
Pesquisa com a magnetotermocitólise (a nova terapia do câncer à base de fluidos magnéticos e de calor)	UnB e conjunto com a UFG, a UNICAMP, a UFU e a UFRJ.
Clonagem de plantas in vitro	Instituto de biociências da USP.
Hibridação somática em plantas selvagens (espécies selvagens como fonte de genes)	ESALQ/USP
Meliponicultura (produção de mel e pólen) a partir da manipulação de abelhas.	UFU
Projeto Transcriptoma (conjunto completo de transcritos de RNAs)	USP Ribeirão Preto.
Proteínas recombinantes produzidas em levedura	UnB
Transformação de cloroplastos	Centro de biotecnologia agrícola/USP
Biomateriais para a fixação de proteínas (desenvolvimento de um processo de fabricação de vidros porosos via sol-gel para fixação de proteínas)	UFMG
Técnicas de biotecnologia na citricultura – cultura de tecidos	Instituto Agrônomo de Campinas
Projeto cooperação para análises de genes e sua expressão (CAGE)	Instituto de Química e Instituto de Matemática e Estatística da USP.

Fonte: Revista de Biotecnologia (2000:vários exemplares)

Contudo, no caso do Brasil, fatores recentes como a aprovação da nova lei de cultivares e as discussões concernentes à utilização da biodiversidade brasileira (outubro de 2000) na busca de gerar um política nacional de desenvolvimento científico, controle sobre a utilização da biodiversidade, incentivos públicos para a realização de pesquisas em âmbito nacional, buscam criar uma nova estrutura para a biotecnologia brasileira. Debates quanto à legislação e uso de recursos são extremamente importantes para o setor privado da biotecnologia pois permitem o patenteamento de variedades pesquisadas e dão um novo incentivo para investimentos em P & D. A lei de patentes foi extremamente importante nos EUA, favorecendo o surgimento das Novas Empresas de Biotecnologia (NEBs) e fortalecendo a participação das grandes empresas americanas, não só no país mas também em diversos países do mundo, como é o caso por exemplo da Monsanto.

É claro que este não é o único fator que caracteriza o amplo desenvolvimento da indústria de biotecnologia no EUA, a este podem ser somados outros, tais como: a) modelo baseado em financiamento via capital de risco de pequenas empresas de alta tecnologia, ancoradas no conhecimento científico provenientes das universidades norte-americanas; b) contratos tecnológicos entre pequenas e grandes empresas para o desenvolvimento de novas tecnologias, onde as últimas detêm o direito de comercialização através do pagamento de royalties; e c) desenvolvimento de técnicas auxiliares, sofisticação da instrumentalização e a adaptação dos processos para escala industrial em complemento aos avanços da biologia molecular. No Brasil, ao contrário dos EUA, não existem programas que favoreçam a criação deste tipo de empresas e de acordo com OLALDE E SILVEIRA (1999:07), *“a criação de NEBS é dificultada pela ausência de mecanismos de financiamento e pelo reduzido interesse das grandes corporações em fazer acordos com esse tipo de empresa. Ao mesmo tempo, as universidades têm pouca tradição no fomento a esse tipo de empreendimento”* dificultando o fortalecimento do setor a nível nacional e favorecendo a entrada de grandes e poderosas empresas multinacionais.

Para se ter uma idéia do montante de recursos alavancados pelas empresas de biotecnologia, somente no EUA foram gastos mais de US\$ 20 bilhões em 1999, gerando um crescimento de cerca de 150% em relação ao ano de 1993. Estes dados podem ser visualizados com mais precisão na TABELA 13, que mostra o crescimento da indústria de biotecnologia nos últimos anos, e que tem se acelerado com o desenvolvimento do projeto genoma humano. O setor é responsável por cerca de *“437 mil empregos diretos e indiretos, e por um gasto de US\$ 11 bilhões em pesquisa e desenvolvimento, (...) onde cerca de 200 milhões de pessoas já foram ajudadas por mais de 90 medicamentos biotecnológicos”* GMLA (2000:03), contando também com uma grande quantidade de novas variedades agrícolas que já foram comercializadas, onde cerca de 350 produtos estão sendo testados e outros milhares pesquisados e desenvolvidos. As vendas ficaram em torno de US\$ 13,4 bilhões com faturamento de cerca de US\$ 18,6 bilhões para o ano de 1999.

Só nos EUA foram relacionadas 1.283 empresas (TABELA 13) para o ano de 1999 e segundo OLALDE E SILVEIRA (1999:05) *“o capital de risco jogou um papel importante para o desenvolvimento das NEBS nesse país. Também as universidades e centros de pesquisa participaram ativamente no avanço do conhecimento científico e tecnológico associado a esta área”*. Em conjunto, grandes grupos empresariais estão realizando investimentos em

biotecnologia, configurando o que muitos autores denominam de organização “em rede”, onde há o predomínio de algumas relações: criação de vínculos entre organizações (firmas especializadas e Universidades), parcerias e acordos de cooperação (entre grandes e pequenas empresas), consórcios (acordos multilaterais e incorporações parciais), aquisições parciais, fusões e joint ventures, visando um fim último (mesmo com objetivos diferenciados), a participação coletiva na elaboração, produção e difusão de novas tecnologias e produtos.

TABELA 13 – Estatísticas da indústria de biotecnologia no EUA – em US\$ bilhões

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Vendas	5.9	7.0	7.7	9.3	10.8	13.0	13.4
Faturamento	8.1	10.0	11.2	12.7	14.6	17.4	18.6
Despesas com P & D	4.9	5.7	7.0	7.7	7.9	9.0	9.9
Perda Líquida	3.4	3.6	4.1	4.6	4.5	4.1	5.1
Capitalização de mercado	–	45.0	41.0	52.0	83.0	93.0	97.0
Nº de empresas públicas	225	235	265	260	294	317	327
Nº de empresas privadas	1.231	1.272	1.311	1.308	1.287	1.274	1.283
Empregados	79.000	97.000	103.000	108.000	118.000	141.000	153.000

Fonte: Ernst & Young – Relatório anual de biotecnologia, 1993-1999, citado por GM (2000)

Entretanto, os avanços conseguidos pela indústria de biotecnologia americana não foram os mesmos para diversos países. A Europa conta hoje com cerca de 500 empresas e no Brasil estudos citados e trabalhos anteriores apontam a existência de apenas duas empresas que utilizavam técnicas biotecnológicas e que se encaixam dentro do padrão de uma NEB³⁴, uma de capital privado nacional e outra estrangeira e que infelizmente já tiveram suas operações finalizadas. São elas a BIOPLANTA Tecnologia de Plantas S.A. e a BIOMATRIX S.A.

Outro conjunto de empresas nacionais que conseguiram implementar em seus processos produtivas técnicas de biotecnologia e que não interromperam suas atividades é o caso da Copersucar e da Agrocere (que recentemente vendeu o setor de produção e comercialização de sementes para a Monsanto). A primeira, criada em 1959, conta com a participação de 47 usinas de açúcar e álcool dentro do Estado de São Paulo, sendo detentora de 30 % do mercado nacional (SALLES FILHO et al, 1992). Sua estrutura gerencial é dividida em três unidades: a) Copersucar: comercialização de açúcar, do álcool e do álcool combustível; b) Centro de Tecnologia Copersucar (CTC): Assistência técnica às unidades cooperadas, desenvolvimento e implementação de novas tecnologias, (análise de qualidade dos produtos); c) União: produção e comercialização do açúcar cristal empacotado, açúcar refinado, do café torrado e moído e do álcool engarrafado. O faturamento da empresa alcança R\$ 2,3 bilhões

³⁴ Caracterizada por se encaixar dentro de uma estrutura em cadeia (ou rede), relacionando-se ativamente tanto com o setor público quanto privado.

anuais, sendo o álcool responsável por cerca de 55% do total. As principais pesquisas em biotecnologia situam-se nas áreas de melhoramento genético de cana (mapeamento genético e cultura de tecidos), fermentação alcoólica (aumento da eficiência fermentativa e desenvolvimento de fermentação contínua) e novos produtos.

A Segunda (Agroceres), era considerada a maior empresa brasileira de sementes, principalmente no ramo de híbridos, produzia também sementes de hortaliças, sorgo e plantas forrageiras, tendo participação no mercado de rações animais, criação e comercialização de suínos, aves e defensivos. A utilização pela empresa de técnicas mais avançadas em biotecnologia iniciou-se a partir da construção do Centro de pesquisa de Santa Cruz das Palmeiras (onde foram gastos cerca de US\$ 5 milhões) e da aquisição da Biomatrix. Quedas no orçamento e a não obtenção de resultados esperados forçaram a empresa a recuar nestes investimentos, forçando o abandono desta linha de pesquisa e dando início a atividades mais cautelosas no campo das possibilidades da biotecnologia, como por exemplo, o desenvolvimento do melhoramento vegetal auxiliado por “marcas genéticas”. (SALLES FILHO et al, 1992) Em 1997 a empresa vendeu o setor de produção de sementes para a Monsanto passando a direcionar seu core business para o setor de produção animal.

Como se percebe, as décadas que sucederam o advento da moderna biotecnologia e que geraram grandes avanços para o setor de biotecnologia, principalmente nos países desenvolvidos não logrou o mesmo resultado para o mercado brasileiro, poucas empresas privadas conseguiram avanços em termos de novas tecnologias. As NEBs brasileiras ainda não chegaram a se consolidar embora existam algumas importantes para o caso do setor farmacêutico, que já estão conseguindo criar e patentear alguns produtos. Um exemplo interessante seria o caso do pólo de biotecnologia de Belo Horizonte que conta com cerca de 70 empresas (principalmente na área de medicamentos genéricos e diagnósticos) atuando em pesquisa, desenvolvimento e venda de biomateriais. Estas empresas encontraram suporte nos bancos internacionais de desenvolvimento (ex. BID) e na Fundação Biominas.³⁵ De acordo com PINTO (2000:39), Criada em 1991 “por iniciativa de um grupo de nove empresas pioneiras do pólo, a entidade reúne hoje 35 das 70 empresas mineiras do setor. Suas áreas de atuação são a farmacêutica, de diagnósticos, química fina, biomédica, agribusiness e

³⁵ Única incubadora privada de empresas de biotecnologia no país, tem como um de seus fundadores o grupo Biobrás (único fabricante nacional de insulina humana recombinante, em escala industrial) que faturou em 1999

meio ambiente". Dado o aumento no número destas empresas (que estão saindo do incubatório) a Fundação espera investir cerca de US\$ 70 milhões, em BH, na construção do primeiro parque industrial de biotecnologia do país. Existem pólos de biotecnologia em outras cidades como no Rio de Janeiro e Porto Alegre.

Quanto ao setor público, o que se percebe é que existem muitas Universidades e Centro utilizando técnicas modernas de biotecnologia, contudo tais pesquisas se mostram ainda muito isoladas, com diversos estudos sendo realizados, mas sem um acompanhamento e direcionamento por parte do Governo.³⁶ A falta de recursos e de uma política nacional de biotecnologia para organizar e dar rumos a pesquisa pública faz com que um centro se diferencie dos demais: a EMBRAPA. Esta, que conta com reduzidos estímulos de recursos públicos, ainda consegue de forma organizada direcionar todos os centros de pesquisa (Cenargen, soja, algodão, milho etc.) gerando novos produtos (inclusive produtos transgênicos) e podendo ser um dos principais órgãos com capacidade de enfrentar as grandes multinacionais (tema a ser discutido no último capítulo). Um exemplo interessante, e que mostra o grau de isolamento dos diversos centros de pesquisa pública, é o caso da criação da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (Apta) que segundo Gonçalves (2000:A2) "consiste em consolidar os atuais institutos de pesquisa para que atuem com base na visão moderna de cadeias de produção. Para isso, os institutos atuais ³⁷ serão mantidos e dinamizados como centros de excelência, o que lhes garantirá as bases da revalorização institucional e maior autonomia do que atualmente dispõem". A criação da Apta tem como objetivos principais: a) o alinhamento com as políticas públicas do Estado de SP; b) Diminuição das disparidades regionais, a partir da reestruturação dos pólos regionais de desenvolvimento tecnológico (15 no total); c) revigoramento da pesquisa pública como instrumento de construção do desenvolvimento sustentável do agronegócio.

cerca de R\$ 57,7 milhões e 44 milhões em investimentos, um deles na ampliação de seu parque industrial na cidade de Montes Claros.

³⁶ É notória a observação de que nas últimas décadas o balanço dos recursos aplicados em pesquisas deslocou-se significativamente do setor privado para o setor público, principalmente com a redução da capacidade de pesquisa agrícola não comercial (que na maioria das vezes fica a cargo do Estado). Entretanto, ainda existe em países como o Brasil, EUA, China, Índia, Europa, Austrália e no Grupo Consultivo Internacional para Pesquisa Agrícola (CGIAR) substancial capacidade de pesquisa agrícola pública (Relatório da Royal Society) sendo necessária em alguns deste apenas uma melhor organização e direcionamento nas pesquisas.

³⁷ Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto Biológico (IB), Instituto de Economia Agrícola (IEA), Instituto de Pesca (IP), Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital) e Instituto de Zootecnia (IZ)

Contudo apesar destes esforços, observa-se uma certa desarticulação quanto à plena utilização da biotecnologia onde os investimentos públicos e privados nacionais são relativamente modestos. Conforme aponta OLALDE E SILVEIRA (1999:09) as empresas e instituições de pesquisa ligadas ao agribusiness no Brasil estão se enfrentando a um cenário de rápidas mudanças associadas à biotecnologia e precisam *“traçar uma estratégia para preservar e ampliar sua competitividade e participação nos mercados. Esta estratégia deveria procurar somar e articular esforços para potencializar vantagens competitivas ao longo das várias cadeias agroindustriais”*. O setor apresenta-se assim sem capacidade de concorrer com empresas do porte da Monsanto e Aventis, que possuem um poder de mobilização de estruturas em rede, com elevado nível tecnológico e capacidade de alavancar recursos para grandes investimentos. Pode-se concluir que a estratégia para enfrentar a concorrência externa está centrada em integrar e manter a competitividade ao longo da cadeia produtiva, desde a pesquisa (biotecnologia tradicional e moderna) até a produção e comercialização de produtos, com acesso aos recursos genéticos e grande sinergia entre os setores público e privado fornecendo informações e acordos que viabilizem o aumento do nível tecnológico das empresas. Esta estrutura não se visualiza para o Brasil a curto prazo e assim a única empresa que poderá utilizar de estratégias para enfrentar a concorrência das multinacionais é a EMBRAPA, que estudaremos no próximo capítulo.

CONCLUSÃO

A relevância em caracterizar as principais técnicas utilizadas pela biotecnologia reside primordialmente na demonstração de que esta não se relaciona somente com o desenvolvimento de variedades transgênicas, que se tornaram primordiais nos diversos laboratórios de pesquisa e testes de campo, espalhados pelo mundo. Existem diversas técnicas que se inserem dentro da biotecnologia, comercialmente viável ou não, que dão o embasamento necessário ao desenvolvimento de novas variedades. Cada uma teve uma participação importante para se chegar ao atual estado das artes, uma técnica se sobrepondo à outra gerando métodos cada vez mais modernos. Assim como a fermentação e a cultura de tecidos representaram um avanço para suas épocas, também o são as variedades transgênicas, tanto da primeira quanto da segunda geração. Para este novo século, as pesquisas com o genoma humano, parecem dar um novo contorno para a biotecnologia, fazendo surgir uma nova técnica que passará a ter uma maior importância sobre as demais, e que gere um maior retorno financeiro. O que aconteceu realmente nos últimos anos é que as empresas de

biotecnologia passaram a ditar as regras e a se apropriarem de algumas técnicas como instrumento de acumulação, em detrimento de outras, pelo simples fato de serem economicamente viáveis, derivando daí a noção adotada nos últimos anos onde os transgênicos passaram a ser sinônimos de biotecnologia, o que não é verdade.

Então, pode-se dizer que biotecnologia não é somente a produção de OGMs, mas sim o uso de todas as técnicas que utilizam a biologia como principal fonte de conhecimento, e onde se inserem tanto técnicas mais convencionais como a fermentação, cultura de tecidos, fixação biológica de nitrogênio, quanto técnicas mais avançadas como o desenvolvimento de variedades transgênicas e Terapia Gênica.

Em relação ao setor biotecnológico nacional brasileiro, sendo considerado um dos maiores detentores das principais matérias-primas na área de biotecnologia, o Brasil ainda não possui uma estrutura nacional privada que explore economicamente, através de pesquisas e desenvolvimento de novos produtos, toda a riqueza de nossa biodiversidade. A grande maioria das pequenas e médias empresas brasileiras de biotecnologia preferem entrar em mercados que utilizam técnicas já consolidadas, de baixo custo e de fácil aprendizagem, como é o caso da cultura de tecidos, a fermentação e da proteção ambiental, ao contrário de utilizarem técnicas mais avançadas, e que necessitam de elevado aporte financeiro e alto nível de conhecimento.

Isto acontece principalmente pela falta de políticas que incentivem a captação de recursos por parte destas empresas. Atualmente o cenário brasileiro parece tomar um novo contorno, principalmente pelo fortalecimento dos pólos de biotecnologia e pela promessa do Governo em direcionar recursos para as empresas que ainda estão se estruturando ou em fase de incubação. Contudo estas políticas podem possibilitar a construção de uma estrutura que se assemelhe às encontradas nos EUA, onde as NEBs estabelecem, na maioria das vezes, acordos com as grandes empresas para realização de pesquisas em biotecnologia, sem o direito de comercialização do novo produto, conseguindo recursos para dar andamento as suas pesquisas e assim se estabelecerem no mercado ou serem adquiridas.

No Brasil, acordos como estes ainda são inexistentes, uma vez que as grandes empresas realizam pesquisas no país de origem e não nos países em que estas montam suas filiais. Uma outra característica é que as NEBs brasileiras ainda estão se formando, e suas pesquisas se assemelham as existentes nos outros países, o que conforma assim um cenário onde o setor

público aparece como o principal investido para este setor, e que se confirmar o aumento de recursos por parte deste, uma nova estrutura pode estar surgindo e que de certa forma irá beneficiar o país.

Estas mudanças estruturais podem influenciar a formação de novas empresas de biotecnologia, fortalecendo-as afim de receberem um maior volume de recurso e conseqüentemente evitando o fechamento de empresas como foi o caso da Biomatrix e da Bioplanta. Estas duas empresas, representaram a tentativa, frustada, de introdução de NEBs no Brasil, pois apesar de terem funcionado por alguns anos e de terem estabelecido parcerias, tanto com o setor público quanto privado, vários acontecimentos levaram-nas à falência. Outros exemplos, como o da Coopersucar que utiliza técnicas de melhoramento de plantas (cana-de-açúcar) e da Agroceres (milho híbrido e hortaliças) mostram duas importantes características que permeiam as atividades do setor: esta primeira, assim como as demais empresas, utilizam apenas algumas técnicas de biotecnologia e a segunda, apesar de ser considerada uma das maiores empresas de sementes do Brasil, entra no grupo das empresas que recentemente foram adquiridas pelas multinacionais.

CAPÍTULO 3 - As corporações transnacionais do setor de biotecnologia ou indústrias das ciências da vida.

INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como principal objetivo mostrar como as empresas multinacionais do setor de biotecnologia, também denominadas indústrias ciências da vida, têm estabelecido suas estratégias competitivas a fim de internacionalizar suas capacidades produtivas e assim aumentar a sua participação na economia dos países desenvolvidos e emergentes. Para tanto, procurou-se analisar estas empresas a partir dos avanços alcançados pela biotecnologia, principalmente os ocorridos na década de 90 como a criação de alimentos transgênicos, o mapeamento genético e a 2ª geração da biotecnologia. A partir de dados compilados nos relatórios anuais destas empresas pode-se perceber que elas têm adotado estratégias semelhantes, aquisições, fusões e investimentos em P & D, que visam capacitá-las a ter uma participação cada vez maior neste setor, tornando-o assim cada vez mais concentrado.

Desta forma, primou-se por dividir o presente capítulo em três partes: a primeira busca realizar um balanço resumido dos recentes acontecimentos envolvendo estas grandes empresas, e de uma forma geral, tentar mostrar quais suas estratégias. A segunda parte é uma análise mais detalhada de cada uma das empresas, tentando mostrar como se estruturam, quais seus principais segmentos e para onde se destinam os principais gastos da empresa. Na terceira e última parte procurou-se fazer uma análise financeira destas seis principais empresas, bem como fazer uma comparação, procurando estabelecer qual a capacidade de investimentos de cada uma, qual o montante e a proporção de recursos destinados para Pesquisa e Desenvolvimento, apontado por elas como sendo o fator de maior relevância para o crescimento da empresa, suas rendas líquidas e o valor dos ativos. Tenta-se mostrar, assim, que estas empresas são altamente competitivas e que tem adotado estratégias que avançam sobre as diversas economias, desestruturando processos produtivos e tornando-as altamente dependentes de seus produtos. Este estudo dá embasamento para analisar, o caso do Brasil, como tem sido as políticas adotadas na administração da economia para o avanço das multinacionais, tanto no que diz respeito a atuação das empresas nacionais privadas quanto das empresas e instituições públicas.

3.1 - Estratégias das Empresas multinacionais de biotecnologia.

Passa-se a analisar agora, depois de um reconhecimento das principais técnicas de biotecnologia utilizadas em grande parte dos processos produtivos, o comportamento do setor privado diante dos recentes avanços científicos das ciências biológicas. O foco da análise se estabelece sobre o comportamento das grandes corporações, aqui chamadas indústrias Ciências da Vida, e tem como objetivo principal mostrar como as estratégias adotadas por estas firmas têm influenciado e na maioria das vezes reestruturado o sistema agroalimentar.

Duas estratégias principais podem ser levadas em consideração quando se trata destas empresas, a Estratégia Corporativa, que em resumo seria a definição de um portfólio adequado de produtos e serviços, definindo os principais mercados de atuação, desenvolvendo e sustentando o posicionamento competitivo da empresa, o que tem sido exercido pelo setor em questão. Um segundo ponto seria a adoção de estratégias Tecnológicas, voltada para investimentos em P & D e elaboração de *pipelines* de produtos que garantam, a longo prazo, ganhos de mercado. Estes seriam garantidos através de parcerias com outras indústrias, predominantemente de pequeno porte, e universidades, levando em consideração qual o planejamento estratégico a ser adotado pela empresa, onde e como investir. De acordo com WAACK (1998: 75) a definição da natureza do esforço em P & D é crucial, *“o espectro pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, engenharia deve ser analisado para cada tecnologia identificada como estratégica. Para cada uma, diferentes estratégias podem ser definidas em função da disponibilidade de recursos da empresa, de suas prioridades corporativas e principalmente de seu posicionamento quanto à liderança de mercado”*. Estas estratégias tem sido adotadas por empresas no que concerne a aquisição de empresas, fusões e alianças estratégicas com a finalidade de gerar ganhos tecnológicos que possibilitem uma maior participação no setor.

As grandes corporações mundiais que atuam no setor de biotecnologia, “passaram ou estão passando por um processo de focalização no seu *core business* para ganhar escala e viabilizar o crescimento dos lucros, levando a uma série de fusões e aquisições, e a uma concentração neste mercado” (DE CESARE, 1998:11), tornando-o cada vez mais competitivo. Essas corporações, com sede em países desenvolvidos, tanto utilizam tecnologia de ponta e serviços altamente especializados quanto operam financeiramente em vários mercados, fazendo investimentos especulativos em diversas bolsas do mundo todo na busca de melhor

rentabilidade. Elas estão se tornando cada vez mais flexibilizadas e organizadas, fazendo com que as empresas nacionais tenham que se adaptar a essa nova realidade econômica, onde o grande investimento de capital e a obtenção de novas e mais sofisticadas tecnologias passam a determinar o padrão competitivo. Outras características podem ser levantadas para se compreender a atuação destas empresas no quadro globalizado da economia mundial: a) as multinacionais atuam em vários países ao mesmo tempo; b) compram a melhor matéria-prima com menor preço em qualquer parte do mundo; c) instalam-se onde os governos oferecem mais vantagens (terrenos, infra-estrutura, isenção de impostos etc.) e a mão-de-obra é mais barata; d) com um eficiente sistema de distribuição conseguem enviar seus produtos para todos os mercados do mundo; e) possuem uma competente estratégia de marketing para a introdução de seus produtos no mercado; f) tem um faturamento gigantesco superando até a soma do PIB de vários países.

Esta localização de parte da P & D no exterior, estabelece o caráter estratégico da tecnologia, o que confere aos laboratórios centrais dos grandes grupos, localizadas nos países desenvolvidos, *“um papel particular na orientação e coordenação do trabalho das outras unidades”*(CHESNAIS, 1996:146). Este processo de *“internacionalização da tecnologia”* é que tem conferido às grandes empresas a participação em diversos mercados. Empresas filiais e laboratórios³⁸, que visam difundir as pesquisas realizadas nos países de economias avançadas como dos EUA e Alemanha, estão sendo construídos para que se possa explorar economias potenciais como é o caso do Brasil e Índia. Dentro desta análise de estratégias tecnológicas, CHESNAIS (1996) estabelece algumas dimensões utilizadas pelos grandes oligopólios para a internalização da P & D: 1) produção privada de tecnologia, mediante a combinação de insumos vindos do exterior com a atividade própria da P & D do grupo; 2) aquisição de tecnologia no exterior, por compra ou por relações assimétricas, acordos tecnológicos com universidades ou com pequenas e médias empresas estrangeiras; 3) intercâmbio cruzado de conhecimento e tecnologias com o exterior, por colaboração, parceria e intercâmbio paritário, alianças estratégicas de tecnologias com outras multinacionais; 4) proteção dos conhecimentos e das inovações no exterior, depósito de patentes e 5) valorização do capital tecnológico fora do país de origem ou em base multinacional.

³⁸ Os laboratórios Centrais não se descentralizam, permanecem nos países centrais onde está a matriz da empresa (SHIGEO, 1999). O que se descentraliza são os experimentos de adaptação de algo concebido nos laboratórios centrais, que são então direcionados para os países periféricos para se adaptar a uma nova realidade, seja do solo seja de clima.

Embora CHESNAIS (1996) aponte as principais características de atuação das grandes empresas de uma forma geral, algumas destas não se relacionam com a indústria ciências da vida. Estas adotam algumas estratégias diferentes como, por exemplo, a análise da potencialidade da agricultura comercial de dado país, o grau de utilização dos produtos que um determinado país comercializa, o grau de concentração do mercado e a capacidade de gerar ganhos de inovação de monopólio a partir das tecnologias geradas nos países centrais etc. No caso do Brasil estas empresas têm penetrado no mercado nacional, pelo simples fato de que o país tem uma agricultura comercial produtiva e é hoje o terceiro mercado de agrotóxicos do mundo. Neste caso um outro fator contribuiu para que estas viessem a atuar neste mercado, como é o caso do “plantio direto”. Prática que demanda uma grande utilização de herbicidas para evitar erosão e compactação do solo através do uso de maquinarias, como o trator. Sendo o mercado de herbicidas um dos que mais crescem no mundo fica claro a intenção das empresas de montar estruturas que produzam este produto, como por exemplo, a construção da fábrica de Roundup pela Monsanto na Bahia, com capacidade de distribuição não só para o mercado nacional como também para toda a América do Sul. A própria aquisição de empresas de sementes é uma estratégia diferente, uma vez que as empresas podem utilizar o germoplasma e as pesquisas que estavam sendo realizadas anteriormente e adaptá-las às técnicas pesquisadas nos laboratórios centrais e assim criar uma variedade que se ajuste as condições do país onde esta se estabeleça.

Este processo garante às empresas algumas vantagens competitivas como, por exemplo, economias de escala, economia de transação na aquisição de insumos, redução da incerteza, conhecimento do mercado mundial, poder de mercado, acesso a sinergias, aprendizagens e diminuição de riscos, diminuição nos custos, o que favorece o aumento no nível de investimentos privados. Este é o caso das estratégias adotadas pelas empresas de biotecnologia, que tem se utilizado destas vantagens para estabelecer o nível de investimentos do setor. Um exemplo interessante, é o caso da Monsanto, que com os US\$ 7 bilhões investidos nos anos de 1997 e 1998 e os acordos com institutos de pesquisa científica e alianças estratégicas com diversas NBFs e outras corporações do setor de processamento como a Cargill fizeram avançar a reestruturação produtiva do setor agroalimentar com uma integração profunda de organização em rede e concentração de mercado. De acordo com a RAFI (1999), as cinco gigantes do gene, a AstraZeneca, a DuPont, a Monsanto, a Novartis e a recém criada Aventis, resultado da fusão entre a alemã Hoechst e a francesa Rhône Poulenc,

comercializam cerca de 60% do mercado global de agrotóxicos (conforme dados da TABELA 15) e 23% do total de sementes comerciais.

TABELA 15 – O mercado Global de Agroquímicos - 1998

Companhias	Vendas (em bilhões US\$)	Participação no mercado
Aventis CropScience	3,8	15,1%
Novartis	3,5	14,0%
Monsanto	2,5	9,9%
AstraZeneca	2,3	8,9%
Du Pont	2,2	8,6%
Bayer	1,9	7,3%
Dow AgroSciences	1,8	7,2%
American Home Products	1,8	7,1%
BASF	1,5	6,0%
Sumimoto	0,6	2,2%

Fonte: Wood Mackenzie Agro Chemical Service Report, October 1998. Citado por Aventis(1999)

Quanto ao setor farmacêutico, apenas três empresas da indústria ciências da vida como a Aventis, Novartis e AstraZeneca, controlam cerca de 13% do mercado. Juntamente com outras empresas do porte da Merck e Glaxo este valor chega a 20%, conforme dados da TABELA 16. Levando-se em consideração que somente 10 empresas movimentam cerca de US\$ 82,5 bilhões, este setor se torna altamente lucrativo, tornando-se o principal alvo para o direcionamento dos recursos para Pesquisa e Desenvolvimento em biotecnologia, na montagem de seus *pipelines*³⁹.

TABELA 16 – Ranking das companhias farmacêuticas - 1998.

Companhias	Vendas (em bilhões US\$)	Participação no mercado
Aventis Pharma	9,2	4,30%
AstraZeneca	9	4,30%
Merck	9	4,20%
Novartis	9	4,20%
Glaxo Wellcome	8,9	4,20%
Pfizer	8,4	3,90%
Bristol Myers Squibb	8,3	3,90%
Johnson & Johnson	7,6	3,60%
American Home Products	6,6	3,10%
Roche	6,5	3,00%

Fonte: IMS Review, 1998, citado por Aventis (1999).

Diante da dimensão dos retornos financeiros, as empresas de biotecnologia têm direcionado suas estratégias para a realização de fusões, associações, “joint ventures”, acordos de cessão, compra de empresas e altos investimentos em P&D, tornando o setor cada vez mais concentrado e acelerando o ritmo de concorrência entre as grandes. Dentro destas estratégias,

³⁹ É como são chamados o conjunto de produtos que serão introduzidos no mercado num período determinado (ex. 5 anos) no qual todas os gastos de P & D são direcionados para estes produtos que representam uma esperança de lucros para as empresas. Estes conjuntos de esforços são realizados pelas principais empresas que direcionam para a P & D grandes volumes de recursos com o objetivo de desenvolver um produto que possa revolucionar o mercado.

a Monsanto adquiriu duas das maiores empresas de sementes do Brasil, a FT Sementes (soja), que se tornou Monsoy depois da aquisição e a Sementes Agrocerec (milho híbrido). Estas aquisições permitem o acesso não somente os respectivos mercados, mas aos germoplasmas desenvolvidos por estas empresas, dentro dos quais se podem introduzir tratos desejados para uma nova trajetória tecnológica. Uma outra indústria ciências da vida com sede nos EUA, a Delta & Pine Land Co. Associou-se com o Grupo Maeda, de Orlândia, o maior produtor e processador de algodão no Brasil para desenvolver e introduzir nos cerrados sementes transgênicas. Esta companhia norte-americana é uma das que detém patentes de sementes genéticas de algodão colorido. O algodão colorido, embora não tenha nenhuma vantagem para o produtor agrícola, poupa corantes usados na indústria têxtil.⁴⁰

Estes movimentos do capital indicam que o sistema agroalimentar no Brasil encontra-se num processo de reestruturação global (Bonanno et al. 1994; Goodman, 1997) de forma subordinada, já que o núcleo destas indústrias ciências da vida, o que determina o conteúdo dos tratos e a direção dos investimentos que transformam a estrutura agrícola local, se situa nos países de economia capitalista avançada, os Estados Unidos e a Comunidade Européia.⁴¹ O setor de agronegócios tem passado por um processo de transição principalmente pela via da inovação, seja através de mudanças no processo de produção, mudanças de mercado, e novos tipos de organizações que passam a ser regidas por grandes corporações, como é o caso da Monsanto. De acordo com MEGIDO & XAVIER (1998: 12)

“trata-se de mais um fato concreto das mudanças de paradigmas, em que a inteligência intensiva como foco de gestão da Monsanto – associada a sua opção de investimento em engenharia genética na década passada – resulta, aqui no Brasil, na chegada de um novo ‘player’, que entra em campo já com a liderança em participação de mercado”.

De fato, a Monsanto é produtora do herbicida mais vendido no Brasil e a característica principal da tecnologia transgênica difundida por esta corporação é a de sementes resistentes

⁴⁰ A Embrapa também tem realizado pesquisas com este tipo de algodão, que já foram plantadas em áreas experimentais, contudo, os avanços alcançados com o algodão colorido decorreram da exploração natural do algodão, por meio de métodos tradicionais de melhoramento genético e não pela transferência de genes que controla a expressão das várias tonalidades das cores, sendo esta somente utilizadas por algumas empresas privadas. (EMBRAPA, 1999)

⁴¹ Segundo PINAZZA e ALIMANDRO (1998: 37) Uma característica interessante desta mudança no sistema agroalimentar “consiste na dimensão e na rapidez com que o processo ganha impulso. As conseqüências disso ainda não foram efetivamente avaliadas. Para muitos críticos, do ponto de vista social, haverá efeitos extremamente perversos a curto e médio prazos: meia dúzia de empresas pelo uso da engenharia genética controlarão a produção mundial de alimentos, países não desenvolvidos perderão mercados de exportação, milhões de propriedades rurais serão desativadas, a migração campo-cidade será acelerada e a concentração da produção das fazendas aumentará”, mostrando os efeitos negativos destas mudanças.

a herbicidas, principalmente o glifosato, comercialmente distribuído com o nome de Roundup.

TABELA 17 – Fusões, *Joint Ventures*, Compra de Empresas e Investimentos em P&D, Dentre as Principais Indústrias Voltadas para a Biotecnologia

Monsanto	<p>Constituiu a Monsoy (<i>joint venture</i> com a FT Pesquisa e Sementes de Londrina) maior empresa de sementes de soja do país); Comprou a Semente Hatã (soja) em 1997 Em 1997, assumiu o controle da Sementes Agroceres (maior empresa de sementes do país em negociação estimada em torno de 20 milhões); Adquiriu as operações internacionais (menos EUA e Canadá) da Cargill em 1998, numa operação de US\$ 1.4 bilhão, em que está incluído a Sementes Cargill no Brasil Adquiriu a Braskalb/Dekalb (EUA) e a Asgrow. Construção, em andamento, da maior fábrica de herbicidas da América latina (o Roundup, responsável por 50% do faturamento da empresa) no valor de US\$ 550 milhões; Joint Venture com a Delta & Pine para pesquisa em algodão; Gastos em P & D na ordem de US\$ 1,25 bilhões em 1998.</p>
Novartis	<p>Multinacional Suíça, resultado da fusão entre as companhias Ciba-Geigy AG e Sandoz AG no valor de US\$ 36 bilhões; Adquiriu a Dr. Maag;(1998); Investimentos anuais em P&D em torno de US\$ 6,4 bilhões, sendo US\$ 1 bilhão em média só com biotecnologia; Principal concorrente da Monsanto no Brasil, estimam absorver 40% do mercado de sementes transgênicas, após a liberação do comércio pela CTNbio; Assumiu participação majoritária na divisão de sementes da franco italiana Eridana Beghin-Say, unidade com vendas superiores a US\$ 31 milhões. (1999)</p>
Du pont	<p>Maior fabricante de produtos químicos dos Estados Unidos também apostou na biotecnologia. Comprou em 1999, os 80% restantes da Pioneer, a maior empresa de sementes do mundo na produção de sementes de milho e soja. Aquisição da empresa Dois Marcos Melhoria (soja) em 1999. Investimentos em P & D na ordem de US\$ 1,6 bilhões (1999)</p>
Dow Chemical	<p>Adquiriu a Mycogene, uma bem posicionada empresa do segmento de biotecnologia; Assumiu o controle da Dinamilho – estimado em US\$ 32 milhões; Adquiriu 2 empresas de médio porte: a Híbridos Colorado e a FT Sementes (milho); Comprou a empresa sul africana Centralchem (agroquímicos) e a argentina Morgan (sementes); As aquisições dão seqüência ao reforço de sua atuação na área de biotecnologia, com o objetivo de controlar 9% do mercado brasileiro de milho híbrido; Adquiriu a Union Carbide (avaliada em 11,6 bilhões de dólares), central petroquímica brasileira em agosto de 1999, tornando-se a segunda maior companhia química do mundo, com receitas em torno de US\$ 24 bilhões, só superados pela Du Pont. Investimento em P&D em torno de US\$ 845 milhões (1999)</p>

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados retirados de GAZETA MERCANTIL (vários números) e de MEGIDO & XAVIER (1998).

GOODMAN e WILKINSON (1990:21-23) já previam esta reestruturação no ramo da biotecnologia e sua conseqüente centralização, segundo eles, “as indústrias do complexo agroalimentar se fundem cada vez mais com o setor farmacêutico e químico, num processo de centralização dentro de setores fortemente monopolizados mundialmente. A ICI comprou a Stauffer para se tornar uma gigante na agroquímica (passando a se chamar Zeneca), só ficando atrás das poderosas Sandoz e Ciba-Geigy” que recentemente se fundiram passando a se chamar Novartis. Outras fusões e incorporações ocorreram recentemente (década de 1990), por exemplo entre a Hoescht alemã e a Rhône-Poulenc francesa, que já havia se associado à

Schering para constituir a AgrEvo, a ICI que se transformou em Zeneca e agora se juntou com a farmacêutica Astra para constituir-se na AstraZeneca, e assim uma série de outras grandes corporações como a Dow Chemical, a Du Pont que recentemente adquiriu a gigante do setor de sementes, a Pioneer, estão realizando diversas aquisições e projetando possíveis fusões com outras corporações. Este movimento de mudança e reestruturação de paradigma pode ser melhor exemplificado através dos dados compilados na TABELA 17.

Uma vez que a biotecnologia é uma atividade intensiva em ciência, os avanços por ela experimentados exigem a realização de pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos. Isto requer não apenas pessoal especializado, mas também fundos para o financiamento das mesmas, estes últimos alocados sobre a rubrica de gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D). O volume de gastos necessários para a criação de um produto é bastante elevado, razão pelas quais muitas empresas especializadas em biotecnologia não puderam se manter no mercado com recursos próprios. Além disso, mesmo que pudessem se auto financiar, as pequenas empresas do tipo NBFs teriam dificuldade em comercializar seus produtos, embora algumas tenham se tornado grandes fornecedoras de produtos da biotecnologia, sobretudo no setor farmacêutico.

Na agricultura, o mercado de transgênicos é dominado totalmente pelas cinco gigantes, como já destacado. A barreira à entrada de pequenos fornecedores em um mercado concentrado como este é imensa, não deixando outra alternativa que a de realizar alianças com as grandes corporações. Na realidade, estas empresas se tornaram prestadoras de serviço científico, nos quais as grandes corporações se tornam clientes preferenciais. As grandes corporações passam a financiar as pesquisas de risco em troca da detenção dos direitos de comercialização dos produtos envolvidos. As alianças estratégicas do tipo *joint ventures* ou *venture capital* ocorrem geralmente entre as grandes, como é o caso da Monsanto e a Cargill no processamento de alimentos para animais, formando a Renessen (SHIKI, 1999b).

Para que se tenha uma noção do montante de recursos envolvidos em P&D, apenas para as seis principais empresas – Monsanto, Novartis, Du Pont, AstraZeneca, Aventis e Dow Chemical - os gastos acumulados chegam a US\$ 10,06 bilhões, o que representa pouco mais de 6% de seu faturamento. O volume de gastos destas empresas em pesquisa e desenvolvimento em biotecnologia, representam 63% do total gasto pelas 15 principais companhias. Somente a Monsanto, a Novartis, a Dow Chemical e a Zeneca somam um total

de US\$ 2,229 bilhões anuais, conforme dado da TABELA 17 acima. Já os gastos totais destas empresas somaram US\$ 13.7 bilhões para o ano de 1998 e em 1999 ultrapassou a cifra dos 15 bilhões, o que representa um grande aumento já que não foram computados os gastos da Monsanto, que não disponibilizou esta informação devido a sua fusão com a Pharmacia.

Segundo o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ECIB), na seção que trata da Competitividade em 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 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” (SALLES FILHO, 1993:1).

Os produtos pioneiros da Monsanto lançados nos EUA a partir de 1996 tiveram um crescimento vertiginoso, passando de 18 milhões de acres em 1997 para 57 milhões em 1998, assim como em 1998 esta mesma corporação já conseguia avançar sobre quase 75% da área plantada de soja na Argentina (GELINSKI NETO, 2000), gerando um otimismo ufanista dos defensores dos produtos transgênicos, mas este otimismo está se tornando um pesadelo oriundo da avalanche de críticas provenientes sobretudo dos consumidores da Europa. A alta aposta nos OGMs das corporações gigantes da “ciências da vida” fica claro nas estimativas de lucro que esperam, da ordem de US\$ 3.0 bilhões no ano 2000 e US\$ 25 bilhões no ano 2010 (RAFI, 1999).

As decisões sobre inversões produtivas se baseiam nas condições de competitividade dos diversos países, mas estas condições estão hoje fortemente influenciadas pela reação da população local quanto as externalidades geradas, seja em termos ambientais, de saúde ou de oportunidade de negócios. Além disso, a existência de fatores estratégicos tais como infraestrutura de pesquisa, possibilidades de comercialização e mercado, mecanismos de financiamento, disponibilidade de pessoal qualificado etc., influencia diretamente nas decisões.

No caso brasileiro, todas estas condições existem, mas o atrativo maior é o tamanho do mercado e as inserções destas empresas no mercado de agroquímicos (agrotóxicos e fertilizantes). Esta conexão química da qual a agricultura intensiva brasileira é muito

dependente faz com que a tecnologia transgênica seja facilmente difundida. Este *background* químico das indústrias “ciências da vida”, os quais ainda constituem um poderoso mercado faz suspeitar que o futuro dos transgênicos na versão corporativa seja o de estimular ainda mais o uso de agroquímicos, um dos principais fatores da baixa sustentabilidade dos sistemas intensivos de agricultura. O principal sucesso da Monsanto com as variedades transgênicas, o *Roundup Ready* (RR) fez com que a venda do herbicida aumentasse significativamente. A possibilidade de estabelecer “vendas casadas” (semente e herbicida) faz com que estas corporações ampliem ainda mais o seu parque químico, e não os reduza, para entrar no ramo de sementes, como era o esperado. Por isso a Monsanto constrói a maior fábrica de herbicida da América Latina no Brasil (TABELA 17). As sementes se transformaram no principal veículo de difusão da tecnologia transgênica e o produto chave para dominar o mercado, razão porque as gigantes da “ciências da vida” se apressaram para comprar as empresas que dominavam este mercado.

Uma outra estratégia adotada por estas empresas consiste em fazer parcerias e acordos de pesquisas com pequenas empresas e instituições, visando difundir sua tecnologia desenvolvidas em seus laboratórios centrais. Um exemplo que pode ser citado é o caso da soja transgênica *Roundup Ready* (RR) que é desenvolvida pela Monsanto nos centros de pesquisa estabelecidos nos EUA. A Parceria acontece por meio da difusão da tecnologia RR com outras empresas que passam a ter o direito de comercialização deste produto ou desenvolver uma nova variedade já comercializada em alguma região, que leve a marca da tecnologia Monsanto. No Brasil este acordo de cooperação científica já existe com a Embrapa, onde a variedade produzida pela empresa brasileira (BRS) passa a receber a tecnologia RR, tornando-se então resistente a herbicida da própria empresa, o Roundup, que já é patenteada e só pode ser multiplicada mediante autorização da multinacional. Dessa forma, segundo ORICOLLI (2000:B20) “ *Os sementeiros terão que pagar royalties a Embrapa, cujo índice ainda não foi definido, e uma ‘taxa tecnológica’ para a Monsanto*”, que passa então a se beneficiar de duas formas, a primeira pelo recebimento de recursos pela comercialização de sua tecnologia e segundo, pelo aumento na utilização de seu mais famoso herbicida, dado que a partir da comercialização desta nova variedade “nacional” (BRS-RR), maior será a necessidade de utilização do Roundup. Uma outra forma de difundir esta tecnologia é através de aquisições como aconteceram com a FT Sementes, que passará a comercializar as sementes transgênicas da Monsanto assim que esta for liberada para plantio e

parcerias com empresas privadas como é o caso da Germina, que também comercializará seus produtos.

Uma análise mais detalhada sobre as principais estratégias das grandes empresas ciências da vida está elaboradas na seção seguinte, onde são mostradas, com base nos relatórios divulgados anualmente por estas empresas, como cada empresa tem estabelecido suas estratégias e como são estruturadas. Foram analisadas as seis principais empresas (Monsanto, Novartis, Aventis, Dow Chemical, AstraZeneca e DuPont) onde se concentram a maioria da produção do setor. Procura-se saber quais são os principais segmentos da empresa e qual a sua capacidade de investimentos em P & D e aquisições.

3.2 - Principais empresas da Indústria Ciências da Vida

1) AVENTIS

Formada em 1999, a partir da fusão entre as empresas Hoechst e Rhône-Poulenc, esta empresa figura entre os principais líderes mundiais da indústria Ciências da Vida e tem seus produtos comercializados em uma infinidade de países. Esta união ocorreu com o objetivo de unir forças no competitivo mercado que se formava e também tinha intenção de reduzir custos, reforçar os lucros, realizar sinergias que capacitariam a empresa na criação de novos e competitivos produtos. Esta integração gerou a divisão do processo produtivo em duas principais subsidiárias: 1 - Aventis Pharma: Medicamentos, Vacinas, Diagnósticos e Proteínas Terapêuticas e 2 - Aventis Agriculture: Aventis CropScience (agricultura), Nutrição e Saúde Animal.

Os dados da TABELA 18 mostram o volume de vendas para estes dois setores, que para o ano de 1999 apresentaram um volume de vendas de US\$ 19,6 bilhões, um aumento de 4,17% em relação a 1998, onde o volume de vendas representou cerca de US\$ 18,8 bilhões. O setor farmacêutico é o que tem uma maior participação sobre este valor, aproximadamente 75% das vendas, ou seja, US\$ 14,7 bilhões, dois pontos percentuais a mais do que 1998, onde este respondia por 73% das vendas (US\$ 13,7 bilhões). O setor agrícola é o que apresentou queda, o volume de US\$ 4,8 bilhões para o ano de 1999 é aproximadamente, 3% inferior a 1998, que proporcionou vendas em torno de US\$ 5 bilhões. Nas seções seguintes são apresentados estes dois segmentos, com suas principais estratégias ganhos e produtos.

TABELA 18 - Volume de vendas da Aventis, por setor (em milhões de US\$*)

Vendas	1999	1998
Pharma	US\$ 14.735	US\$ 13.784
Agriculture	US\$ 4.885	US\$ 5.054
Total	US\$ 19.620	US\$ 18.834

Fonte: relatório anual Aventis, 1999.

* Valor de US\$ 1,06 por Euro, calculados pela média do ano de 1999.

O segmento farmacêutico desenvolve produtos para o tratamento e prevenção de doenças humanas com ênfase em algumas áreas: trombose/cardiologia, respiratório/alergias, anti-infectantes, diabetes e oncologia. Responde por cerca de 88% das vendas para este setor, num total de US\$ 13,04 bilhões, sendo o restante da participação divididos entre outras empresas, a Aventis Pasteus (com vendas de US\$ 867 milhões e 6% do volume de vendas) e Aventis Behring, joint venture líder em proteínas terapêutica de alta qualidade com vendas de US\$796 milhões. Este sucesso nas vendas (aumento de 7% no valor total), realizadas principalmente nos EUA (27%), França (18%) e Alemanha (8%), decorre de 3 principais condicionantes: a) alto potencial de inovação e amplo acesso a tecnologias; b) habilidade para desenvolver e lançar rapidamente novos produtos em escala mundial; c) um marketing global avançado. Em relação às inovações, principal preocupação da empresa, a estratégia é baseada em dois pontos, o primeiro seria o desenvolvimento de inovações potenciais, criação de "produtos âncoras", e um segundo estruturado sobre a consolidação de alianças estratégicas com grandes e pequenas empresas, criando sinergias e favorecendo o desenvolvimento de novos produtos.

Um outro fator importante são os denominados produtos de "marcas estratégicas"⁴² que garantiram aumentos de 29% em média para o volume total de prescrições farmacêuticas da empresa, em 1998 este valor ficava em torno de 21%. Estas marcas formam a base de vendas da Aventis Pharma, responsáveis por um volume de vendas de US\$ 2,5 bilhões, quase 20 % do total, podendo ser estabelecidas, de acordo com a empresa, em 5 principais produtos: a) LOVENOX/CLEXANE: (US\$ 828 milhões); b) ALLEGRA/TELFEST: (US\$ 772 milhões), c) TAXOTERE: (US\$530 milhões); d) AMARYL: (US\$ 254 milhões) e e) ARAVA (US\$113 milhões). Tais informações podem ser melhor visualizadas na TABELA 19, que mostra também a importância de outros medicamentos produzidos pela empresa, algumas marcas já consolidadas e outras que estão sendo inseridas no mercado. Para se ter uma idéia, os dez primeiros são responsáveis por um total de US\$ 3,5 bilhões (próximo a 25 % do volume total)

⁴² Produtos com vendas anuais que ultrapassam US\$ 750 milhões o com potencial para alcançar e até ultrapassar esta cifra.

enquanto somente os 5 primeiros somam US\$ 2,78 bilhões (próximo a 20%). Em relação ao valor total das vendas para estes principais produtos, ocorreu um aumento de mais de 50%, comparando os anos de 1998 e 1999,

TABELA 19 - Vendas das principais marcas estratégicas – Aventis - (em US\$ milhões)

Produtos	Vendas Globais		Crescimento em 1999
	1999	1998	
Lovenox/Clexane*	828.92	584	42%
Allegra/Telfast*	772.74	462.16	67%
Taxotere*	530	362.52	46%
Delix/Tritace	392.2	384.78	2%
Amaryl*	256.52	154.76	66%
Targocit	183.38	145.22	27%
Nasacort	174.9	134.62	29%
Copaxone [†]	146.28	78.44	87%
Arava*	113.42	20.14	>400%
Insuman	103.88	-	n.m.
Campto	95.4	50.88	88%
Tavanic	84.8	29.68	>100%
Rulitek	84.8	64.66	30%
Synercid	15.9	-	n.m.
Refludan	14.84	9.54	43%
TOTAL	3.797.98	2.481.40	51 %

Fonte: Relatório Anual Aventis – 1999

* Produtos chaves

O segmento agrícola é responsável por um volume de vendas de US\$ 4,8 bilhões e cerca de 18.000 empregados. A Aventis CropScience, principal segmento do setor agrícola, tornou-se um dos líderes mundiais na venda de Herbicidas (38%), Inseticidas (26%) e com uma substancial parte no mercado de fungicidas (18%), também possui participação no setor de sementes (6%). Os EUA são os líderes de consumo de seus produtos (Balance, LibertyLink e Regent) com US\$ 689 milhões, seguido pela França (US\$ 606 milhões), Brasil (US\$ 301 milhões) e Alemanha (US\$ 297 milhões). Em termos de importância pode-se dividir os principais produtos de crescimento da Aventis CropScience em 5 principais ramos:

- Herbicidas: Balance, Basta, Puma, Buctril e Liberty (usando o ingrediente ativo glifosato);
- Inseticidas: Regente (ingrediente ativo fipronil), Temik e Decis;
- Fungicidas: Roural e Alliette;
- Semente e variedades resistentes a herbicidas: LibertyLink e BXN;
- Ciência Ambiental: Controle de pestes, Programas de higiene pública, Proteção de materiais e de estoques.

O setor de nutrição animal responde por um valor de US\$ 584,06 milhões, que corresponde a um decréscimo nas vendas se comparado com os US\$ 637,06 milhões de 1998, sendo

responsável por esta queda, principalmente, o aumento da competitividade do setor de vitaminas e declínios nos preços em diversos mercados. Já o setor de saúde animal, representado pela Merial (joint venture entre Aventis e Merck & Co), empresa de pesquisa em saúde animal e genética de aves, líder em vendas num valor de US\$ 1,66 bilhões, operando em 17 laboratórios de pesquisa e fazendas em todo o mundo. Seus principais produtos são o Frontline (US\$ 313,76 milhões em 1999) e a vacina Ivomec (US\$561,80 milhões).

Quanto ao uso da biotecnologia, os principais investimentos estão na sua capacidade de criar estruturas de P & D, que já estão em desenvolvimento através da criação de laboratórios especializados, tanto para o setor farmacêutico quanto agrícola, utilizando-se de técnicas modernas e tecnologia avançada. A empresa, em comparação com a Monsanto por exemplo, não arrisca muito neste setor preferindo adotar medidas mais cautelosas⁴³ para entrar neste mercado, considerado por ela promissor. A estratégia utilizada para desenvolver produtos de origem biotecnológica se resume em esforços alcançados por suas subsidiárias ou grupos, como por exemplo, a Aventis CropScience N.V. (centro de desenvolvimento de novos traços em variedades agrícolas) e PlantTec (empresa subsidiária) ou através de alianças de pesquisas externas como a existente com a Rhobio e Genoplant. Estes esforços de P e D, aquisições e parcerias tem desenvolvido um *pipeline* de produtos, foco dos principais projetos da empresa. A maioria destes produtos é fruto dos investimentos em P & D da empresa com pesquisas realizadas em diversos laboratórios, utilizando as técnicas mais avançadas e contando com os melhores pesquisadores. Para se ter uma noção destes gastos, foram direcionados cerca de US\$ 3,2 bilhões para os dois ramos da empresa sendo que US\$ 2,9 bilhões somente para o setor farmacêutico e US\$ 320 milhões para o setor de pesquisa agrícola.

Os *pipelines* podem representar no futuro, ganhos de escala em diversos setores. Para o caso da Aventis estes se concentram principalmente no setor farmacêutico, e em menor proporção para o setor de produtos químicos e biotecnologia agrícola, como pode ser visto na TABELA 20. Percebe-se que a estratégia adotada pela empresa segue a mesma linha das outras empresas Ciências da Vida, ou seja, focam seus principais investimentos na área da saúde, principalmente o farmacêutico, e em menor quantidade no setor agrícola, que tem-se tornado,

⁴³ As pressões sobre os alimentos transgênicos fizeram com que a empresa (que é basicamente uma empresa química) passasse a investir em biotecnologia, contudo estes investimentos estão aquém daqueles direcionados pelas outras empresas Ciências da Vida como a Novartis e a Monsanto.

nos últimos anos uma parte desmembrada do setor farmacêutico. Para o caso da biotecnologia, os fatos ocorridos nos últimos dois anos, quando criaram-se diversas restrições quanto a utilização desta tecnologia para a produção de novas variedades, principalmente agrícolas, fazendo com que os investimentos se direcionassem mais para os produtos autorizados para consumo, já aprovados em alguns países como por exemplo os EUA, os farmacêuticos, que geralmente não oferecem resistência perante os consumidores e pesquisas em *pipelines*.

TABELA 20 – *Pipeline* de produtos – Aventis.

Produto	Indicação	Período de lançamento
1) Farmacêuticos		
Ketek	Infecções respiratórias	Submetido em março de 2000
GA-EPO	Anemia	Fase III*
Insulina inalável	Diabete tipo I e II	Fase III
P53 Terapia Gênica	Câncer	Fase III
Rilutek	Doença de Parkinson	Fase III
Flavopiridol	Câncer	Fase II
HMR 1098	Mortes cardíacas repentinas	Fase II
Meningo ACWY (vacina)	Meningite	Fase II
2) Produtos Químicos e Biológicos		
Inseticidas	Frutas, Algodão. Vegetais	2001
Herbicidas	Milho Cereais	Depois de 2002 2000, 2002
Fungicidas	Cereais, Videiras, batatas.	2000, 2001
Safener	Arroz e milho	2000
LibertyLink	Beterraba	2001
SeedLink	Milho híbrido	2002
InVigor Híbridos	Melhor teor de óleo (EUA)	2002
LibertyLink	Milho e teor de óleo (Europa)	2002
LibertyLink	Arroz	2001

Fonte: Relatório anual 1999 – Aventis

Fase III: produto em fase final para ser submetido a aprovação pela legislação vigente.

2 - NOVARTIS

Empresa criada em 1996, a partir da fusão de duas das mais tradicionais empresas do mundo, a Ciba Geigy e a Sandoz, ambas com sede na Suíça, formando uma das maiores estruturas mundiais nas áreas de saúde, nutrição e agricultura. Segundo relatório da própria empresa, a nova empresa foi criada para acompanhar as exigências do mundo moderno, sendo de fundamental importância a união entre a experiência e a capacidade de manter-se sempre voltado para o futuro e para a inovação, utilizando tecnologias modernas para a produção de novos produtos que atendam a população de mais de 90 países, onde se encontra presente. Tem como principal país consumidor os EUA, totalizando um valor de US\$ 18 bilhões (37% da vendas da empresa), seguido pelo Japão (US\$ 3,43 bilhões), Alemanha (US\$ 3,41 bilhões)

e França (US\$ 3,36 bilhões) cada um com 7 % na participação na vendas. De modo geral dois continentes (América e Europa) respondem por mais de 80% das vendas, ou seja, US\$ 40,8 bilhões e os quase 20% restantes, ou US\$ 8,4 bilhões, são provenientes da Ásia, África e Austrália.

A estrutura produtiva da empresa se organiza sobre cinco setores contínuos de operação e atividades corporativas, sendo que o *agribusiness* esta presente como um setor descontínuo⁴⁴. Estes setores, de acordo com o relatório da empresa podem ser assim definidos:

a) Saúde:

1) Farmacêutico: Manufatura, distribuição e vendas de marcas farmacêuticas para diversas áreas terapêuticas; 2) Genéricos: Manufatura, distribuição e vendas de produtos e substâncias farmacêuticas patenteadas; 3) Ciba Vision: Manufatura, distribuição e vendas de lentes de contato, Produtos cirúrgicos oftalmológicos e farmacêuticos; 4) Consumer Health: Manufatura, distribuição e vendas de produtos na área de nutrição; 5) Animal Health: Manufatura, distribuição e vendas de produtos veterinários para fazendeiros e animais domésticos

b) Agrícola

Incluem o setor de agribusiness (Novartis Agro e Novartis Seed) responsáveis pela manufatura, distribuição e vendas de inseticidas, herbicidas, fungicidas e sementes de milho, beterraba, oleaginosas, vegetais e flores. Para a empresa (1999:25) "*these sectors are managed separately because they manufacture, distribute, and sell distinct products which require differing technologies and marketing strategies*". No final de 1999, a empresa anunciou a decisão de fundir suas operações de proteção às plantas e sementes com a Zeneca Agroquímica. Um *spin off* para formar a Syngenta (Syn=Juntos e Gentes=pessoas - integração de forças e pessoas), criando um empresa global líder de mercado e a primeira companhia totalmente dedicada ao agribusiness, que combina vendas em torno de US\$ 8 bilhões. A liberação para esta fusão ocorreu em fins de julho de 2000, pela Comissão Européia, sob a condição de que estas empresas teriam que se desfazer de algumas linhas de produção, como por exemplo, a venda dos negócios mundiais do fungicida Flint. Este setor considerado um dos principais responsáveis pelo declínio de 7% no valor da vendas, ocasionado pela introdução de novos produtos forçando uma queda no nível de preços. A transação faz parte

⁴⁴ Setor que apresenta certa autonomia de atuação em relação ao resto da empresa.

da estratégia da empresa de concentração no portfólio da área de saúde, dado que o foco de suas ações ficará em torno de seu *core business*, o setor farmacêutico. A TABELA 21 abaixo mostra os resultados operacionais destes setores e sua variação em relação a 1998.

TABELA 21 - Resultados Operacionais por setor da empresa em US\$ milhões.

Setores	Vendas em 1999	Varição em relação a 1998
Atividades Contínuas	38.193	6 %
Farmacêutico	23.610	4 %
Genéricos	2.760	18%
Ciba Vision	2.470	4 %
Saúde do Consumidor	7.950	8 %
Saúde Animal	1.403	0,5 %
Atividades Descontínuas	10.959	- 7 %
Agribusiness	10.684	- 7 %
Vendas do setor de Saúde do consumidor	275	-
TOTAL	49.152	2%

Fonte: Relatório Novartis - 1999

O valor em dólar por franco suíço calculado pela média de 1999 é de 1,54.

Nota-se que esta empresa, assim como a Aventis, também tem como seu "carro chefe" os produtos farmacêuticos, responsáveis por cerca de 50% das vendas anuais da empresa e apresentando crescimento de 8% em relação a 1998. Produz medicamentos para diversos segmentos de mercado, tendo como principais medicamentos: a) O Sadimmun/Neoral, Voltaren (que vem sofrendo concorrência dos genéricos), Lamisil, Cidacem, Diovan e Lescol, apresentados na TABELA 22.

TABELA 22 - Os 10 principais produtos farmacêuticos da Novartis (US\$ milhões)

Marcas	Segmento de Mercado	Vendas em 1999	Varição percentual em relação a 1998
Sadimmun/Neoral	Transplantes, artrites reumáticas	3.041	+5
Voltaren	Inflamações	2.149	-13
Lamisil	Infecções por fungos	1.591	+8
Cibacen/Lotesin	Hipertensão	1.335	+2
Aredia	Oncologia	1.264	+44
Diovan	Hipertensão	1.120	+78
Lescol	Redução de colesterol	1.043	+7
Tegretol	Epilepsia	976	+4
Leponex/Clozaril	Esquizofrenia	899	-1
Miacalcic	Osteoporose	852	+18

Fonte: Relatório Novartis - 1999

O valor em dólar por franco suíço calculado pela média de 1999 é de 1,54.

Em relação aos Investimentos Diretos em aquisições para os anos de 1998 e 1999, nota-se que houve um maior volume de desinvestimentos a partir da venda de empresas do setor de Agribusiness (Biotech K.K.) e seis da área de saúde do consumidor (Wasa, OLW Snacks, Chips OLW, Eden Group, Roland S.A., Redline Helthcare), totalizando o valor de US\$ 1, 57 bilhões. As principais aquisições da empresa foram para o setor de genéricos (Geneva Pharmaceuticals, setor de antibióticos e fermentação da Hoecht Marion Roussel Germany),

Saúde Animal (Vericore Holding Ltda) e Ciba Vision (Mentor Corporation's intraocular lens business) e o de Agribusiness (Oriental Chemical Industries) somando um total de mais de US\$ 605 milhões. Estas estratégias da empresa geraram um aumento de 10% no valor das ações para o ano de 1999.

A empresa direcionou para Pesquisa e Desenvolvimento mais de US\$ 6 bilhões, ou seja mais de 13% do valor das vendas voltado para o desenvolvimento de novos produtos e o aprimoramento dos já existentes. Estes dados mostram que a empresa investe bastante na obtenção de novos produtos a partir do desenvolvimento de medicamentos e variedades biotecnológicas a serem introduzidos no mercado nos próximos anos, ou seja, já tem estabelecido uma estrutura de *pipelines* que estarão entrando no mercado nos próximos três anos. Três principais produtos estarão sendo comercializados nos próximos anos, com, por exemplo, o “ativador de plantas” (fertilizante) Bion, a ser lançado em alguns países em 2001, outros já foram lançados como o caso do medicamento *Estalis* (terapia de reposição hormonal – menopausa) e a *Focus Progressive* (para vista cansada - presbiopia) lançados em 2000.

3 - ASTRAZENECA

Criada a partir da fusão entre a empresa inglesa Zeneca e a sueca Astra para atuar no ramo farmacêutico e agroquímico. Apesar de ter uma forte presença neste último setor a empresa está entre as três maiores empresas farmacêuticas do mundo. Realiza parcerias e alianças com diversos institutos privados e públicos com o intuito de ter acesso e desenvolver novas tecnologias, como por exemplo, as modernas técnicas de biotecnologia. A empresa apresenta uma estrutura que abarca todas as linhas de conhecimento (farmacêutica, nutrição e química) podendo ser considerada uma Indústria “Ciências da Vida”. Para se ter uma noção do poderio da empresa, as vendas do grupo para o ano de 1999 foram de US\$ 18.445 milhões, um aumento de 9 % em relação a 1998 que apresentou um volume de vendas de US\$ 17.117 milhões com investimento em P & D próximo a US\$ 3 bilhões. A empresa concentra seus investimentos na obtenção de medicamentos de alta qualidade, diferenciando seus produtos e estabelecendo uma ampla plataforma para a distribuição destes em diversos países. Tem suas estratégias de P & D constituídas através de uma rede de centros avançados de pesquisas centralizados principalmente na Suécia (cinco ao todo), Reino Unido e EUA (dois centros de P&D), sendo em sua maioria voltados para o setor farmacêutico. Quanto ao setor agroquímico, este passará a ser descontinuo a partir da aprovação, a nível mundial, do *spin off*

e fusão da Zeneca Agrochemicals com a Novartis agribusiness (esperada para o início de 2001) para criar a Syngenta.

O setor farmacêutico é responsável por cerca de 80% do volume de vendas da empresa somando um total de US\$ 14,8 bilhões, um aumento de cerca de 18 % em relação a 1998. As vendas atingem a 4 principais conjuntos de países, liderados pelos EUA com mais de US\$ 7 bilhões e aumento de 23% em relação a 1998, Europa com US\$ 5,3 bilhões (aumento de 15 % no volume das vendas), Japão com US\$ 710 milhões e os demais países apresentando um total de US\$ 1,65 bilhões. É líder no segmento de produtos gastrointestinais, com o medicamento Losec e de anestesia com o Diprivan e a Xylocaina. Posiciona-se entre os cinco primeiros nas áreas de oncologia, respiratória e cardiovascular. Assim, este setor, pode ser dividido em 5 principais áreas terapêuticas com seus respectivos medicamentos chaves, esquematizadas abaixo de acordo com o a Relatório Anual 1999 da empresa: **a) Gastrointestinal:** US\$ 5,95 bilhões; **b) Cardiovascular:** US\$ 3,4 bilhões; **c) Respiratória:** US\$ 1,4 bi (99); **d) Oncologia:** US\$ 1,7 bi (99); **e) Hospitalar** US\$ 2,3 bilhões

O setor agrícola é representado pela Zeneca Agrochemical que apresentou um volume de vendas para 1999 de cerca de US\$ 2,7 bilhões um declínio (principalmente na venda de inseticidas) de 5 % em relação a 1998 que apresentou vendas de 2,8 bilhões. As principais áreas de atuação da empresa são:

a) **Herbicidas:** vendas para 1999 em torno de US\$ 1,4 bilhões, o que representa uma queda de 8% em relação a 1998, próximo a US\$ 1,4 bilhões. O principal produto é o herbicida Gramoxone (um dos três mais vendidos do mundo e utilizado em mais de 120 países). Outros dois também apresentam elevado nível de vendas, o Touchdownn, que utiliza o glifosato como princípio ativo, o mesmo utilizado pelo Roundup e o herbicida Fusilade, líder nas aplicações pós-emergente. Os investimentos para este setor somam US\$ 65 milhões, com a construção na China de uma nova fábrica de Gramoxone, projetada para começar a funcionar neste ano.

b) **Inseticidas:** Vendas de US\$ 406 milhões, o que representa uma queda de 19% se comparada com as vendas de 1998, em torno de US\$ 504 milhões. Principais produtos: Karate, Force, Ambush, Cymbush, Pirimor e Nemathorin.

c) **Fungicidas:** vendas de US\$ 744 milhões para 1999 e US\$ 651 milhões em 1998, apresentando um aumento de 14% no volume das vendas. Esta elevação ocorreu

principalmente pelo sucesso no lançamento do *Amistar* e da aquisição do *Bravo* (ocorrida em 1998), todos os dois líderes em vendas.

Em relação aos gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), estes somam US\$ 2,9 bilhões (15% valor total das vendas), sendo o setor farmacêutico aquele que recebe maior volume de investimentos em P&D, cerca de US\$ 2,5 bilhões. A estratégia adotada pela empresa prevê o realinhamento e direcionamento dos recursos em centros específicos (Suécia) e expansão dos investimentos nos EUA. Possui um *pipeline* de mais de 40 produtos, todos para serem lançados no período de 2001 a 2005,⁴⁵ envolvendo técnicas de biologia, química e informática, num total de mais de 3.500 pessoas envolvidas em diferentes áreas técnicas em diversos países. Neste caso a empresa desenvolve uma média de cerca de 3 ou mais importantes medicamentos por ano, sendo de vital importância a elaboração deste *pipeline*.

Para o caso do setor agroquímico, os gastos com P & D são de US\$ 297 milhões, ou cerca de 1,6% do valor total das vendas e tem como principal estratégia o desenvolvimento de produtos que atinjam as necessidades da agricultura e da indústria, utilizando pesquisas em química e biotecnologia. Esta última técnica tem sido o foco das principais pesquisas e para onde estão sendo direcionados grande parte dos recursos em investimentos e formação de parcerias com outras organizações, que possuem interesses complementares na criação de novos produtos de origem biotecnológica. A empresa aposta no desenvolvimento das pesquisas com o genoma representando uma plataforma tecnológica adicional para o futuro sucesso da empresa e espera que a biotecnologia abra novas áreas de oportunidade, criando um amplo e importante negócio (RELATÓRIO, 1999). A empresa tem expandido as suas atividades em biotecnologia agrícola a partir de joint ventures com outras empresas, como a que realizou com a Japan Tobacco para o desenvolvimento de novas variedades de arroz e com a Advanta B.V. da Holanda para o processamento e comercialização de sementes, ou a colaboração com a Maxygen (USA) para realização de pesquisas com genoma. Embora a empresa tenha direcionado parte de seus recursos para estas finalidades, que ainda é reduzido quando comparados as demais empresas ciências da vida.

Quanto aos *pipelines*, diferentemente do setor farmacêutico, a empresa apresenta somente dois produtos que estão sendo pesquisados. Porém, fábricas para estes produtos já estão sendo

construídas, uma no Alabama com investimentos de US\$ 46 milhões e outra em Grangemounth, no Reino Unido, no valor de US\$ 75 milhões. Os principais produtos em desenvolvimento podem ser visto na TABELA 23 onde está colocado o *pipeline* da empresa para os setores farmacêuticos e de agroquímicos em fase de pesquisa.

TABELA 23 – Pipelines Farmacêuticos e Agroquímicos - AstraZeneca

Produto	Área	Fase	Lançamento
Rofleponide	Gastrointestinal	Pré-clínica	---
ZD4522	Cardiovascular	III	2001
Faslodex	Oncologia	III	2000
Iressa	Oncologia	II	2001
Viosan	Respiratória	III	2001/03
Zendra	Hospitalar (SNC)	III	2001
Dental Gel	Hospitalar (anestesia)	III	2001
AZD2563	Hospitalar (infecção)	Pre-clínica	---
AR-H047108	Gastrointestinal	I	2004
AR-C126532	Cardiovascular	I	2005
ZD0892	Respiratória	I	2004
AR-R158996	Hospitalar (SNC)	II	2002
Oral glycine	Hospitalar (anestesia)	Pré-clínica	---
Mesotriner	Herbicida (pré e pós-emergente)	II	2002/03
Picoxystrobin	Fungicida	II	2002/03

Fonte: Relatório AstraZeneca - 1999

4) DUPONT

Fundada em 1802 a DuPont tornou-se líder mundial em Ciência e Tecnologia englobando diversos segmentos de mercado, entre eles o setor químico, farmacêutico e de biotecnologia, com atuação em mais de 65 países. Apresentou para o ano de 1999 um total de vendas no valor de US\$ 26,9 bilhões, um aumento de 9% em relação a 1998 que foi de US\$ 24,7 bilhões. Uma renda líquida de mais de US\$ 7,6 bilhões, sendo que US\$ 7,4 bilhões foram provenientes de um *spin off* com a Empresa Conoco (setor petrolífero), US\$ 1,6 bilhões com investimentos em P & D e US\$ 2,2 bilhões em aquisições. A empresa divide-se em 9 principais segmentos:

a) **Agricultura e Nutrição:** Divide-se em 2 principais áreas: i) Crop Protection, que inclui os negócios globais de herbicidas, fungicidas e inseticidas; e ii) Nutrição e Saúde, que inclui as empresas Protein Technologies International (pesquisa, manufatura e marketing de proteínas e fibras de soja), a Optimun Quality Granns e a Qualicon. Este segmento responde por um volume de vendas de US\$ 2,6 bilhões, uma queda de 7% em relação a 1998 que foi de US\$ 2,8 bilhões. Dentre os principais produtos, pode-se destacar o fungicida Famoxate

⁴⁵ Um processo de desenvolvimento de um produto farmacêutico leva em média de 5 a 7 anos para ser

(ingrediente ativo, utilizado em mais de 24 países, usado em uvas, batatas, tomates e pepinos), os herbicidas Ally, Oust (com término da patente prevista para o ano 2000) e o Milestone para cana-de-açúcar, citros e uvas, e os inseticidas Stewards e Avaunt para uso em vegetais e frutas, em processo de registro em alguns países.

b) **DuPont Nylon:** Responde por vendas em torno de US\$ 4,5 bilhões;

c) **Polímeros e cobertura:** Vendas de US\$ 6,1 bilhões para 1999, um aumento de 34% em relação a 1998 (US\$ 4,6 bilhões), tornando-se o primeiro segmento em volume de vendas.

d) **Farmacêuticos:** O setor teve um crescimento nas vendas de 41% em relação a 1998 (US\$ 1,2 bilhões), 8% provenientes das vendas da empresa e 33 % a partir da aquisição de 50% da Merck's.⁴⁶ O segmento atua em três principais áreas terapêuticas: Virologia, Cardiovascular/trombose e Neurologia. A estratégia do setor tem como objetivo central a expansão da empresa, construindo um sistema integrado, focado nas alianças de P & D. Seus principais produtos são: O Sustiva (anti-HIV) e o Cozaar (pressão alta). O segmento conta também com um *pipeline* de medicamentos para serem lançados no período de 2001-2005, dos quais pode-se destacar: 1- Lumaxis (faseII), para a área cardiovascular; 2 – Elastase (fase II), para o tratamento de artrites; 3 – Anti-HIV (pré-clínico e fase I e II). Para a produção destas drogas, mais complexas ou não, os cientistas têm utilizado vários métodos como a síntese química, fermentação e técnicas de biotecnologia. Embora este segmento tenha se fortalecido nos últimos tempos, não tem a mesma participação no volume de vendas quando comparado com as demais empresas Ciências da Vida.

d) **Pigmentos e Químicos:** Vendas em 1999 de US\$ 3,7 bilhões;

e) **Pioneer:** Totalmente adquirida em 1998, representa a entrada da Du pont para o ramo de sementes (estratégia adotada pelas empresas Ciências da Vida), apresentou um volume de vendas de US\$ 0,4 bilhões. Comercializa híbridos de milho (90 % das vendas mundiais), sementes de soja e outras linhas de plantas. O forte da empresa é o setor de P & D, com gastos de 30 % das vendas da Pioneer. Somente para 2000 foram lançados cerca de 35 novos híbridos somente nos EUA e cerca de 50 a serem lançados nos próximos 7 anos. Também estão sendo pesquisadas novas variedades que apresentem resistência a insetos, doenças e herbicidas utilizando as modernas técnicas de biotecnologia. Soma-se a isto o desenvolvimento de novas técnicas que visam aumentar o valor das "commodities", através da modificação no nível das proteínas, óleo e carboidratos das sementes.

comercializado, contudo este período varia de caso a caso, de país para país.

⁴⁶ Em julho de 1998, a companhia adquiriu 50% das ações da Merck & Co. por US\$ 2,5 bilhões, aumentando a sua participação no setor farmacêutico.

- f) **Poliéster:** Vendas de US\$ 2,6 bilhões;
- g) **Fibras Especiais:** Vendas em torno de US\$ 3,4 bilhões em 1999;
- h) **Polímeros especiais:** Vendas de US\$ 4,3 bilhões em 1999.

Em relação a estratégia da empresa, primou-se por estabelecer mudanças em seu portfólio, primeiramente com a aquisição da Herbets por US\$ 1,7 bilhões, para fortalecer o setor de cobertura automotiva, tornando a maior empresa do setor; estabelecimento de um "spin off" com a Conoco, fortalecendo sua participação no setor de energia; e por último a aquisição da Pioneer Hi-bred International no valor de 7,7 bilhões, elevando a DuPont a maior empresa de sementes do mundo. Quanto aos investimentos em Pesquisas e Desenvolvimento de novos produtos, percebe-se que esta área se tornou importante para a empresa, o que pode ser visto pelo considerável aumento no volume, mais de 50%, dos gastos destinados para este fim, passando de US\$ 1,44 bilhões em 1998, para US\$ 2,26 bilhões em 1999. Os recursos são destinados tanto para inovações em produtos quanto de processos.

4 - DOW CHEMICAL COMPANY

Empresa do setor químico, com vendas de cerca de US\$ 18,92 bilhões e se comparado ao ano de 1998, vendas de US\$ 18,44 bilhões, apresenta um crescimento de 3%. Os principais mercados da empresa são o americano, com mais de US\$ 7 bilhões em vendas, seguido pelo europeu com US\$ 6,4 bilhões e o resto do mundo totaliza o valor de US\$ 5 bilhões. A empresa vem passando por uma reestruturação nos últimos anos objetivando, principalmente, estabelecer estratégias que possibilitem enfrentar a concorrência das demais empresas do setor e também inserir-se em novos mercados, como é o caso da biotecnologia. A Dow, assim como a DuPont, não pode ser considerada como sendo uma indústria "Ciências da Vida", como o são por exemplo a Novartis e a Aventis, mas apresenta algumas características que mostram a atuação da empresa com um potencial promissor este setor, principalmente pelas pesquisas realizadas e pelos produtos que busca inserir no mercado nos próximos anos.

De acordo com seu último relatório (1999), a empresa estabeleceu 3 principais estratégias que são: 1) aumentar a produtividade; 2) reestruturação do "business portfolio" que prime por um elevado crescimento; 3) Crescimento através do desenvolvimento de novos produtos, revitalizar os produtos listados em *pipeline*, concentrando-se em um número menor de projetos que possuam alto potencial de crescimento e tecnologias chaves, novos mercados e aquisições. Em 1999 a empresa realizou algumas aquisições, como, por exemplo, a da Angus

Chemical (40 indústrias do setor farmacêutico, tintas e coberturas, tratamento de água e higiene pessoal) e da General Purpose Rubber junto a Shell, joint ventures, como a realizada com a Cargill, formando a Cargill Dow e fusões, como a realizada com a Union Carbide, aprovada em janeiro de 2001, em áreas consideradas "core competency".

Em relação a estrutura da empresa, esta se organiza em 6 principais segmentos:

- 1) Plásticos Especiais (finos): Vendas de US\$ 5,24 bilhões em 1999;
- 2) Química Fina: O setor apresentou vendas de US\$ 2,7 bilhões, um aumento de 5% em relação a 1998 (US\$ 2,6 bilhões).
- 3) Dow AgroSciences: Desenvolve e comercializa produtos para a "proteção de lavouras" contra doenças, insetos e ervas daninhas. A estratégia do setor baseia-se em aquisições, alianças estratégicas e acordos de pesquisa, com o objetivo de fortalecer a capacidade interna da empresa. Outra característica importante e que tem sido focalizado pela empresa é a consolidação dos negócios em biotecnologia de sementes, desenvolvendo novas características e acrescentando valor aos grãos (aumento do teor de óleo etc.). Apesar destes investimentos, o segmento apresentou uma queda de 3 % nas vendas, caindo de US\$ 2,35 (1998) para US\$ 2,27 bilhões em 1999, contribuindo para isso o declínio do volume de vendas em 6% e o aumento da competitividade do setor. O setor também tem passado por um processo de reestruturação visando aumentar a eficiência e a produtividade (eliminação 700 postos de trabalho, uma economia de US\$ 94 milhões) e compra de empresas: Aquisição da Sanachen, os 40 % restantes da DowElanco, pertencente a Eli Lilly, que passa a se chamar DowAgrociences LLC e o restante as ações da Mycogen o que totaliza investimentos de US\$ 363 milhões. Estabeleceu-se uma joint venture com a Finagro, onde recursos foram disponibilizados para a construção de uma planta para a produção de glifosato na Itália para o ano de 2000.
- 4) Plásticos: Com vendas em torno de US\$ 4,4 bilhões em 1999;
- 5) Química: Vendas em torno de US\$ 2,3 bilhões em 1999;
- 6) Hidrocarbonos e energia: As vendas para o ano de 1999 somaram US\$1,64 bilhões;

A empresa tem adotado as mesmas estratégias das demais empresas multinacionais que optaram por diversificar a produção, adquirindo firmas de outros setores, aumentando a participação no mercado, comprando firmas do mesmo setor, estabelecendo "joint ventures" e fusões, gerando sinergias, e por último direcionando boa parte de recursos para P & D com o objetivo de criar produtos chaves que possam gerar importantes ganhos de mercado. Em

relação a este último fator, o que se observa na Dow é que nos últimos anos o valor de recursos direcionados para este fim tem se elevado, aumentando assim a preocupação da empresa com o nível de inovações. Somente no ano de 1999 foram gastos US\$ 845 milhões em P&D, o que representa 4 % do volume das vendas e um crescimento da taxa de variação dos gastos em 4,83% comparado com 1999 (US\$ 807 milhões) e 7,64 % em relação a 1997 (US\$785 milhões).

6 - MONSANTO

A Monsanto é uma empresa de ponta no desenvolvimento de produtos voltados para o setor agrícola, *"incluindo sementes modificadas por melhoramento convencional ou pela biotecnologia e herbicidas. Para manter essa posição de vanguarda, investe muitos recursos em pesquisas em biotecnologia, reprodução molecular e genômica"*. (MONSANTO, 1999:01) A empresa tornou-se referência mundial quando se fala em pesquisa em biotecnologia e uma das primeiras a montar estratégias de investimento para tornar-se uma companhia "Ciências da Vida". Foi também a empresa que mais defendeu a questão dos transgênicos e montou diversas estratégias para difundir esta nova tecnologia. Para tanto projetou-se para o período de 1992-2001, diversas metas que criava capacidades para se tornar uma das mais importantes empresas a nível mundial para o setor. Tais metas podem ser resumidas da seguinte forma:

1992-1996 - desenvolvimento de estruturas que possibilitassem a criação de estratégias "Ciências da Vida".

1996-1998 - Reunião de recursos (fusões, aquisições, investimentos, parcerias) e capacidades.

1999-2001 - Desenvolvimento de estratégias "Ciências da Vida", estabelecendo diretrizes para entrar no novo setor, organizando-se e investindo em novas capacidades para continuar crescendo. Para tanto, foram investidos em 1997 e 1998 um elevado volume de recursos para aumentar a capacidade competitiva da empresa, para Pesquisa e desenvolvimento e para uma série de aquisições, parcerias e fusões.

2002 - Crescimento acelerado. Focalizando o lançamento de novos produtos no mercado a curto prazo, a estratégia para este período seria aumentar os gastos com P & D para o desenvolvimento de um *pipeline* que desenvolva produtos para 2002, e anos posteriores, criando uma infra-estrutura que possibilite o lançamento destes no mercado.

A empresa atua em três setores, o farmacêutico, o de nutrição e principalmente o agrícola, características que a definem como sendo uma indústria "Ciências da Vida" e somente os dois primeiros foram responsáveis por 80 % do valor das vendas, ou seja, US\$ 6,92 bilhões de um total de US\$ 8,65 bilhões em 1998, valor este 13,11% superior ao de 1997 (US\$ 7,51 bilhões). De acordo com a empresa estes resultados só foram possíveis graças as estratégias adotadas pela empresa (citadas acima) e pelos investimentos direcionados para a formação de uma capacidade técnica, baseada principalmente em pesquisas de biotecnologia, genoma, nutrição e farmacêuticas e que engloba 4 principais ações: 1) aumento do gasto interno, formando alianças externas e adquirindo companhias com ampla plataforma tecnológica, como a Calgene Inc. e a Agracetus; 2) Construção de um mercado global, através do desenvolvimento de tecnologias de informação capazes de lançar e sustentar no mercado o lançamento de novos produtos; 3) Formação de alianças estratégicas como a realizada com a Pfizer Inc., a Yamanouch Pharmaceutical Co. e Cargil S. A., formando a Renessen; e 4) Aquisição e fortalecimento de companhias globais de sementes como a Asgrow e a Agrocere.

O principal segmento da Monsanto, diferentemente das outras empresas "Ciências da Vida", é o voltado para o setor agrícola. Este representa 47% do valor das vendas, totalizando o valor de US\$ 4,03 bilhões para o ano de 1998, 23% acima do valor de 1997 que foi de US\$ 3,274 bilhões. O principal produto a gerar este aumento foi o herbicida Roundup, comercializado a mais de 25 anos, este produto consolidou sua participação no mercado de diversos países graças ao avanço das técnicas de plantio direto⁴⁷ e mais recentemente, em vendas casadas de herbicidas e sementes, em plantações transgênicas de variedades Roundup Ready de soja, canola, milho e algodão, principalmente nos EUA e Argentina.

A difusão destas plantações também foi relevante para o aumento das vendas de sementes. Se somadas as outras variedades transgênicas resistentes a insetos e vírus, como o Bollgard (para o algodão), o Newleaf (batata) e o YieldGard (milho), estimativas indicaram um crescimento no volume de acres de 18 milhões em 1997 para 57 milhões de acres para o ano de 1998, um crescimento de mais de 200 %, repercutindo nas vendas finais destes produtos. Abre-se, assim, espaço para a introdução de uma nova variável nas estratégias da empresa: a biotecnologia. Esta nova técnica passou a ser, principalmente a partir de 1996, o centro dos

investimentos da multinacional em P & D. Os primeiros produtos geneticamente modificados foram introduzidos pela Monsanto, que passou a ser referência para as demais empresas do setor. Destaca-se aqui os dois principais produtos transgênicos produzidos e comercializados pela empresa:

1) Soja Roundup Ready (RR)

Este produto é o resultado de pesquisas realizadas com o intuito de criar resistência a herbicidas ou como é conhecido pelas empresas proteção, contra plantas daninhas.⁴⁸ Neste caso, a Monsanto, empresa que detém a patente desta variedade, introduziu, em 1997, numa variedade de soja comercial um único gene que torna esta linhagem tolerante ao herbicida Roundup Ready da mesma empresa. Este herbicida (glifosato) é um herbicida de largo aspecto comercializado há mais de 10 anos, sendo utilizado, principalmente, para controlar ervas daninhas nas lavouras de soja.⁴⁹ Com a utilização da soja RR permite-se que este herbicida possa ser utilizado após a germinação da semente, matando somente as ervas daninhas.

A Monsanto desenvolveu a soja RR juntamente com a empresa Asgrow seed(hoje de propriedade da Monsanto). Tal tecnologia funciona da seguinte forma : o herbicida Roundup, através de seu ingrediente ativo glifosato, mata as ervas,

“bloqueando a enzima EPSP synthase (EPSPS – encontrada em plantas e bactérias), responsável pela produção de aminoácidos aromáticos essenciais para a sobrevivência e crescimento da maior parte das plantas. (...) Para tornar a soja resistente ao Roundup, foi inserido, em células matrizes da soja, um gene da agrobacterium sp., através de bombardeamento de microprojéteis. (...)Obtém –se assim, uma soja que possui duplamente a expressão da enzima EPSPS, sendo uma original da soja que será desativada com a aplicação do Herbicida e a outra Agrobacterium sp, que não se deixará afetar pelo herbicida” (KLEBA, 1998:15).

Ou seja, o gene inserido nesta cultura aumenta a quantidade de ENZIMA EPSPS nas plantas, fornecendo um desvio ao redor do bloqueio. Este desvio torna possível que as culturas RR desenvolvam-se mesmo após a aplicação de herbicida. (MONSANTO, 1997) A partir da introdução da soja RR no mercado, as pesquisas aplicadas a Técnica de Resistência a Herbicidas (TRH) aumentaram consideravelmente. Segundo KLEBA (1998:17) esta técnica

⁴⁷ Os EUA, Argentina, Brasil e Austrália tiveram recorde de vendas do herbicida Roundup gerados em grande parte pelo avanço desta nova técnica, o plantio direto.

⁴⁸ As plantas daninhas não só “competem com as culturas pela água, nutrientes, luz solar e espaço como também são hospedeiras de pragas e doenças. Entopem sistemas de irrigação e drenagem, reduzem a qualidade das culturas e colocam sementes na colheita”. MONSANTO (1997:13)

“está em primeiro lugar entre os testes de campo com plantas geneticamente modificadas em todo o mundo, representando 32% nos EUA, (...) e 78% dos países do Terceiro Mundo”, em dados fornecidos para 1995. Este avanço deu-se principalmente por algumas vantagens que a soja RR oferece, dentre as quais podemos citar: i) a possibilidade de uma redução total da quantidade de herbicida utilizado e de suas aplicações, com reduzido impacto ambiental, pois a TRH permite o abandono sistemático das aplicações pré-emergentes de herbicidas; ii) possibilidade de plantio direto; iii) substituição de herbicidas consensualmente nocivos ao ambiente e à saúde humana, como por exemplo, o atracine, alactor, 2,4-D e cianazine, por herbicidas com melhor reputação.

Apesar de diversas pressões contrárias a produção desta técnica, considera-se a TRH como sendo uma das áreas mais lucrativas das aplicações de engenharia genética, isto porque permite vendas casadas entre sementes e herbicidas, como é o caso da soja RR, onde esta não será plantada sem a utilização do herbicida Roundup. Segundo RIFKIN (1999:87) *“a idéia é vender aos fazendeiros sementes patenteadas que sejam resistentes a cada uma das marcas de herbicidas, visando aumentar a participação das empresas tanto no mercado de sementes, quanto no de herbicidas”*. Hoje, as plantas pesquisadas e comercializadas pela técnica do TRH são também as mais rentáveis como a soja, milho, algodão, arroz e trigo, produzidas pelas principais empresas para um número reduzido de marcas de herbicidas. (KLEBA, 1998)

2) Milho Bt – Proteção contra insetos

A técnica do *Bacillus Thuringiensis* (Bt) está presente em diversas variedades de grãos e culturas, como por exemplo, o “milho maximizante” da Novartis e o milho “YieldGard” e o algodão “BollGard” da Monsanto, com o objetivo de permitir a proteção contra insetos e pragas que atacam e destroem as lavouras. O Bt, uma bactéria (toxina), que ocorre naturalmente no solo é conhecido pela sua habilidade de controlar insetos. Diferentes linhagens de Bt controlam diferentes pragas. A descoberta desta toxina deu-se por volta de 1902 e desde então tem sido usado como inseticida biológico⁵⁰ (MONSANTO, 1997). Nos últimos anos, tem-se utilizado desta para a produção de inseticidas e, principalmente na última década, para a elaboração de variedades resistentes a pragas e insetos. Quase todas

⁴⁹ Devido ao seu largo espectro de atuação mata também a soja comum. Este fato faz como que só possa ser utilizado antes da germinação da semente (MCT, 1999).

⁵⁰ A toxina Bt é utilizada como bioinseticida spray por fazendeiros orgânicos de todo o mundo, que contam com ela como sua principal defesa contra uma série de insetos, inclusive a broca do milho e a lagarta da algodão (RIFKIN, 1999).

essas novas variedades contêm um gene obtido de uma bactéria Bt. Essa bactéria produz uma proteína cristalizada, conhecida como Bt prototoxina. Quando essa toxina é consumida por larvas e insetos alvos, estes têm por destruídos seu sistema digestivo e morrem.

A principal preocupação quanto a utilização desta técnica, gira em torno do aparecimento de superinsetos que ficariam imunes ao Bt, tornando-a inútil como bioinseticida. Alguns casos já foram notificados, como por exemplo, o besouro da batata, a mariposa diamondback e a budworm do tabaco. Em 1996, nos EUA, outro fato acelerou essa preocupação: o algodão Nu Cotn transgênico da Monsanto, esperança de primeira plantação comercial em larga escala da empresa, não responderam aos testes feitos em laboratório. Segundo RIFKIN (1999:89) *“sabe-se que, quando submetidas a condições adversas como o calor e seca, as plantas freqüentemente diminuem sua síntese protéica. No caso do Nu Cotn, as plantas aparentemente reduziram também sua produção de toxina Bt. A lagarta do algodoeiro, entretanto, desenvolve-se melhor em condições secas e quentes”*, resultado: a combinação de baixos níveis de Bt com um elevado número de lagartas gerou quase um desastre para esta safra, caso não fosse pulverizados os campos, à pedido da Monsanto, com inseticidas químicos tradicionais. A preocupação com o meio ambiente também existe, uma vez que a toxina Bt transgênica foi alterada de forma a tornar-se ativa imediatamente após sua produção pelas plantas.⁵¹ Como ela *“não precisa ser ativada pelos ácidos estomacais, pode prejudicar uma gama mais ampla de insetos e organismos do solo. Além disso, permanece tóxica no solo por um tempo três vezes superior”* (RIFKIN, 1999:87) tornando-se mais nociva ao meio ambiente do que sua correspondente natural.

Posteriormente, com o avanço e a difusão destas novas variedades geradas pela biotecnologia, e dada a sua rentabilidade, a empresa passou a adquirir diversas empresas do setor de sementes. O objetivo desta nova estratégia, que já havia sido adotada por algumas empresas nas décadas anteriores, era criar um sistema com capacidade de distribuir novas variedades e características de plantas e outras tecnologias, de forma rápida e em larga escala, para isto contava com a capacitação de seus centros de pesquisa e distribuição, a fim de beneficiar produtores, consumidores e investidores ao redor do mundo. A empresa que já estava investindo em capacidades-chaves como o genoma e na geração de plataformas para ciência

⁵¹ Para uso como bioinseticida a toxina é ativada a partir do seu contato com os ácidos estomacais nos insetos.

básica, passava agora também a definir o que originou-se chamar de "estrutura global de sementes".

Para que ocorresse a integração no negócio de sementes a Monsanto realizou diversas aquisições, principalmente no setor agrícola, aumentando o valor dos ativos em mais de 100%, passando de US\$ 4,30 bilhões iniciais, em 1997, para mais de US\$ 10 bilhões em 1998. A primeira investida da empresa para consolidar esta nova estrutura, e assim estabelecer vantagens competitivas, foi a aquisição da Asgrow em 1997, que passou a comercializar as sementes que continham o gene "Roundup Ready" da Monsanto. Em seguida, foram adquiridas empresas como a Agroceres, a Calgene, a Agracetus, a Dekalb e a Plant Breeding International Cambridge Ltda (PBIC). Realizou também uma parceria com a Delta & Pine, para pesquisas em algodão e uma joint venture com a Cargill, formando a Renessen.⁵² De acordo com o relatório da empresa, os objetivos destas aquisições podem ser resumidos em 3 principais pontos: 1) Criar programas de melhoramento convencional para híbridos de milho, trigo e outros; 2) melhoramento convencional para variedades de soja e desenvolvimento de variedades transgênicas; e 3) a aquisição da Calgene inclui um projeto para o desenvolvimento de cores naturais das fibras de algodão e também do controle de ácidos gordurosos (oleosos) em óleo vegetais, a serem comercializado inicialmente em 2003.

De acordo com a Monsanto, o negócio de sementes integrado ao sistema de "Ciências da vida" possibilitaria a criação de valores advindos de tecnologias avançadas, tendo a semente participação essencial no desenvolvimento de novas variedades. Em outras palavras,

seed is the delivery vehicle for biotechnology traits. Integrating seed into our life sciences system will accelerate the development of new traits and their introduction into new varieties. The combination of breeding and genomics will accelerate the development of new varieties with better quality (RELATÓRIO MONSANTO, 1998:11).

Percebe-se que o foco principal ao adquirir as empresas de sementes é criar uma estrutura que possibilite a ampliação dos negócios da empresa para o resto do mundo, acelerando a introdução de variedades transgênicas e em um segundo momento apropriando-se do germoplasma e da estrutura de distribuição que, em conjunção com a alta tecnologia da empresa possibilitaria criar vantagens competitivas para disputar em âmbito global e difundir

⁵² Primeira organização a criar um sistema que une pesquisa e Desenvolvimento em biotecnologia de sementes, produzindo novas variedades para os diversos mercados do mundo.

seus produtos. Para que se tenha uma noção do valor despendido para se montar esta estrutura, foram gastos, somente para o ano de 1998, 4 bilhões de dólares em aquisições, fusões, alianças, joint ventures e contratos de relacionamento, o que possibilitou à empresa tornar-se líder de mercado para o setor de biotecnologia.

Um outro segmento forte da empresa é o farmacêutico. Este constitui-se o segundo principal setor com vendas em torno de US\$ 2,89 bilhões para o ano de 1998, 18% superior ao volume alcançado em 1997 de US\$ 2,44 bilhões. Estas operações são controladas pela Searle, empresa que desenvolve, produz e comercializa medicamentos para as áreas de artrite, pressão alta, insônia, prevenção de úlceras, oncologia (em *pipeline*) e remédios para a saúde da mulher. Os produtos chaves, em 1998, eram o Arthrotec e o Ambien com vendas de US\$ 346 milhões e US\$ 458 milhões respectivamente. Contudo as atenções passaram a se direcionar para o novo medicamento da empresa: o Celebrex (Celebra no Brasil), aprovado em diversos países para comercialização com potencial para ser o novo blockbuster⁵³ da empresa. Esta aprovação cria a possibilidade da Searle produzir medicamentos clínicos em larga escala e coloca o segmento como uma das principais apostas da empresa para o ano de 1999 e 2000. Em termos de estratégias para a comercialização deste produto, foram estabelecidas duas joint ventures, uma com a Pfizer, para atuar nos EUA e demais países e outra com a Yamanouchi, com atuação no Japão.

O terceiro segmento é o de nutrição, que produz o adoçante conhecido mundialmente o NutraSweet (aspartame) e mais recentemente, ainda em fase de aprovação, o Neotame (adoçante não calórico). Apesar do declínio no volume de vendas em 1%, passando de US\$ 1,55 bilhões (em 1997) para US\$ 1,53 bilhões em 1998, tem sido direcionados elevados recursos para o setor, principalmente no que diz respeito aos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento. Vale ressaltar que a baixa nos níveis de vendas não foi causada pela queda de produção e sim pelo declínio do nível geral dos preços, originados principalmente pelo aumento da concorrência nos EUA e Europa e também pelos baixos preços dos genéricos.

Em relação aos gastos com P & D, a empresa acelerou nos últimos anos estes gastos objetivando garantir mercado com o desenvolvimento de novos produtos advindos de tecnologias avançadas, principalmente aquelas que envolvem biotecnologia. O exemplo mais

⁵³ Produto com vendas anuais acima de US\$ 750 milhões.

claro é o da família Roundup Ready, que passou a ser comercializada em 1997 e tornou-se predominante nos países que haviam liberado o plantio destes produtos. Somente as variedades de soja, que em 1998, diversificavam-se em torno de 300 variedades, em 1999 já existiam cerca de 1000 e outras ainda estão em laboratórios espalhados pelo mundo todo. Isto prova que a empresa já visualizava a importância de se criar laboratórios que utilizassem estruturas científicas modernas possibilitando o lançamento de produtos ano a ano, num espaço de tempo de 5 anos ou mais. Já em 1998 a empresa possuía uma lista de vários produtos em *pipelines*, periodizados entre os anos de 1999 e 2005 para possíveis lançamentos. No total a empresa desenvolve mais de 56 produtos que abarcam tanto a técnicas de biologia vegetal quanto a animal.

Para a empresa os *pipelines* são resultado de investimentos de longo prazo em P & D, com o objetivo de reforçar as franquias chaves e servir como plataforma de crescimento. A maioria destes produtos estão sendo desenvolvidos através de parcerias com outras empresas⁵⁴ ou NEBs (Novas Empresas de Biotecnologia), e dependem do sucesso de fatores como pesquisa, testes de campo e de aprovação das leis vigentes em cada país para que se consiga os retornos esperados. Contudo um único produto pode significar ganhos de mercado, e este setor está cheio de exemplos, vide o caso dos medicamentos e de novas variedades provenientes da biotecnologia.

A Monsanto tornou-se nos últimos anos uma das maiores empresas da indústria ciências da vida. Contudo as aquisições e gastos da empresa fizeram com que ela incorresse em constantes prejuízos, pressionando-a na realização de fusões com outras empresas, como por exemplo com a American Home Products (AHP) e com a Du Pont, mas que não se chegou num consenso. Entretanto, em 3 de abril de 2000, foi oficializada a inesperada fusão entre a Monsanto Company e a Pharmacia & Upjohn, que deu origem a uma nova empresa, a Pharmacia Corporation. Assim, um novo competidor de primeira linha na indústria farmacêutica global foi criado e inicia suas atividades como um dos negócios farmacêuticos de mais rápido crescimento no mundo. Pharmacia Corporation emprega mais de 60.000 pessoas em todo o mundo e atua nas áreas de pesquisa, manufatura, administração e vendas em mais de 60 países. A empresa tem um forte portfólio de produtos farmacêuticos,

⁵⁴ A Renessen possui um pipeline que se baseia principalmente no lançamento de produtos da 2ª geração da biotecnologia (que vão além dos alimentos tradicionais, como a soja transgênica) e que incluem variedades com elevado nível de aminoácidos, fósforo, ferro, teor oleico, de energia e proteínas.

um notável conjunto de produtos em desenvolvimento para o crescimento futuro e investe mais de US\$2 bilhões por ano em atividades de pesquisa e desenvolvimento na área farmacêutica. A meta da Pharmacia Corporation é se tornar a mais bem gerenciada companhia entre as indústrias de seu setor”, segundo o relatório trimestral da nova empresa. (PHARMACIA, 2000:03)

A subsidiária agrícola da nova companhia manteve o nome Monsanto, o que possibilita concluir que as estratégias adotadas pelo segmento agrícola da empresa, analisado anteriormente, não sofrem mudanças e permanece com a mesma estrutura e com a mesma autonomia, só que agora controlada pela Pharmacia Corporation. Isto também pode ser constatado a partir do que vem ocorrendo, dado que em outubro de 2000, a Monsanto lançou suas próprias ações na Bolsa de Valores de Nova York, consolidando sua posição de empresa independente, voltada exclusivamente para a agricultura (GM, 2000).

3.3 - Análise financeira das seis empresas selecionadas para os anos de 1997,1998 e 1999.

A partir do que foi exposto, busca-se provar que as grandes empresas do setor de biotecnologia tem adotado estratégias semelhantes, quais sejam aquisições, fusões, alianças e aumento no volume de recursos destinados à P & D, com o intuito de ganhar mercado tanto em seus países de origem como em economias emergentes como é o caso da brasileira. Importante ressaltar que estas ações, que até 1998 eram comumente realizadas por grandes companhias, nos últimos dois anos passaram também a ser adotadas por outras empresas e laboratórios de biotecnologia⁵⁵, com participação no setor e capitalização de mercado superior a US\$ 1 bilhão. Embora, estas empresas não cheguem a fazer frente as grandes do setor, mostra, contudo, um aumento nos recursos destinados a produção de novos fármacos, aumentando com isso, o nível de concorrência. Este fato, somado ao grande retorno que a biotecnologia proporciona, haja vista que apenas um medicamento pode gerar lucros de mais de US\$ 1 bilhão, pode ser o fator que tenha levado as empresas a fortalecerem o segmento farmacêutico e o estabelecimento do segmento agrícola como algo descontínuo, como aconteceu com a Novartis e a AstraZeneca e mais recentemente com a Monsanto. De acordo com a GM (2000:C-8), *“mais ricas e maiores do que nunca, as empresas de biotecnologia*

⁵⁵ Segundo dados da Gazeta Mercantil (9/10/2000:C-8), o que em 1997 era representado por apenas 9 empresas, hoje, somam cerca de 60, a maioria atuando no setor farmacêutico. Estas se capitalizaram ou pelo lançamento de novos produtos (que jogaram o valor de suas ações para o alto) ou pela aquisição de laboratórios e empresas que estariam desenvolvendo um produto potencial.

procuram fusões e aquisições para ajudar a ampliar seus 'pipelines' de medicamentos, acelerar a pesquisa e desenvolvimento e entrar em novas áreas do setor farmacêutico", bem como estabelecer alianças e joint ventures com as empresas já consolidadas na busca de gerar sinergias entre as diversas pesquisas existentes em seus processos produtivos.

O surgimento de NEBs mais capitalizadas mostram que o setor de biotecnologia tem avançado em altas cifras e passa a ser a atividade *core* de muitas empresas. E estes avanços tendem a gerar mais investimentos nos primeiros anos de 2001, principalmente a partir de uma nova etapa pela qual passa a biotecnologia denominada "segunda geração" dos produtos biotecnológicos levadas a cabo por empresas do nível da Du Pont, Monsanto, Aventis, Bayer e Basf, estas duas últimas passaram a investir em biotecnologia nos últimos anos e passarão também a fazer parte da indústria ciências da vida. Muitas transformações estão sendo previstas por especialistas do setor no que concerne à plena utilização e mudanças no nível de concentração do setor, como também pela conseqüente aceitação das técnicas de biotecnologia, sendo que os alimentos geneticamente modificados que apresentam características farmacológicas, como é o caso da alface contendo antibióticos, pode ter maior aceitação no mercado por parte do consumidor do que as variedades comercializadas até então, como é o caso da soja transgênica. Porém, este assunto foge ao propósito deste trabalho, que procurou estabelecer um estudo detalhado das condições financeiras das empresas em questão, buscando analisar de forma comparativa e tentando mostrar como cada uma se posiciona dentro da indústria ciências da vida e quais as repercussões das estratégias adotadas para o resto do mundo, preferencialmente o caso do Brasil.

Para tanto, tornou-se necessário o condensamento dos relatórios das empresas em uma única tabela, atentando-se para as principais variáveis como, por exemplo, as vendas líquidas, o total de ativos e os gastos em P & D de cada empresa. A comparação é realizada para os últimos três anos (97,98 e 99), salvo o caso da Monsanto, que após a fusão com a Pharmacia não disponibilizou o relatório de 1999 e a Aventis criada em 1999, que apesar de ter elaborado o relatório de 1998, não o fez para o ano de 1997. Passa-se então a análise dos dados da TABELA 24.

Um dado interessante, relatado também nas avaliações anteriores, é o expressivo aumento nos gastos em P & D. Na comparação dos anos estes cresceram pelo menos um ponto percentual e representam um gasto de 10 % em média das vendas líquidas. O que diferencia uma

empresa da outra, é que as quatro primeiras empresas, que já estão a algum tempo inseridas na indústria ciências da vida direcionam cerca de 15 % do valor total das vendas com P & D, enquanto as duas últimas, que começaram a inserir-se neste setor mais recentemente, direcionam cerca de 5% em média. Para se ter uma noção do volume destes gastos, somente estas seis empresas totalizam o valor de US\$ 14,7 bilhões para o ano de 1998 e cerca de US\$ 15,01 bilhões para 1999, um aumento considerável de cerca de 2%, levando-se em conta que não foram computados os gastos da Monsanto.

TABELA 24 - Sumário de Operações das Empresas Ciências da Vida (em milhões de US\$)

Empresas	Vendas Líquidas	Custos de produção	Gastos com P&D	Renda Líquida	Total de ativos	Gastos com P&D(em%)	Número de empregados
Monsanto *							
1998	8.648	8.891	1.263	(250)	16.724	14.6	31.800
1997	7.514	7.148	939	294	10.774	12.5	21.900
Aventis**							
1999	19.192	18.403	3.198	789	42.068	16.4	101.000
1998	18.720	18.085	2.947	635	23.996	15.7	n.a.
AstraZeneca							
1999	18.445	15.888	2.923	2.746	14.602	15.8	58.000
1998	17.117	12.613	2.473	3.142	13.355	14.4	58.300
Novartis ***							
1999	49.165	28.767	6.430	10.084	99.234	13.0	81.854
1998	49.009	26.418	5.915	9.101	85.147	12.3	82.449
1997	42.219	n.a.	5.662	7.886	81.247	12,0	87.239
Du Pont							
1999	26.918	26.202	1.617	7.690	40.777	6.0	94.000
1998	24.089	23.135	1.308	4.480	38.536	5.3	101.000
1997	24.089	22.265	1.072	2.405	36.689	4.5	98.000
Dow							
1999	18.929	16.454	845	1.326	25.499	4.5	39.200
1998	18.441	16.075	807	1.304	23.830	4.4	39.000
1997	20.018	16.781	785	1.802	24.040	3.9	44.100

Fonte: relatórios 1999 e 1998 - Monsanto, Novartis, Aventis, AstraZeneca, Dupont e Dow Chemical

* O relatório de 1999 não foi disponibilizado pela empresa por estar em processo de fusão com a Pharmacia.

** Valor em dólar por Euro de \$ 1,061 em 1999 **Valor em dólar por Franco Suíço de 1,514 em 1999.

Algumas empresas direcionam cifras significativas para este setor na busca de inovações como é o caso da Novartis que despendeu quase US\$ 6,5 bilhões em 1999 (13% do volume das vendas) e a Aventis e a AstraZeneca que direcionaram cerca de US\$ 3 bilhões cada uma (16,4 % e 15,8% do volume das vendas, respectivamente). Isto comprova que as empresas que já têm, tradicionalmente, costume de investir em pesquisa, principalmente as que atuam no setor farmacêutico e agrícola e usam técnicas de biotecnologia, têm maior propensão a investir e assim, criar estratégias que colocam o desenvolvimento de novos medicamentos e variedades como foco principal para o direcionamento de suas ações no mercado. As demais, que apesar de ter atuação nestes setores, mas que são empresas onde predominam os produtos químicos e petroquímicos, direcionam uma menor quantidade de recursos para P & D, dado que em muitos casos já existem produtos consolidados no mercado que não tem sofrido uma

concorrência mais direta ou que, no caso dos polímeros, estão apenas passando por um processo de aprimoramento e diferenciação, e demanda um menor volume de recursos para este fim.

Uma outra variável que assume certa importância nesta discussão é o valor total de ativos. Os aumentos significativos nos ativos de algumas empresas como é o caso da Monsanto, da Aventis e da Novartis, parecem indicar que estas empresas têm direcionado expressiva parte de seus investimentos na obtenção de novas plantas produtivas ou mesmo na construção de novas estruturas. Este aumento no nível dos ativos (máquinas e equipamentos, propriedades, plantas, seguros, inventários, contas a receber, ativos de longo prazo etc.) apesar de aumentar a capacidade de investimento da empresa, gerando ganhos de mercado, ocasionados pelos aumentos nas vendas, pode gerar também lucros reduzidos e até mesmo prejuízo. Exemplos claros são os da Aventis, que apesar de ter aumentado seus ativos em cerca de 43%, passando para mais de US\$ 42 bilhões, apresentou nos últimos relatórios uma renda líquida bastante reduzida (US\$ 635 milhões e US\$ 789 milhões respectivamente) e bastante inexpressiva em relação ao tamanho da empresa e ao volume das vendas (US\$ 19 bilhões) e o caso da Monsanto. Este último é um pouco mais significativo, pois apesar de ter experimentado um aumento de mais de US\$ 1 bilhão de 1997 para 1998, este não foi o suficiente para cobrir o déficit de cerca de US\$ 250 milhões. Um fato que pode ser explicado da seguinte forma: apesar de ter investido cerca de US\$ 6 bilhões de dólares em ativos, adquirindo diversas empresas no mundo todo, passando a figurar como sendo uma das firmas mais poderosas do setor de biotecnologia, fatores externos forçaram a Monsanto a assumir diversas dívidas.

Um exemplo clássico, citado nos capítulos anteriores, foi a aposta nos alimentos transgênicos que iria possibilitar a empresa ganhos altíssimos, mas que não gerou os resultados esperados devido a resistência a estes produtos por parte dos consumidores europeus. Toda a estratégia de marketing e de pesquisa veio a deflagrar um aumento no nível dos gastos que forçaram a empresa a colocar a venda a divisão de adoçantes artificiais, das marcas Nutrasweet e Equal e de gomas biológicas (ingredientes alimentícios para engrossar produtos como condimentos e molhos) para pagar dívidas referentes ao ano de 1998 e 1º trimestre de 1999. Supõe-se que estas dívidas foram os principais fatores que levaram a Monsanto a buscar uma fusão com empresas do porte da Du Pont e da American Home Products que não deram resultados, e que acabaram por terminar com a inesperada fusão com a Pharmacia & Upjohn, uma transação de troca de ações no valor de US\$ 23,3 bilhões. Nesta fusão, realizada em 2000, a Monsanto já

apresentava um lucro líquido de US\$ 525 milhões e ativos no valor de 15,9 bilhões, 800 milhões a menos que em 1999. (GM, 2000:C-6). As demais empresas, que também apresentaram aumentos no volume de seus ativos, conseguiram manter altos os seus lucros, principalmente a Novartis (US\$ 10 bilhões) e a Du Pont (US\$ 7,6 bilhões).

Em relação aos custos de produção, estes aumentaram para todas as empresas e decorrem principalmente do aumento no valor das matérias-primas, onde o maior volume de gastos apresentados nos relatórios apontam para as despesas na produção e vendas de seus produtos. Outras despesas relevantes são as direcionadas para a distribuição e marketing dos produtos que cobrem cerca de 12 % em média do valor dos custos totais (sendo que no caso da Novartis este está próximo dos 20%, ou seja, US\$ 9 bilhões), gastos com administração, pesquisa e desenvolvimento⁵⁶, amortizações etc.

Uma última variável a ser estudada relaciona-se com a questão do emprego. A grande maioria das empresas realizam fusões principalmente para diminuir custos ou de forma indireta, a diminuição no volume de empregos, também com a mesma finalidade: diminuição das despesas. As informações contidas na TABELA 24 não podem explicar com clareza as variações no volume de empregados. Observa-se uma diminuição nos postos de trabalho para a maioria das empresas, exceto para a Monsanto, entretanto, este fato pode ser consequência de uma infinidade de fatores como, por exemplo, aumento no nível tecnológico da empresas, vendas de subsidiárias, declínio dos lucros, etc. O dado mais relevante, e que serve de exemplo, é o da Du Pont, que apesar de ter aumentado o número de empregados de 1997 para 1998 em cerca de 3000 funcionários, apresentou uma diminuição de 7000 em relação a 1999. Este declínio faz parte da estratégia da empresa para eliminar custos e estimular os lucros e decorre principalmente do enfraquecimento no volume de vendas de alguns setores, que passaram a sofrer concorrência direta de produtos líderes de vendas, como é o caso do herbicida Roundup e das variedades transgênicas Roundup Ready nos EUA, que gerou um corte de 800 funcionários na área de produtos agrícolas (cerca de 15 % da força de trabalho da unidade) e de outros 1,4 mil empregos na área de poliéster que vinha apresentando dificuldades nas vendas.

⁵⁶ Gastos relacionados com a compra de laboratórios de P & D de empresas que possuem em seus processos produtivos pesquisas que não são de interesse da empresas adquirente, mas que passam a ser ativos desta nova empresa, sendo posteriormente revendidos ou simplesmente eliminados.

Percebe-se que a partir da análise das estratégias das empresas e de sua situação financeira, a indústria ciências da vida apresenta uma grande dinamicidade, o que pode ser comprovado pelo grande volume de investimentos e transações envolvendo diversas empresas e setores, lucros elevados, com a possibilidade de gerar capacidades de penetração em diversas economias, num processo de internacionalização da produção. A partir do momento em que as empresas vão aumentando a sua participação no mercado, tornando o setor cada vez mais concentrado, ocorre também um certo grau de concorrência entre estas grandes empresas, que buscam através da diferenciação de seus produtos, garantias de patentes e aumento da capacidade de distribuição e pesquisa de novos produtos, tornar-se cada vez mais fortes, o que pode melhorar sua participação no mercado aumentando assim sua influência de ação não só no país de origem como em vários países do mundo. As aquisições e a construção de laboratórios de pesquisas passam a ser a estratégia chave para aumentar a participação em mercados consolidados, por exemplo, os EUA, França e Alemanha e nos mercados potenciais, como o Brasileiro. E como já se tem observado nos últimos anos, as grandes empresas tem montado filiais e laboratórios no Brasil, com o objetivo de explorar as vantagens desta economia.

Diferentemente do que tem ocorrido nos países desenvolvidos, no Brasil o investimento tem sido feitos com maior intensidade para o setor agrícola e não para o farmacêutico, principalmente através da aquisição de empresas de sementes e construção de plantas para a produção de agrotóxicos, como é o caso da fábrica do herbicida Roundup na Bahia. Assim, os mercados brasileiros de agroquímicos e de sementes, são a principal fonte de faturamento destas grandes empresas, embora a Novartis e a AstraZeneca, por exemplo, possuam grande participação no mercado nacional de fármacos com vendas em torno de US\$ 570 milhões (incluindo os setores de sementes e nutrição) e US\$ 229 milhões, no setor agrícola que desponta como sendo o setor mais importante de atuação destas empresas.

No caso da produção de sementes, são estas multinacionais que detêm o controle do mercado⁵⁷. Segundo dados da EMBRAPA, a Monsanto controla 62 % do mercado de sementes melhoradas geneticamente, fato este que decorre principalmente das últimas aquisições da empresa no território nacional, como é o caso da Agrocerec (líder de produção

⁵⁷ O controle internacional do setor de sementes está dividido entre a Du Pont e a Monsanto com vendas de US\$ 1,83 bilhões e US\$ 1,80 bilhões respectivamente, seguidas pela Novartis com US\$ 1,0 bilhão e da AstraZeneca com US\$ 412 milhões. (RAFI e Asgrow, 1999:35)

nacional de híbridos), da FT sementes de Londrina (que passou a se chamar Monsoy) e de parte da Cargill. Outros 33% são divididos entre 5 outras firmas, a Du Pont é responsável por 10% do mercado (posição garantida pela compra da Pioneer), seguida pela Dow Chemical com 8% de participação (que também adquiriu empresas importantes) e a Novartis com 7%. Um pouco mais abaixo estão a Aventis com 5% e a Astra Zeneca com 3%. As empresas nacionais respondem por apenas 5% desta produção. Isto porque no Brasil ainda está em tramitação junto aos órgãos jurídicos a questão da liberalização para plantio e comercialização de sementes transgênicas e que se porventura for liberado pode dar novos contornos a este setor, que já vem se alterando nos últimos anos. De acordo com a GM (2000:Triangulo Mineiro) *“em 1997, o cenário era diferente. As empresas nacionais correspondiam por 75% da produção de sementes alteradas geneticamente. Em contrapartida, a atuação das multinacionais limitava-se a 25 % da produção”*, o que demonstra o rápido processo de aquisição de empresas de sementes realizadas por estas grandes empresas nos últimos anos, período em que começaram a investir no país.

TABELA 25– Sementes tradicionais de milho, o Mercado brasileiro.

	Participação
Melhoristas líderes em 1997	
Agrocerec	26%
Cargill	14%
Pioneer	11%
Novartis	8%
Braskalb	
Melhoristas líderes em 1999	
Monsanto (Agrocerec+Cargill+Braskalb)	60%
Pioneer (controlada pela Du Pont)	14%
Dow AgroScience (comprou a Dinamilho)	5%
Zeneca	3%
Aventis	2%

Fonte: ZERO HORA, Porto Alegre, 9/7/99 citado por HATHAWAY (1999).

Uma análise mais detalhada sobre o setor de sementes de milho mostra que este também tornou-se extremamente concentrado, podendo ser melhor visualizado para os anos de 1997 e 1999, período em que a Monsanto adquiriu as principais empresas do segmento (Agrocerec, Braskalb e Cargill). Os dados da TABELA 25 mostram que no espaço de 2 anos, a multinacional passou de 0% de participação no mercado interno para expressivos 60%, uma mudança drástica para este setor que passou a ser totalmente controlado por multinacionais, dado que a DuPont comprou a Pioneer e a Dow adquiriu a Dinamilho.

Para o segmento da soja, o controle ainda é da EMBRAPA com cerca de 65%, isto porque ainda não foi liberado a comercialização nem a produção de soja transgênica, onde a

Monsanto é líder. Esta multinacional, somente com a aquisição da FT sementes, já controlava 12 % do mercado em 1997 e passou a controlar 18% já em 1999, avançando sobre a participação da EMBRAPA. O principal fator que tem favorecido a Monsanto é a sua capacidade de investimento, o que segundo estimativas da própria empresa, possui recursos da ordem de US\$ 35 milhões para ser utilizados até 2004, e a primeira por ser uma estatal, depende dos recursos destinados pelo Tesouro Nacional para realizar seus investimentos, que já vinham decrescendo nos últimos anos, como poderá ser demonstrado na seção subsequente. A DuPont também passou a figurar com 2% de participação, após a compra da Pioneer. Estas informações podem ser melhor visualizadas na TABELA 26.

TABELA 26 – Sementes de soja, o mercado Brasileiro

Melhoristas líderes em 1997	Participação
EMBRAPA	70 %
Monsoy, da Monsanto (ex. FT sementes)	12 %
Melhoristas líderes em 1999	Participação
EMBRAPA	65 %
Monsoy	18%
Pioneer (controlada pela DuPont)	2%

Fonte: ZERO HORA, Porto Alegre, 9/7/99, citado por HATHAWAY (1999)

Além do milho e da soja, HATHAWAY (1999:41) observa que, “*estas mesmas empresas transnacionais já estão ocupando posições de liderança no melhoramento e venda de sementes em outras culturas como o sorgo, (...) algodão e arroz (já que pretendem lançar variedades transgênicas de algodão e de arroz), por meio da aquisição de empresas estrangeiras que já possuem experiência no mercado*”, ou através de parcerias com instituições e fundações públicas de pesquisa agrícola como é o caso do CENARGEN, da EMBRAPA.

No caso dos agroquímicos, a situação não é diferente. Empresas como a Novartis, Aventis, Monsanto e Zeneca são líderes na produção e comercialização de herbicidas, inseticidas e fungicidas. O mercado brasileiro ocupa a terceira posição a nível mundial, atrás apenas dos EUA e Japão, movimentando recursos na ordem de US\$ 2,5 bilhões por ano, sendo este um dos fatores que tem influenciado a atuação destas empresas no mercado nacional. Apesar de que no ano de 1999 registraram perdas para o setor de aproximadamente 10% em relação a 1998, fechando o ano com US\$ 2,35 bilhões em comparação aos US\$ 2,57 bilhões do ano anterior. Apesar deste decréscimo, este valor é superior a alguns anos anteriores, como por exemplo, 1997 com vendas de US\$ 2,2 bilhões, 1996 com US\$ 1,79 bilhões e 1995 com US\$ 1,54 bilhões, o que gerou cerca de quatro anos de crescimento para o mercado interno,

mostrando que apesar da estagnação do ano passado, o setor encontra-se em evolução. Este fato pode ser visualizado, pelas primeiras estimativas de recuperação para o setor no primeiro semestre de 2000, principalmente pelo conseqüente aumento no nível dos preços e o aquecimento da economia que possibilitou aumento na produção de defensivos agrícolas. De acordo com GM (2000:B-20) “o setor, que depende de matéria-prima importada, foi prejudicado pela desvalorização da real”, contudo, no primeiro quadrimestre de 2000 o aumento das vendas já superava os 20% gerando otimismo para o aumento da produção.

Nos últimos dois anos, observa-se que este setor tem experimentado um processo de concentração, reflexo do que tem ocorrido no cenário internacional, onde as empresas passam a unir forças, direcionando suas estratégias com foco nas suas atividades principais. Estas ações têm repercutido no ranking de vendas das maiores empresas que atuam no mercado agroquímico brasileiro. Um exemplo interessante e que mostra a velocidade com que tem ocorrido a mudança para este setor é o caso da Agrevo (fusão entre Hoeschst e Schering), que em 1998 era a oitava empresa no volume de vendas, com participação de 6,1 % no mercado nacional e volume de vendas de US\$ 155 milhões, já em 1999, após a fusão com a Rhône-Poulanc para formar a Aventis, tornou-se a primeira no ranking, com volume de vendas quase duas vezes superior, em torno de US\$ 300 milhões e participação no mercado de 13,6%. Outros exemplos podem ser enumerados a partir dos dados da TABELA 27.

TABELA 27 – Ranking das principais empresas de agroquímicos no Brasil – 1998 e 1999

Empresas (Ranking)	Vendas (US\$ milhões)	Participação (em %)	Empresas (Ranking)	Vendas (US\$ milhões)	Participação (em %)	Volume mundial (US\$ milhões)
1998			1999			1999
Novartis	318,6	12,4	Aventis	300	13,6	4.676
Zeneca	208,7	8,5	Novartis	288	13,1	4.152
Milenia	211,2	8,3	Milenia	191	8,7	n.a.
DuPont	208,1	8,1	Monsanto	187	8,5	4.032
Cyanamid	207,5	8,1	Cyanamid	177	8	n.a.
Monsanto	184,3	7,2	DuPont	176	8	3.156
Bayer	182,5	7,1	Zeneca	176	8	2.897
Agrevo	155,5	6,1	Bayer	159	7,2	2.273
Basf	145,2	5,7	Basf	138	6,3	1.945
Dow	129,2	5,0	FMC	90	4,5	2.132
Outros	609,0	23,4	Outros	318	14,1	n.a.
Total	2.559,8	100	Total	2.200	100	25.263

Fonte: Elaboração própria do autor através de dados da Andef e Gazeta Mercantil (vários artigos).

Um outro caso mais recente, é o da criação da Syngenta (fusão das unidades agrícolas da Novartis e da AstraZeneca) que passará a controlar cerca de 21 % do mercado interno, tornando-se a líder e cerca de 8% a frente da segunda colocada, a Aventis que possui 13,6%. A nova empresa espera um faturamento recorde para o mercado nacional próximo US\$ 600

milhões. Um outra fusão, já foi anunciada para o ano 2000, *“em março a Basf, outra grande empresa do setor, divulgou a compra da American Cyanamid, por US\$ 3,8 bilhões. Com a aquisição a empresa passará a figurar entre as cinco primeiras indústrias de agroquímicos do mundo”* (GM, 2000:B-20) e passa a ser a segunda no mercado nacional, com participação de 14,3% e vendas em torno de US\$ 315 milhões, para os dados compilados em 1999. Segundo prognósticos da Aventis, as fusões e aquisições tendem a aumentar a junção entre empresas que também atuam na área de biotecnologia, é a *“única maneira de uma companhia conseguir sobreviver e poder gerar mais recursos para investir em pesquisa e desenvolvimento”* (GM, 2000:B-20), visando principalmente o aumento da produtividade e a diminuição de custos.

Outras empresas como a Monsanto, e a Du Pont, quarta e sexta colocada respectivamente, para os anos de 1998 e 1999, não prevêm nenhuma mudança em suas estruturas, por enquanto. No caso da Monsanto, esta ainda se adaptando à fusão com a Pharmacia. A Dow Chemical, que não figurou entre as 10 empresas no ano de 1999, atingindo vendas inferiores a US\$ 90 milhões, bem abaixo do valor de 1998 de US\$ 129 milhões e controle de 5% do mercado, aposta no aquecimento da economia para aumentar sua participação e alcançar os níveis anteriores. E por último a Milenia, única empresa privada de origem nacional a figurar entre as 10 primeiras, é resultado da fusão das empresas agroquímicas Defesa e Herbitecnica do Paraná e tem garantido uma importante fatia do mercado interno, cerca de 8% e vendas em torno de US\$ 200 milhões em média. Recentemente, segundo informações contidas no site da empresa, inaugurou um moderno laboratório de biotecnologia e genética para o seqüenciamento de genes.

CONCLUSÃO.

Na década de 90, as empresas da indústria ciências da vida, tornaram-se extremamente dependentes da biotecnologia, principalmente porque as técnicas tornaram possíveis a produção de novas drogas em quantidades suficientes às exigências da demanda, como por exemplo, a produção de insulina para o controle de diabetes. Possibilitou também o desenvolvimento de novos produtos para o uso na agricultura, como as variedades transgênicas resistentes a pragas, insetos e herbicidas.

Com o desenvolvimento da moderna biotecnologia, as empresas do setor têm se estruturado em torno de suas principais áreas: a farmacêutica e a agrícola, e o que é mais importante, passaram a reestruturar suas plataformas produtivas de forma a consolidar um complexo que comportasse estes setores, juntamente com a área de nutrição, criando então a indústria Ciências da Vida. As aquisições e fusões que se seguiram fizeram parte da estratégia das empresas em aumentar sua participação no mercado, de forma mais ampla, procurando atender a demanda global, principalmente a partir do avanço da globalização e da abertura da economia.

Desta forma, a estratégia adotada pelas grandes empresas de biotecnologia tem sido o direcionamento de seus investimentos em aquisições, parcerias, gastos em P & D e fusões. A compra de empresas de sementes em diversas regiões do mundo, para garantir a disponibilidade de germoplasma para a empresa, bem como o aumento consistente no volume de gastos com P & D, para fortalecerem os pipelines e desenvolverem produtos que possam ser considerados chaves a longo prazo, são características comuns entre as empresas estudadas. Uma outra característica comum é a que relaciona o setor farmacêutico, pois as principais empresas ciências da vida direcionam grande parte de recursos para este (cerca de 80% em média), tornando-se sua a atividade principal, devido ao fato de que os fármacos não sofrem retaliações diretas (como tem ocorrido com as variedades agrícolas transgênicas), sendo também o segmento que apresentam maiores retornos financeiros. Isto demonstra que as empresas têm investido grande parte de seus recursos para garantir e até ampliar sua participação no mercado.

Sem dúvida, o desenvolvimento da moderna biotecnologia e sua conseqüente apropriação pelo setor privado, principalmente pelas grandes empresas, tem tornado o setor cada vez mais concentrado, aumentando o poder e a participação destas empresas nas diversas economias. Este avanço faz com que, economias que tinham importante participação do setor público e de algumas empresas privadas de cunho nacional, se rendam às grandes multinacionais, através da venda de seus patrimônios ou de parcerias que colocam a disposição pesquisas públicas. No caso do Brasil, a participação destas empresas tem aumentado consideravelmente e o número de parcerias também tem-se elevado. Resta saber se está havendo benefícios para o país ou simplesmente, pela necessidade de recursos para dar continuidade a essas pesquisas, estas serão privatizadas.

CAPÍTULO 4 – Pesquisas públicas em biotecnologia: o caso da Embrapa.

INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo delinear as pesquisas com melhoramento vegetal realizadas dentro da Embrapa, com destaque para o Cenargen, principal centro da empresa a utilizar técnicas da moderna biotecnologia para criar variedades geneticamente modificadas. Assinala-se assim o estabelecimento de um novo paradigma, onde a reestruturação produtiva e organizacional torna-se preponderante para adaptação aos novos contornos do mercado. Esta tem sido uma ótica adotada pela Embrapa, que no período estudado, tem incentivado cada vez mais a autonomia de seus centros, principalmente a partir do incentivo a parcerias e acordos com a iniciativa privada.

A partir da análise dos últimos relatórios publicados pela Embrapa, procurou-se estabelecer e delinear quais têm sido as principais políticas adotadas pela empresa e quais as implicações desta para a pesquisa pública. Para tanto dividiu-se este capítulo em 3 tópicos principais. O primeiro faz um apanhado geral de como tem sido direcionado o recurso público para Ciência e Tecnologia. O segundo, aborda a Embrapa, sua estrutura, capacidade de financiamento, principais políticas adotadas pela empresa e para onde estão sendo direcionados seus recursos. O terceiro, analisa o Cenargen como o principal centro da Embrapa a realizar pesquisas em biotecnologia no Brasil, sua estrutura, principais produtos e pesquisas e a questão financeira. Procura-se analisar também se as parcerias realizadas pelo Cenargen junto ao setor privado têm avançado e quais pesquisas estão sendo realizadas com o intuito de saber se os recursos que provêm das empresas são relevantes ou se são apenas o início de um processo de privatização das pesquisas públicas.

4.1 – Capacidade de Investimento do Governo Federal em Ciência e Tecnologia

O setor público brasileiro é considerado o principal investidor em Ciência e Tecnologia. Pesquisas têm sido realizadas, para todos os segmentos (agrícola, tecnológico, químico, novos materiais) há mais de 50 anos e desde então tem passado por diversas reestruturações com o intuito de criar um modelo nacional que possibilite o desenvolvimento científico nacional semelhante ao de países desenvolvidos. Um dos pontos principais foi a criação em 1980 do Ministério da Ciência e Tecnologia, que segundo TIGRE et.al (1999:185) visou articular as

instituições de desenvolvimento tecnológico e “*criar mecanismos permanentes de fomento à pesquisa e formação de recursos humanos de alto nível*”. Assim em um primeiro estágio primou-se por criar uma infra-estrutura que possibilitasse investimentos para todas as áreas de conhecimento científico. Outras instituições também apresentam grande importância no que tange a gastos com P & D, como o CNPq (conselho Nacional de Desenvolvimento Científico), a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) do Ministério da Educação. Estes, em conjunto com outros ministérios, formam a estrutura do Sistema Brasileiro de Ciência e Tecnologia. (TIGRE et.al, 1999).

Nos últimos anos a estrutura institucional deste sistema tem passado por muitas transformações, principalmente com o avanço do pensamento neoliberal e o conseqüente enfraquecimento da atuação do setor público e a abertura comercial que passou a ser incentivada pelos países desenvolvidos. No caso do Brasil, sob a alegação de crise fiscal, o Governo passou a implementar políticas que visavam aumentar a participação do setor privado na alocação de recursos para investimento em C & T, como ocorre no o Japão e com os tigres asiáticos, onde os investimentos privados já superam os do setor público.⁵⁸ Esta política tem gerado alguns efeitos em relação a captação de recursos para P & D, expectativas apontam uma tendência de aumento para os últimos anos. As previsões são de que os gastos com P & D possam alcançar cerca de 1,5 % do PIB, bem superior aos gastos anteriores que representam pouco mais de 0,5 % do PIB. De acordo com dados apresentados por TIGRE et.al. (1999:186) “*em 1990, o Governo era responsável por 72,5 % dos investimentos em C & T, enquanto as empresas respondiam por 22,2 %. Em 1997, a participação do Governo foi reduzido para 64,3 % e a participação das empresas subiu para 31,6 %, um aumento de 121%*”. Em relação ao aumento no nível de investimentos nesta área, o acréscimo foi de 68% em relação a 1990, onde o volume de recursos era da ordem de US\$ 6,41 bilhões passando a 10,7 bilhões em 1997, com tendência de aumento para os próximos anos. (MCT, 1998).

Esse aumento nos recursos e o possível aumento na participação do setor privado levanta alguns questionamentos: 1) Será que o aporte de recursos privados é significativo no computo geral dos gastos com C & T para as diversas pesquisas; 2) dado que as empresas investem

⁵⁸ Enquanto no Brasil a participação das empresas privadas nas atividades e C & T atinge 30%, nos países avançados ela chega a alcançar mais de 70 %, como é o caso do Japão. Tendência semelhante tem-se se

somente naquilo que é rentável e possibilite ganhos de mercado com a venda de determinado produto, não ocorrerá um direcionamento para pesquisas consideradas de ponta em detrimento de outras “menos relevantes”. Ambas as considerações têm que ser levadas em consideração quando se incentiva uma política desta envergadura, não somente pelo fato de terem gerado efeitos positivos em outras economias ou pela simples necessidade de financiamento do setor público. A questão social tem que ser colocada em evidência.

Outras políticas têm sido adotadas pelo Governo, visando aumentar o nível de captação de recursos, tanto nacionais quanto internacionais, e a implementação de alguns programas, como, por exemplo, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), implementado em 1985, com o objetivo de formar e treinar profissionais, desenvolver infra-estrutura de laboratório e estabelecer mecanismos de interação entre universidades, institutos e a indústria. As captações destes recursos são em sua maioria, realizadas na forma de empréstimos internacionais com contrapartida nacional. Na primeira fase, o PADCT I (1985-1990), os gastos foram de US\$ 172 milhões (US\$ 72 milhões de empréstimos internacionais e US\$ 100 milhões de recursos públicos), o que representa um gasto anual de cerca de US\$ 28,73 milhões. Sendo que somente em 1990 este valor apresentou um crescimento de mais de 100 %, elevando-se para US\$ 70 milhões, gerado principalmente, pelo aumento de 380 % nos gastos com o FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), de US\$ 13,01 milhões para US\$ 48, 37 milhões. Em relação a biotecnologia, dos 104 projetos aprovados pelo PADCT, 16 foram para este segmento, sendo que a maioria deles (14 projetos), concentrou-se na área de pesquisa agrícola. Estes exigiram investimentos de cerca de US\$ 23 milhões.

O PADCT II (1991-1996) contou com uma dotação orçamentária de US\$ 290 milhões (US\$ 140 milhões de empréstimos e US\$ 150 de contrapartida nacional) para o financiamento de 1816 projetos desenvolvidos por 350 instituições. Cerca de 158 projetos foram para a área de biotecnologia que demandou para este período investimentos de US\$ 76 milhões. O PADCT III (1997-1999) teve seus recursos aumentados, com o acordo do Governo Federal e o Banco Mundial, financiador de US\$310 milhões, o que somados com os US\$ 50 milhões da iniciativa privada perfazem um valor de US\$ 360 milhões, sendo que para o setor de biotecnologia direcionou-se um valor de US\$ 28,8 milhões. (MCT, 1999) Outros gastos do

observado nos países do Sudeste Asiático. Na Coreia do Sul os gastos totais em P & D, evoluíram de 34% em

Ministério da Ciência e Tecnologia, além do PADCT, podem ser direcionados pelos programas: CNPq e FINEP. Dos 14 projetos aprovados pelo CNPq, relacionado com biotecnologia e meio ambiente, foram gastos em 1999 aproximadamente US\$ 12 milhões. No caso do FINEP, os gastos são quase irrisórios, cerca de US\$ 2,5 milhões desde 1997, já que em 1999 foram investidos apenas US\$ 28,9 mil. Totalizando estes valores para o ano de 1999, os três programas somam investimentos em biotecnologia da ordem R\$ 34 milhões em todo o país (MCT, 1999). Estes dados mostram que apesar de ser considerada uma área prioritária pelo Governo Federal, a biotecnologia recebe recursos que ainda estão aquém do seu potencial previsto.

Segundo dados da Gazeta Mercantil (2001:A5), o Governo brasileiro decidiu incrementar os recursos para a área de ciência e tecnologia para 2001. O orçamento para o setor saltou de US\$ 559 milhões, em 2000, para US\$ 876 milhões em 2001. Os investimentos oriundos da indústria brasileira também estão sendo incentivados, como ressaltado anteriormente. Em janeiro de 2001, o governo brasileiro anunciou um pacote de incentivos para as indústrias de informática se instalarem no país. O mesmo vem acontecendo com a biotecnologia, por isso, o Governo Federal através da FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos, subordinada ao ministério da Ciência e Tecnologia, organizou no início de 2001, uma rodada de negócios entre investidores e empreendedores (GM, 23 de janeiro de 2001: C-4) como intuito de criar incentivos às novas empresas do setor de biotecnologia. Esta rodada já havia acontecido no ano de 2000, contudo para empresas já constituídas, e não para empresas que estão começando agora ou em fase de incubação, como é o caso de empresas do pólo de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Porto Alegre. No ano passado, o CNPq também direcionou recursos para a biotecnologia, principalmente para o projeto Genoma Brasileiro, na ordem de R\$ 8 milhões em parceria com entidades privadas e para a capacitação de cientistas.

Um outro ministério que também direciona recursos para pesquisas em biotecnologia é o Ministério da Agricultura e do Abastecimento. No caso do Brasil as pesquisas referentes a biotecnologia são em sua maioria realizadas para o setor agrícola, área em que o país possui maior capacidade tecnológica para fazer frente as grandes empresas. Estes recursos, R\$ 500 milhões em média⁵⁹, são direcionados para a EMBRAPA, que se encarrega de aplicar estes

1991 para 81% em 1998. (TIGRE, 1999)

⁵⁹ Recursos estes que não são direcionados em sua totalidade para gastos com biotecnologia (embora estes sejam difíceis de se quantificar, dado que vários centros utilizam técnicas de biotecnologia (convencional e modernas).

investimentos em pesquisas agropecuárias em várias regiões do Brasil. Parte daí a premissa de que somente a EMBRAPA poderá (ou não) concorrer com empresas do porte da Monsanto, Novartis e Aventis, isto porque, apesar de possuir centros de pesquisa altamente capacitados, esta empresa é pública e depende dos recursos que são direcionados pelo Governo Federal, os quais tem oscilado nos últimos anos, sendo considerados insuficientes para cobrir os custos dos projetos em andamento. De acordo com VALADARES (1997:7) "*in recent years, due to reduced financial support from the government for agriculture, EMBRAPA has had to compete with other institutes and university for money*". Este aumento de "concorrência" pública tem gerado diversas reestruturações na empresa, como por exemplo, o incentivo dado aos pesquisadores para associarem-se e obter recursos com empresas privadas, a fim de desenvolverem produtos que sejam competitivos e possam criar concorrência.

4.2 – A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Criada em 1972, para substituir o antigo Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária (DNPEA), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) passou a coordenar os diversos centros de pesquisa, presente em todos os estados brasileiros, executando pesquisa fundamental e aplicada com o intuito de desenvolver produtos, processos e serviços demandados pela sociedade.⁶⁰ Conforme aponta ALMEIDA (1997:109) a EMBRAPA representou "*uma mudança de caráter substancial no mecanismo existente, abrindo amplas possibilidades para o estabelecimento de um modelo em condições de fazer face ao desafio da modernização da agropecuária brasileira*". A estrutura organizacional da empresa é formada por uma sede, em Brasília, composta por 14 órgãos assessores (secretarias, assessorias e departamentos) e 37 unidades descentralizadas, divididas em 3 áreas de pesquisa (nacional, temático e ecorregionais) e uma unidade de serviços especiais.

No decorrer dos anos, a EMBRAPA passou por diversas reestruturações, incorporando novas tecnologias e campos de atuação, introduzindo planos gerenciais e estabelecendo prioridades de trabalho para que pudesse adaptar-se as diversas mudanças ocorridas no cenário econômico nas últimas décadas, capacitando a empresa a desenvolver produtos que sejam competitivo tanto nacional quanto internacionalmente. Para tanto, desde sua criação, ficaram

Acredita-se que cerca de 10 % do valor total de recursos seja para biotecnologia, dos quais a maioria é direcionada para o CENARGEN, centro especializado nestas técnicas). (RELATÓRIO EMBRAPA, 1998).

estabelecidos algumas linhas de pesquisas estratégicas, como é o caso da soja, milho, trigo, melhoramento genético vegetal (criação de novas variedades de plantas) e animal, etc. Os resultados destes projetos passaram a ser paulatinamente incorporados dentro do processo produtivo, gerando aumento de competitividade (dado que os produtos geralmente são mais baratos e apresentam qualidades semelhantes aos de variedades privadas), garantia da sustentabilidade dos recursos naturais (uma das premissas da empresa), redução de desequilíbrios sociais, melhoria do nível nutricional e da qualidade de vida da população e por último, importante fonte de recursos próprios da empresa. De acordo com o Relatório da EMBRAPA (1997:09), pesquisas referentes ao desenvolvimento de cultivares mais produtivos, desenvolvidas pela empresa ou em regime de parcerias com empresas privadas, passaram a ter participação mais expressiva na economia nacional, *“no caso do arroz de sequeiro, as cultivares da EMBRAPA ocuparam mais de 88% da área, enquanto no cultivo de trigo este percentual foi estimado em 55%, de soja, em 48% e de feijão, em 47%”*(RELATÓRIO DA EMBRAPA, 1998:11), mostrando que a Embrapa possui uma posição economicamente consolidada na economia nacional, com capacidade de gerir, a partir da comercialização de seus produtos, uma maior volume de recursos próprios.

Aliás, esta tem sido uma das principais estratégias da EMBRAPA para alavancar recursos, dado que os recursos do Governo Federal não têm sido suficientes para gerir a empresa. Estes não apresentaram evolução no decorrer dos últimos anos⁶¹, embora, em contrapartida, os custos com pessoal, novas tecnologias e equipamentos sejam mais altos e cada vez mais presentes nos centros de pesquisa da empresa. Uma das políticas adotadas para tentar solucionar esta necessidade de recursos tem sido a busca por aumentar as receitas próprias da empresa. Nos últimos anos esta cifra tem-se elevado, passando a ser uma variável importante na tentativa de gerir recursos para os projetos em andamento e os que ainda estão em fase de aprovação. Este passaram a responder, em média para os últimos 4 anos, por cerca de 10% da renda total da EMBRAPA. Uma outra política que poderia ser salientada é o incentivo que a empresa tem dado aos pesquisadores *“to associate with and obtain financial support from private companies focusing on new markets and products, aiming at increasing competitiveness and efficiency”*(VALADARES, 1997:07). Os resultados aparecem na forma

⁶⁰ A EMBRAPA foi criada sob a forma de empresa pública com personalidade jurídica de direito privado, patrimônio próprio e autonomia administrativa. (RELATÓRIO, 1995:08)

⁶¹ Nos últimos anos, a EMBRAPA teve que competir com outras universidades e institutos pelos recursos federais, o que de certa forma, influenciou no direcionamento das pesquisas e nas políticas de financiamento e parcerias da empresa. (VALADARES, 1997)

de maiores recursos provenientes de empresas privadas, do exterior e de outros ministérios, com o intuito de financiar projetos de interesse por parte destes últimos, todos alocados em P & D. As principais fontes de renda da EMBRAPA podem ser vistas na TABELA 28, que enumera no decorrer dos últimos quatro anos (95/98), como tem sido direcionados e de onde provêm estes recursos.

O Tesouro Nacional é o grande financiador dos projetos da EMBRAPA, respondendo por envio de recursos na ordem de 80% do total, em média para os últimos anos. As Fontes Externas que em 1995, representavam cerca de 15% dos recursos financeiros da empresa, sofreram uma grande queda, passando a representar cerca de 8 % em 1996 e 1997, e menos de 4% em 1998. De acordo com o RELATÓRIO DE ATIVIDADES (1998:33) esta queda é uma resposta aos “*novos parâmetros de seletividade associados aos empréstimos internacionais*”, que obriga as organizações a buscarem políticas alternativas, como por exemplo as parcerias com outras empresas ou um esforço redobrado para gerar receitas próprias. No caso, a EMBRAPA tem procurado se adaptar aos “*novos tempos*”, passando a incorporar o planejamento estratégico como um instrumento de trabalho, tendo em vista a necessidade de aprimorar sua visão prospectiva e ajustá-la ao intenso ritmo das recentes mudanças. Para ALMEIDA (1997:15), “*torna-se cada vez mais urgente se capacitar para gerar receitas e se dotar de maior flexibilidade em relação à dependência de recursos públicos para custear a pesquisa agropecuária, sem prejuízo das responsabilidades sociais previstas em sua missão institucional*”. Isto porque a EMBRAPA, por ser uma empresa pública com personalidade jurídica de direito privado, pode realizar convênio, contratos de prestações de serviços, parcerias com empresas privadas e vendas de seus produtos.

TABELA 28 – Recursos Financeiros da EMBRAPA (em R\$)

	1995	1996	1997	1998
Fontes				
Tesouro Nacional	219.061.967	198.790.498	76.678.668	60.363.214
Fontes Externas	78.001.846	47.634.202	47.258.533	19.857.661
Receitas próprias	38.162.577	50.854.663	55.023.404	39.016.611
Fundo Social de Emergência	82.952.724	249.800.000	383.327.979	407.792.277
Contra-partida (Tesouro)	50.286.772	19.434.765	15.700.000	12.600.000
TRTN - Serviço da Dívida	36.629.320	23.791.102	16.273.054	31.429.855
Saldo do Exercício anterior	12.490.058	16.675.694	2.017.698	—
PIN-PROTERRA	—	6.232.689	—	—
Doação	—	—	—	341.880
Total	517.585.264	613.213.613	596.279.336	571.401.498

Fonte: Relatórios de Atividades da EMBRAPA – 1995, 1996, 1997 e 1998.

Como salientado anteriormente, a EMBRAPA possui uma linha de sementes básicas (soja, feijão, arroz, milho e trigo) que tem uma importante participação no mercado nacional e sua

comercialização representa importante fonte de recursos para a empresa. Estas variedades são desenvolvidas nos centros de pesquisa especializados da empresa e tem como principal característica, e diferencial de mercado, a alta produtividade por hectare, por serem desenvolvidas levando em consideração as condições (climáticas, do solo etc) das regiões brasileiras. Por exemplo, as variedades de soja da EMBRAPA, que são comercializadas em vários estados, foram desenvolvidas para se adaptar às diversas realidades brasileiras e passaram a ser amplamente aceitas por diversos produtores rurais.

A comercialização e distribuição destas sementes são realizadas pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas (SPSB), hoje Embrapa Sementes Básicas. Criado em 1975, O SPSB foi de fundamental importância para a consolidação da EMBRAPA como líder no setor de sementes a nível nacional, bem como serviu para a ampliação dos limites de expansão da indústria brasileira de sementes. (ALMEIDA, 1997) Como abordado anteriormente, nos últimos anos a produção concentrou-se fundamentalmente em torno de seis principais produtos, quais sejam: arroz, batata, feijão, milho e trigo. Contudo, comercializa-se, além destas, diversas variedades de sementes como, por exemplo, o algodão, a aveia, sorgo e girassol e outras variedades não-tradicionais como o dendê, essências florestais e mudas de espécies frutíferas. Dados do Relatório de 1998 mostram que a produção e comercialização de sementes e mudas contemplaram 43 cultivares de 36 espécies, totalizando cerca de 11.354 toneladas de sementes (das quais foram vendidas 9.425 toneladas) e uma renda estimada em torno de R\$ 11,75 milhões. Deste valor, 82 % foram provenientes da venda de sementes e 3,6 % de mudas e representa também uma queda de 16,7% em relação a 1997, ano em que a empresa alcançou o seu maior nível de produção para a década, com cerca de 13.155 toneladas. Tais dados podem ser vistos na TABELA 29 que mostra a variação da produção e da venda de sementes para os anos de 1995 a 1998. Estima-se que somente as vendas de soja tenham proporcionado boa parte dos recursos próprios para a empresa, totalizando vendas de 3,4 mil e 2 mil toneladas para os anos de 1997 e 1998 e uma participação de 70% e 60% do mercado interno, respectivamente. (HATHAWAY, 1999)

A tabela aponta também, um crescimento contínuo para os três primeiros anos, considerando o aumento na produção de culturas como a soja, trigo e arroz que ultrapassaram 2 mil toneladas. As vendas mostram-se bastante inferiores ao valor da produção, mas, apresentam a mesma tendência de aumento até 1998, onde sofrem uma ligeira baixa, retornando aos patamares de 1995. A queda no volume da produção e venda (observado na tabela) foram

derivados principalmente do decréscimo na produção de soja, do trigo (derivado das políticas de importação adotadas pelo governo) e do algodão. Outros fatores, que influenciaram as variações de produção e venda, podem ser enumerados: ações de preços internos e externos, condições climáticas, avanços tecnológicos, estoques de produção agrícola, antecedência do planejamento de produção de sementes básicas e classificação das sementes como de primeira qualidade⁶².

Tabela 29 – Evolução da produção e vendas de sementes básicas na EMBRAPA

Ano	1995		1996		1997		1998	
	Produção	Vendas	Produção	Vendas	Produção	Vendas	Produção	Vendas
Produto								
Algodão	465,8	212	739	348	975,2	987	201,3	169
Arroz*	1.722	1.617	2.160	1.619	2.142,4	1.864	2.075,3	2.056
Aveia	237,3	24,5	330	133	405,1	233	287	195
Batata	1.717	1.017	1.789	1.237	1.631,7	1.459	2.059	1.752
Feijão	1.641,3	1.188	1.220	1.751	1.258,5	1.409	1.647	1.555
Milho**	1.185	1579	1.212	1.234	1.075,8	1.381	1.003	776
Soja	3.327	2.068	2.910	2.369	3.392,5	3.393	2.716	2.070
Trigo	1.318,6	1.537	2.350	1.295	2.013,3	926	555	532
Outras sementes	164	203	210	87,5	215,5	202	619	239,6
Total	11.142	9.449,6	12.941	10.090	13.155,5	11.908	11.354	9.425,6

Fonte: Relatórios anuais de atividades da EMBRAPA – 1995, 1996, 1997 e 1998.

*Arroz de sequeiro e irrigado

** Milho híbrido e variedade

Produtos como o feijão e a batata foram os únicos produtos a aumentarem os volumes de produção e venda, balanceando em partes as perdas das demais culturas. O prognóstico, para safras de 1999 e 2000, é que a produção permaneça constante ou sofra algumas quedas para algumas culturas. O caso da soja é bastante significativo, conforme abordamos no capítulo anterior, pois, a EMBRAPA tem perdido mercado no setor de sementes para as empresas multinacionais do porte da Monsanto, Aventis e Novartis, que agora já tem uma participação de 40% do mercado e com tendência de aumentar esta participação em decorrência dos altos investimentos que vem realizando nos últimos anos. Estas também têm concentrado suas operações para o setor agrícola na cidade de Uberlândia, considerado um ponto estratégico para o desenvolvimento e distribuição de novas variedades, região onde a Embrapa nos últimos anos tem apresentado um maior grau crescimento.

⁶² De acordo com ALMEIDA (1997:124) nem toda a produção de sementes resulta, por razões técnicas, em produto comercial, segundo o SPSB, para os anos de 1991, 1992 e 1993, da quantidade bruta recebida, cerca de 76% das sementes foram classificadas como de primeira qualidade, e destas 69% ficaram dentro do padrão técnico e 7% fora do padrão. Da parcela de 69 % encaminhada aos produtores, “foram comercializadas 61% e 8% não o foram, por razões de mercado. No cômputo final, portanto, das 15.170 toneladas de sementes brutas recebidas, em média, nos três anos, foram comercializadas 9.174 toneladas como sementes básicas (61%), devido a procedimentos normais de manutenção da qualidade de semente, e 4.854 toneladas como grãos (32 %). Com sobras comerciais restou apenas 6% do total produzido”.

A entrada das grandes corporações gerou uma modificação na participação da Embrapa no mercado nacional, não somente para a soja, como também para outros produtos, uma vez que a Embrapa, por possuir centros especializados em diversos estados, desenvolve variedades para serem comercializadas, como é o caso do milho e do algodão. Este aumento no nível de concorrência ocorreu principalmente a partir da segunda metade da década de 90. Antes deste período, mercado de sementes era controlado pela Embrapa, que tinha suas variedades plantadas em quase todo o Brasil, dividindo-o apenas com empresas de pequeno e médio porte como é o caso da Agroceres e FT Sementes. Assim, até o final da década de 80, o sistema nacional de produção e vendas de sementes era estruturado em torno de centros de pesquisas e instituições nacionais, como é o caso dos centros da Embrapa, por empresas e institutos estaduais, como por exemplo a EPAMIG e o IAPAR etc, e por empresas privadas nacionais. A participação das grandes empresas era reduzida (fato que se modificou somente a partir da aquisição das principais empresas de sementes). Parcerias foram criadas com cooperativas e empresas visando a distribuição de sementes desenvolvidas pela Embrapa, nos seus diversos centros, favorecendo a difusão da tecnologia Embrapa. O que se percebe é que a reestruturação do sistema nacional, gerou aumento da concorrência para o setor de sementes e o enfraquecimento da participação da Embrapa, induzindo a elaboração de políticas estratégicas com o objetivo de estabelecer metas para o aumento da produtividade, da qualidade dos produtos e de incentivos para a captação de recursos para as pesquisas.

Todas estas mudanças analisadas anteriormente são de grande importância para o desenvolvimento tecnológico da Embrapa, pois possibilita um maior contato com novas tecnologias e fortalece a preocupação, pelo menos dentro da empresa, na busca de capacitação, tanto organizacional como tecnológica. Todavia, o que tem gerado problemas é, sem sobra de dúvida, o baixo orçamento direcionado pelo Governo Federal à Embrapa, o mesmo volume (cerca de R\$ 550 milhões em média) desde 1996. Assim alguns centros que conseguem alavancar recursos próprios, diante dos cortes de verbas, conseguem dar andamento as suas pesquisas. Entretanto, aqueles que não possuem estas características são obrigados a abandonar algumas pesquisas em detrimento de outras, que já estão em andamento há mais tempo. Na TABELA 30 abaixo estão relacionados os gastos da Embrapa com os principais centros, que se relacionam, mesmo de forma reduzida, com a biotecnologia agrícola, e como se pode observar, o Cenargen é um dos únicos que teve suas verbas aumentadas quando se analisa os anos de 1995 a 1998.

A queda dos recursos públicos reflete-se também na diminuição de profissionais atuantes na empresa, levadas a cabo pelas políticas de contenção de gastos do Governo Federal e pelo programa de demissão voluntária adotada pela empresa em meados de 1996. Uma observação mais detalhada para os centros de pesquisa listados na TABELA 30, mostra um contínuo decréscimo tanto de pesquisadores (I e II) quanto de pessoal de suporte, fato que não acontece somente para o Cenargen. Em 1998, a força de trabalho da Embrapa era composta de 8.660 empregados, sendo 23,9% de pesquisadores e 76,1 % de pessoal de suporte. Em 1995, os empregados eram em torno de 9.850, sendo que 22,3% eram pesquisadores e 77,7 % da categoria de suporte. Nota-se uma redução em termos percentuais de 14%, sem, contudo modificar a estrutura de participação das duas classes de trabalhadores.

TABELA 30 – Realizações Financeiras da Embrapa para os anos de 1995, 1996, 1997 e 1998 (em R\$)

Centros Nacionais e Temáticos	EMBRAPA							TOTAL
	CENARGEN	ALGODÃO	ARROZ E FEIJÃO	MILHO E SORGO	SOJA	TRIGO	SEMENTES BÁSICAS	
Realizações Financeiras (1995)	16.527.023	7.199.952	10.368.969	14.957.904	11.439.573	9.276.806	17.759.321	87.529.548
Custeio	1.989.141	1.067.202	1.074.423	2.602.675	1.580.664	1.109.612	8.271.696	17.695.413
Capital	4.052.231	776.164	728.857	1.750.074	1.502.213	945.225	1.315.303	11.070.067
Pessoal	10.530.651	5.356.586	8.565.689	10.605.155	8.356.696	7.221.969	8.172.322	58.809.068
Pesquisador (I e II)	114	42	61	73	62	57	21	430
Suporte	167	174	308	341	262	193	265	1.710
Realizações Financeiras (1996)	25.155.778	8.684.386	15.410.874	19.947.143	15.497.469	12.627.239	26.907.386	124.230.275
Custeio	2.712.536	1.171.397	1.577.086	2.913.535	2.228.517	1.322.584	10.494.176	22.419.831
Capital	7.004.345	291.368	1.069.582	3.346.694	1.110.472	1.032.521	1.470.100	15.325.082
Pessoal	15.438.897	7.221.621	12.764.206	13.686.914	12.158.480	10.273.134	14.943.110	86.486.362
Pesquisador (I e II)	114	39	52	70	61	55	17	408
Suporte	161	166	269	315	237	176	249	1.573
Realizações Financeiras (1997)	20.639.988	7.654.760	12.200.051	16.984.602	14.009.195	11.362.502	24.643.586	107.494.684
Custeio	3.754.994	986.938	1.239.654	2.378.846	2.182.329	1.221.950	10.115.961	21.880.672
Capital	3.366.193	50.391	443.854	2.171.606	1.329.619	1.047.012	754.837	9.163.512
Pessoal	13.518.801	6.617.431	10.516.543	12.434.750	10.497.147	9.093.540	13.772.788	76.451.000
Pesquisador (I e II)	112	40	51	67	67	57	15	409
Suporte	166	163	291	286	233	167	238	1.544
Realizações Financeiras (1998)	19.404.666	9.092.573	11.718.025	14.654.416	12.863.734	9.876.538	n.a	77.609.952
Custeio	5.520.276	986.644	1.452.871	3.042.011	2.357.621	1.231.547	n.a	14.590.970
Capital	223.543	82.117	58.946	243.189	66.591	8.983	n.a	683.369
Pessoal	13.706.366	8.023.812	10.206.208	11.369.216	10.439.522	8.636.008	n.a	62.381.132
Pesquisador (I e II)	114	40	53	64	67	56	n.a	394
Suporte	175	159	285	260	227	163	n.a	1.269

Fonte: Dados compilados pelo autor a partir dos Relatórios da Embrapa – 1995, 1996, 1997 e 1998.

4.3 - Análise Institucional e Políticas adotadas pela Embrapa

A partir de 1995, com a introdução do Plano Gerencial, a Embrapa passou por uma reformulação, que além de estabelecer novas diretrizes e objetivos para a empresa, procurava também introduzir, dentro dos conceitos tradicionais de administração já adotados, outros modelos utilizados pelas empresas privadas, quais sejam, "Cultura Organizacional" e "Qualidade Total", e ferramentas gerenciais, como é o caso do planejamento estratégico⁶³. (RELATÓRIO, 1995) Outros esforços foram importantes para a época, como por exemplo, a implementação do Sistema Embrapa de Planejamento (SEP), o Sistema Embrapa de Informação (SEI) e o Sistema de Acompanhamento e Avaliação de Desempenho Individual (SAAD), que nos anos seguintes serviram para organizar as ações da empresa no que tange a formação profissional e capacitação técnica no atendimento da demanda e facilidade de levar as informações da empresa a sociedade.

Estas estratégias gerenciais adotadas pela Embrapa levaram em consideração algumas tendências (nacionais e internacionais) identificadas pela empresas nos anos precedentes e que podem ser resumidas dentro dos seguintes tópicos: 1) Os mercados nacionais tendem a se integrar numa economia global, com a queda sucessiva de barreiras físicas, políticas, tecnológicas e tarifárias; 2) A produção de bens passou a ser cada vez mais dependente da Ciência e Tecnologia e da existência de recursos humanos cada vez mais capacitados; 3) O acesso à informação e a velocidade com que ela trafega entre pessoas e mercados tornaram-se cada vez mais importantes com o decorrer dos anos; 4) A sustentabilidade, particularmente no que se refere ao meio ambiente, continua essencial em qualquer projeto de desenvolvimento humano; 5) O Governo brasileiro passou a adotar políticas de reforma do Estado nos âmbitos federal, estadual e municipal, sem prazo para terminar, em que se questiona o papel do Estado e a gestão dos recursos públicos; 6) As demandas sociais são crescentes, o que implica maior competição por recursos públicos forçando o Estado a reduzir sua participação no financiamento de novos projetos; 7) Compromisso prioritário do Governo com a estabilidade econômica e conseqüente eliminação de subsídios; 8) Maior participação do setor privado no financiamento dos projetos de Ciência e Tecnologia. (RELATORIOS 1995, 1996, 1997)

⁶³ A Embrapa vem passando por reformas significativa que resultaram na internalização de conceitos importantes, tais como cliente, mercado, parceria, cadeia produtiva, sustentabilidade, P & D, enfoque sistêmico, etc. (RELATÓRIO, 1997)

Assim elaboradas, estas tendências deram um novo contorno às estratégias da Embrapa que passaram a priorizar a geração, a promoção e a transferência de conhecimentos e tecnologias para os segmentos de ação da empresa (agropecuário, agroindustrial e florestal), de forma sustentável e em benefício da comunidade. A empresa passou a estabelecer novos objetivos (aumento da eficiência, adequação dos produtos às demandas dos consumidores, transferência de informações, promoção de saltos quantitativo na pesquisa, etc.) e princípios (parcerias com outras instituições e com a iniciativa privada), enfoque de sistemas, Pesquisa e Desenvolvimento, Cadeia produtiva, Qualidade Total, demanda/pesquisa orientada para o mercado, etc.), que visam prioritariamente, a modernização institucional, desenvolvimento de recursos humanos, melhoria da pesquisa, cooperação internacional, participação no mercado e captação de recursos financeiros, informação, comunicação e apoio a programas prioritários do Governo (Agricultura Familiar e Reforma Agrária). (RELATÓRIO EMBRAPA, 1997)

O Plano Gerencial de 1995, também preconizou a adoção e implementação do Sistema de Avaliação e Premiação por Resultados (SAPRE), que tem como principal objetivo incentivar a produção de todos os centros e profissionais na Embrapa. Este sistema constitui-se um dos principais projetos estratégicos da Diretoria Executiva. A Avaliação é centralizada na diretoria da empresa e sua execução é feita sob a coordenação da Secretaria de Administração Estratégica – SAE. O SAPRE foi implementado com quatro componentes básicos: dois para a avaliação e premiação institucional das unidades da empresa (sob responsabilidade da sede) e mais dois para a avaliação e premiação de equipes e funcionários, que fica a cargo de cada unidade. (RELATÓRIO, 1998) Nos primeiros anos (1996 e 1997) levou-se em consideração a análise de três principais indicadores, como a eficácia (cumprimento quantitativo e qualitativo das metas), eficiência relativa⁶⁴ e imagem. Em 1998, foi introduzido outro indicador para a avaliação das unidades descentralizadas, que visava analisar o aumento de eficiência (produção/custo) observados nos anos anteriores, denominado de produtividade. Em 1999, o SAPRE passou por uma nova reformulação, onde passou-se a analisar a qualidade técnica de cada unidade e em 2001, prevê-se a instauração da análise de impacto sócio-econômico, o que capacita este sistema a realizar uma ampla avaliação da empresa, tornando-a mais competitiva e capacitada.

⁶⁴ A análise deste indicador baseia-se num modelo em que um conjunto de indicadores de desempenho, agrupados em 4 categorias, que medem a produção anual de cada unidade (produção técnico-científica, produção de publicações técnicas, difusão de tecnologia e imagem, desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos), é relacionada um conjunto de insumos que consideram os gastos incorridos para a realização desta produção. (relatório, 1996)

Os resultados da implantação deste sistema foi extremamente positivo para a empresa, tanto no que diz respeito a questão da eficácia, quanto em produtividade e eficiência. Para este último, de acordo com o relatório da Embrapa (1998:11) “ao se analisar o conjunto dos 37 centros de pesquisa avaliados em 1998 em termos de eficiência relativa, comparativamente aos resultados de 1996 e 1997, verifica-se que houve um substancial incremento de eficiência da empresa. (...) A média da eficiência da empresa subiu de 27,48 % em 1996 para 52,27% em fins de 1998”, ou seja, um aumento próximo a 100%. O incentivo ao aumento da eficiência pode ser observado pelo grande estímulo dados aos pesquisadores e técnicos a aumentarem a produção técnico-científica⁶⁵. Através dos dados da TABELA 31 pode-se observar que todas as publicações tiveram acréscimo no período de 1995-1998.

TABELA 31 - Resultados de P & D realizados pela EMBRAPA – 1995/1998

Indicadores	1998	1997	1996	1995
Produção técnico-científica				
Artigos em periódicos nacionais	1263	977	743	464
Artigo em periódicos estrangeiros	380	340	319	208
Capítulo em livro nacional	429	455	256	156
Capítulo em livro estrangeiro	28	43	67	37
Resumo em anais (congressos)	2533	2756	2116	1470
Artigos em anais (congressos)	930	1034	762	506
Desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos.				
Cultivares lançados	139	100	84	n.a.
Raça/tipo	0	1	3	n.a.
Prática/processo agropecuário	242	267	215	n.a.
Insumo agropecuário	29	23	34	n.a.
Processo agroindustrial	31	47	25	n.a.
Metodologia científica	114	212	257	n.a.
Máquinas, equipamentos e instalações	21	25	34	n.a.
Software	49	59	94	n.a.
Estirpes	28	28	36	n.a.
Monitoramento/zonamento	264	436	236	n.a.

Fonte: Dados compilados pelo autor a partir dos RELATORIOS DA EMBRAPA – 1995/1998.

Para os periódicos nacionais este aumento foi de quase 300%, passando de 464 em 1996 para 1263 artigos em 1998. No caso dos periódicos estrangeiros o aumento foi de quase 100% (de 201 para 308) percentagem muito próxima aos de artigos publicados em anais, que passou de 506 para 930, e aos de resumos publicados em anais, de 1470 para 2533. Em relação ao desenvolvimento de tecnologias, produtos e processos, não houve uma elevação considerável, tendo a maioria das variáveis permanecida constante ou até mesmo regredido no período. Destaca-se a quantidade de cultivares lançada, cerca de 320 para o triênio 96-98.

⁶⁵ Percebe-se que por ser uma empresa pública, as estratégias da empresa para este quesito tem uma grande proximidade as adotadas pelas universidades federais, em termos de publicação, quando analisados os últimos anos. Em ambas o nível de publicações tem sofrido um acréscimo considerável quando analisados os últimos anos.

Avançando na questão das novas políticas adotadas pela Embrapa, no final do ano de 1998, o Modelo de Gestão Estratégica (MGE), foi utilizado como instrumento de gestão para implantar e monitorar os direcionamentos estratégicos contidos no Plano Diretor da empresa (PDE). O MGE da Embrapa visa ampliar a visão estratégica da empresa até meados de 2003, e é composto por quatro temas estratégicos: *“orientação para o mercado, inovação e qualidade em P & D; excelência em gestão institucional; e reconhecimento institucional”* (RELATÓRIO DA EMBRAPA, 1998:29). Esta análise mostra que a Embrapa, apesar de ser uma empresa pública, tem se assemelhado em diversas características às empresas do setor privado, de forma especial as empresas multinacionais, no que tange a questão da reestruturação organizacional, não com fusões e aquisições, mas através do fortalecimento de seus centros de pesquisa e lançamento de novos produtos, através do aprimoramento de suas estrutura de P & D.

Um outro campo de participação da Embrapa é a atividades de apoio às ações do Governo Federal, que se resumem em três principais segmentos: desenvolvimento regional, Agricultura Familiar e Meio Ambiente. Tendo os centros localizados nas diversas regiões realizado, através de recursos públicos e privados, várias que ações possibilitaram levar a diante os diversos projetos que se inseriram nestas atividades. As cooperações internacionais, também foram incentivadas pela Embrapa nos últimos anos. Acordos com instituições de ciência e tecnologia e agências de fomento, permitiram a empresa estar presente em diversos países, conforme aponta o RELATÓRIO DA EMBRAPA (1997:30) *“a Embrapa tem-se projetado internacionalmente como uma instituição com significativa capacidade de contribuir para a produção de alimentos, especialmente na faixa tropical do planeta. Neste sentido, também prevalece a decisão do Governo brasileiro de somar aos esforços conjuntos, envolvendo uma série de outros países para a solução do problema de cunho humanitário”*. Os países com os quais ampliou-se o processo de cooperação internacional foram: Namíbia, Angola, Moçambique, Guiné-Bissau, Cabo Verde/São Tomé e Príncipe, Alemanha, Austrália, Bolívia, El Salvador, EUA, França, Reino Unido, Índia e Japão.

Ainda na questão das políticas de direcionamento estratégico da Embrapa, recentemente (década de 90) a empresa passou a priorizar um número cada vez maior de projetos que relacionavam-se com a biotecnologia, mostrando que a Embrapa também é um sério competidor para este filão. Os dados da TABELA 32 mostram os projetos aprovados pela Embrapa que tiveram crescimentos contínuos para os anos em questão, sendo aqueles

voltados para os programas de Recursos Genéticos (aumento de cerca de 10%) e os de pesquisa básica em biotecnologia, que elevou-se em torno de 19%. Outros 2 programas também apresentaram crescimento, contudo de forma descontínua: O programa de produção florestal e agroflorestal (que cresceu cerca de 15 %, principalmente pelas medidas adotadas pelas empresa para o incentivo a pesquisa na Amazônia) e o de desenvolvimento rural e regional, que teve aumento de 3,6% em relação a 1995 e faz parte do programa de apoio às ações do Governo. Portanto, percebe-se que as pesquisas em biotecnologia passaram a ser uma área de interesse para a EMBRAPA, o que não se apresentava desta forma na década anterior quando estas técnicas ainda eram incipientes nos laboratórios da empresa.

Tabela 32 – Número de projetos aprovados por programa pela EMBRAPA – 1995/1998.

Programas	1998	1997	1996	1995
Recursos Naturais	190	224	256	314
Recursos Genéticos	169	162	162	156
Pesquisa básica em biotecnologia	91	89	78	77
Produção de grãos	351	316	319	400
Produção de frutas e hortaliças	321	330	315	334
Produção animal	186	251	247	294
Produção de matérias-primas	110	98	102	170
Produção florestal e agroflorestal	91	84	92	78
Produção de agricultura familiar	50	53	41	60
Colheita/extração, pós-colheita, transformação e preservação de produtos agrícolas.	66	65	78	74
Proteção e avaliação da qualidade ambiental	58	54	61	57
Automação agropecuária	50	59	73	86
Desenvolvimento Rural e regional	170	188	160	164
Total	1903	1973	1984	2264

Fonte: Tabulado pelo autor a partir dos dados dos Relatórios da Embrapa de 1995, 1996, 1997 e 1998.

Na realidade, o interesse em biotecnologia surgiu na década de 80, precisamente em 1981 com a fundação do laboratório de Engenharia genética em plantas no Cenargen. Desde então, esforços foram direcionados para capacitar e treinar profissionais e cientistas em técnicas como isolamento, caracterização e sequenciamento de proteínas e genes, síntese do DNA, clonagem de genes, cultura de tecidos e técnicas mais avançadas como a transformação de plantas (transgênicas) e expressão gênica. A empresa investiu muito na capacitação de doutores para as áreas de biologia celular, vegetal e controle biológico. Para se ter uma noção dos 177 pesquisadores alocados no Cenargen, 69 são doutores, 44 são mestres e apenas 4 são graduados. Percebe-se que o Cenargen, assim com a Embrapa, tem passado por reestruturações, tanto na questão organizacional quanto na política de captação de recursos, dado que este também sofre os impactos da diminuição dos investimentos federais. Na seção seguinte, procura-se fazer uma análise mais detalhada deste importante centro de pesquisa da Embrapa.

4.4 – Embrapa Recursos Genético e Biotecnologia (CENARGEN)

O Cenargen, principal centro da Embrapa relacionado com biotecnologia, foi criado em 1974, dentro das diretrizes da FAO⁶⁶, com a função de criar estratégias para a preservação dos recursos genéticos do país. Contudo em 1986, com a deliberação nº 016/86, a EMBRAPA transformou o Centro Nacional de Recursos Genéticos em Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia, “*claro sinal da importância atribuída pela Embrapa ao uso de técnicas modernas que pudessem viabilizar a identificação e uso da variabilidade genética existente na enorme diversidade biológica brasileira*”. (CC&T, 1999:11) O Cenargen teve suas funções modificadas para se adequar às novas diretrizes, passando a ter como atribuição principal, promover e ampliar a disponibilidade de recursos genéticos, garantindo a sua conservação e incentivando a sua caracterização, avaliação e utilização nos programas de pesquisa⁶⁷, bem como conduzir e coordenar pesquisas referentes à introdução, adaptação ou desenvolvimento de metodologias nas áreas de Biologia Celular, Molecular e controle biológico aplicáveis à agricultura. (RELATÓRIO CENARGEN, 1996) Em 1998, através de uma nova deliberação, foram aprovados novo regimento interno e estrutura organizacional, onde o Cenargen passou a ser identificado por Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, que teve reformulado a sua missão: pesquisar componentes da agrobiodiversidade visando disponibilizar recursos genéticos e biotecnologias para viabilizar soluções tecnológicas, competitivas e sustentáveis, para as cadeias produtivas do agronegócio brasileiro, em benefício da sociedade. (CENARGEN, 1998)

O Cenargen é responsável por dois programas do Sistema Embrapa de planejamento (SEP): 1) Conservação do uso de recursos Genéticos e, 2) Desenvolvimento de pesquisa básica em biotecnologia. No primeiro, destacam-se técnicas como o intercâmbio e quarentena de germoplasma vegetal (controle de entrada no país de condicionantes biológicos, como por exemplo, os fungos, vírus e bactérias, que poderiam causar prejuízos a agricultura brasileira, e que até o momento foram detectadas mais de 150 espécies) coleta e conservação de germoplasma vegetal (conservação *in situ*, *ex situ* e *in vitro*) e animal (*in vivo*) e por fim organização e controle de bancos de germoplasma⁶⁸. O segundo programa, está ligado a

⁶⁶ Esta diretriz tem como princípio “salvaguardar os recursos genéticos para o desenvolvimento sustentável da agricultura e da pecuária”(RELATÓRIO CENARGEN, 1998:118)

⁶⁷ atual Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, coordenado pela EMBRAPA.

⁶⁸ O Cenargen supervisiona o Sistema Nacional de Curadoria de Germoplasma (SNCG), que conta com 146 bancos de germoplasma com cerca de 250 mil amostras de plantas, animais e microorganismos, e que está ligado ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), coordenado pela Embrapa. (RELATÓRIO CENARGEN, 1998)

pesquisas na área de biologia molecular, biologia celular, reprodução animal, imunologia animal e bioinformática. Estes dois programas receberam importantes aportes financeiros, principalmente na década de 80, com investimentos estratégicos na formação de pessoal e infra-estrutura, especialmente nas áreas de biologia celular e molecular, fundamentais para a aplicação da engenharia genética no melhoramento de plantas.

Na área de biotecnologia vegetal, de interesse deste trabalho, observa-se que o centro de pesquisa tem evoluído consideravelmente nos últimos anos. Em 1995, passaram a ser feitas as primeiras experiências com organismos alterados geneticamente, e atualmente trabalha-se com sete produtos, sendo que somente o mamão transgênico possui autorização para plantio, efetuado em dezembro de 2000 pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). As demais variedades estão ainda em fase de laboratório. (GM, 25 de setembro de 2000: B-16) Segundo o Relatório do cenargen (1998:63), o centro já domina “a tecnologia de transformação de genética em muitas espécies de importância sócio-econômica, como a soja, batata, feijão, algodão, banana e mamão”, e se posiciona a favor da liberação para plantio de variedades transgênicas⁶⁹. Para realizar estas pesquisas optou-se por dividir as pesquisas biotecnológicas em duas principais frentes: a) Biologia Molecular, que tem centralizado seus estudos no desenvolvimento de variedades mais resistentes, como é o caso da mandioca, do arroz e da *brachiaria*, e na obtenção de variedades transgênicas, como por exemplo, o feijão (testes de resistência a vírus e insetos), soja (resistência a herbicidas e nematóides), algodão (herbicidas), banana (fungos) e mamão (pragas, vírus – mancha anelar- e fungos); b) Biologia celular vegetal, que utiliza a técnica de clonagem de plantas (micropropagação via biorreatores⁷⁰) em três principais espécies, o cacau, o abacaxi e a banana. Desenvolve também pesquisas de regeneração e transformação genética em eucalipto, para a obtenção de variedades transgênicas. (RELATÓRIO CENARGEN, 1998)

Buscando criar uma estrutura ideal para a realização destas pesquisas e com o intuito de se adequar às mudanças políticas e administrativas do país, o Cenargen implantou um sistema de planejamento e administração, estabelecido pelo novo Plano Diretor, objetivando aumentar a

⁶⁹ A Embrapa vem se preparando há mais de 15 anos, para gerar e adaptar tecnologia agropecuária de ponta e acredita que “o uso da engenharia genética desempenhará papel de alta relevância no desenvolvimento sustentável da economia nacional, pelas possibilidades que traz de redução de custos de produção e de impactos ambientais no meio rural” (CC&T, 1999:11)

⁷⁰ Indução de reprodução assexuada *in vitro* e produção de mudas de diferentes espécies em número elevado, superior aos encontrados em métodos convencionais (enxertia, enraizamento de estacas). (RELATÓRIO CENARGEN, 1998)

produtividade do centro e desenvolver produtos compatíveis com a realidade do mercado. Hoje, para muitas variedades, como é o caso da soja, a tecnologia desenvolvida pelo Cenargen é mais eficaz do que as utilizadas em vários países (RELATÓRIO CENARGEN, 1998), e em muitas culturas, as parcerias, que se tornaram cada vez mais freqüentes, têm sido um instrumento importante para aumentar e aprimorar as técnicas biotecnológicas utilizadas pelo Cenargen seja através de recursos financeiros ou em forma de novas técnicas. Estas estratégias são uma resposta ao novo Plano Diretor, que incentiva pesquisas em conjunto com universidades, institutos e empresas. As parcerias têm gerado recursos para a continuidade das pesquisas e instrumento de difusão de tecnologia. Discute-se mais a frente se estas parcerias são viáveis ou não para o Cenargem. Principalmente, porque os recursos advindos do Governo federal são insuficientes, como observado na análise da Embrapa, para cobrir as crescentes despesas com Pesquisa e Desenvolvimento, grande parte é direcionado para cobrir despesas com pessoal, que em 1998 elevaram-se 50% em relação a 1997, passando de R\$ 10,7 milhões para R\$ 16,2 milhões (TABELA 33). Assim, o aumento no orçamento para programas de biotecnologia, observados para os anos de 1994 a 1997, na ordem de 22,5% (em valores que não incluem salários e infraestrutura (VALADARES, 1997), foram em sua maioria proveniente de fontes externas, utilizadas para pagar gastos com insumos e treinamento de profissionais. Estes valores ficaram próximos a R\$ 6 milhões por ano em média para os anos de 1995 a 1997, e diminuíram consideravelmente para o ano de 1998. Neste ano a principal fonte destes recursos foram proveniente do PRODETAB (Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de tecnologia Agropecuária para o Brasil), financiado pelo Banco Mundial, na ordem de R\$ 348.623,00.

TABELA 33 -Gestão Econômica e Financeira - Gastos e Fonte de Recursos do Cenargem

Gastos	1998	1997	1996	1995
Total	22.028.714,00	17.859.761,00	16.725.232,39	16.658.304,00
Custeio	5.200.276,00	3.754.994,00	2.720.887,20	2.075.422,00
Investimento	239.452,00	3.366.192,00	7.004.345,19	4.052.231,00
Pessoal	16.268.986,00	10.738.575,00	7.000.000,00	10.530.651,00
Fonte dos recursos				
Tesouro	19.100.556,00	12.858.559,58	8.740.816,59	11.558.258,40
BIRD	23.476,00	397.293,27	1.844.876,58	4.160.676,38
BID	23.387,00	3.566.587,79	5.096.994,29	819.879,97
Receita Própria	611.867,00	586.750,58	1.042.544,91	118.876,46
DFA/MA	1.500.000,00	396.761,50	--	--
GEF/CNPq	213.113,00	56.829,11	--	--
PRODETAB	348.623,00	--	--	--
SDR/MA	229.075,00	--	--	--
Total	22.055.904,00	17.862.781,83	1.725.232,39	16.658.304,00

Fonte: Relatórios Cenargen – 1995,1996,1997 e 1998.

A diminuição do aporte de cifras externas segue a mesma tendência daquela apontada na análise da Embrapa, ou seja, a intensa rigidez e avaliação para o financiamento de projetos de pesquisa pelos órgãos internacionais, nos últimos 3 anos. Uma outra explicação é o declínio de financiamentos para infra-estrutura, estima-se que para a década de noventa foram gastos mais de US\$ 40 milhões somente com aquisição de equipamentos, com fundos do BID e do Banco Mundial e cerca de US\$ 3,8 milhões para a construção de novos laboratórios, designados para acomodar um grupo de cientistas com a missão de desenvolver técnicas e metodologias em biotecnologia para o desenvolvimento de novos produtos. (VALADARES, 1997) Isto pode ser confirmado pelos dados da TABELA 36, onde se observa que até 1997 os gastos com investimentos eram altos, cerca de R\$ 5 milhões em média, e em 1998 estes recursos caíram para 239.452,00, semelhante a queda nos investimentos externos.

Estes números apontam para um aumento no orçamento anual do Cenargen, que passou de R\$ 17 milhões em média, para cerca de R\$ 22 milhões, onde o setor público responde por mais de 90 % destes recursos em 1998, o que comparado com 1995, onde esta participação era de 69%, aponta um aumento considerável de mais de R\$ 10 milhões, somente para os últimos 3 anos, desmistificando a análise de que o Governo federal tem diminuído o volume de recursos. Pode ser insuficiente se compararmos com os investimentos realizados pelas grandes empresas de biotecnologia, contudo, os recursos públicos, contrariamente ao que vem ocorrendo nos outros centros da Embrapa, tem-se elevado. A política do Governo, que passou a incentivar pesquisas e empreendimentos em áreas estratégicas, como é o caso da biotecnologia, tornou-se um dos grandes responsáveis por este acréscimo. De uma forma geral, o orçamento do Cenargem elevou-se em cerca de 30%, comparando os anos de 1998 e 1995. Esta tendência positiva em relação aos recursos não é observada para o ano de 1996, cujo crescimento foi de apenas 0,4% em relação a 1995. Em 1997 já se observa um incremento mais substancial na ordem de 6% em relação a 1996. Destaque também deve ser dado à capacidade de gerar recursos próprios. Se compararmos os anos de 1998 e 1995, os ganhos passaram de R\$ 119 mil, para cerca de R\$ 611 mil, ou seja, um aumento de mais de 500 %. Estes valores são bem maiores se comparado com o ano de 1997, onde os recursos alcançaram a marca de mais de R\$ 1 milhão, um crescimento superior a 900% em relação a 1995.

Como ressaltado anteriormente, estas mudanças no regimento interno e no nível orçamentário do Cenargen, tem consolidado a adoção de diversas políticas, como a evolução no número de

acordos e cooperações realizados por este centro nos últimos anos. De acordo com o RELATÓRIO CENARGEN (1998:114) tem-se procurado novas parcerias e novas fontes de recursos externos, e com isso, *“foram acordados diversos contratos, convênios e outros instrumentos de cooperação técnico-científica, apoio financeiro, intercâmbio, assistência técnica, treinamentos, consultorias, importação de materiais e equipamentos, que impulsionaram as diversas atividades dos projetos que compõem os programas de Recursos Genéticos e Biotecnologia do Centro”*, estes totalizam mais de 100 somente para o ano de 1999 e envolvem diversas instituições públicas e privadas, nacionais e internacionais. Estes investimentos são direcionados para a realização de projetos que envolvem diferentes interesses, seja para conservação de recursos genéticos, como os firmados com o Ministério do Meio Ambiente e com a Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), seja para a obtenção de amidos geneticamente modificados de mandioca (Monsanto e Fundação Rockefeller) e pesquisas com soja e feijão resistentes a herbicidas, estabelecidas com a Cyanamid e a Aventis. Pesquisas estas predominantes nestes acordos. Outras empresas, institutos e Universidades podem ser citadas, como por exemplo, a Agroceres (pertencente a Monsanto), Dow Chemical, Union Carbide, Valle, Aracruz Celulose, Grupo Manah, Novartis, pateur Institute, Gerdats/França, INRA, CIRAD, USDA, CIMMYT/México, Universidade de Nova York, Universidade de Maryland, Universidade de Cornell (desenvolvimento do mamão transgênico), USP, Unesp, UnB etc. Na TABELA 34, abaixo estão listados as principais parcerias realizadas no anos de 1995 e 1998. Na questão da captação dos recursos externos a queda foi resultante principalmente pela não participação do BIRD, que injetou quase R\$ 500 mil somente em 1997. Contudo, como observado anteriormente, o grande volume de recursos provem do setor público, principalmente do Ministério da Agricultura (ao qual a Embrapa está ligada) e do Ministério da Ciência e Tecnologia, que estabeleceu metas para o investimento em biotecnologia a partir de programas como o PADCT.

Observa-se ainda, a existência de parcerias com instituições privadas para os anos de 1997 e 1998, fruto do novo plano diretor implementado em 1995, e que totalizaram cerca de R\$ 500 mil em 1997 (3 empresas e uma fundação), o que representou cerca de 25% do valor captado e 3 % do orçamento total da Embrapa e em 1998 estes sofreram um refluxo, onde a captação ficou em torno de R\$ 100 mil (provenientes de duas empresas, duas fundações e 2 fazendas), representando pouco menos de 5% para o total de recursos captados para aquele ano e quase nada (0,5%) em relação ao orçamento total. Percebe-se claramente que o que vem ocorrendo é um rápido processo de privatização das pesquisas públicas, dado que as parcerias dão

acesso, pelas empresas privadas, aos recursos genéticos e informações científicas, que se encontram no Cenargen e que na maioria das vezes são “vendidas” muito abaixo do que realmente valem. É claro, também que a Embrapa tem realizado a nível nacional ampla pesquisa em produtos que levam em consideração às diversas regiões brasileiras, tornando-se referência quando se trata de variedades de clima tropical, e que de uma forma ou de outra deve ser repassadas para o setor privado através de parcerias. O que se discute não é o fim destas parcerias, mas sim uma maior valorização sobre estas informações e se realmente os recursos que estão sendo direcionados para a Embrapa são satisfatórios. Como apontado estes valores representam somente 5% dos recursos captados (para dados de 1998), sendo que estes não são substanciais no computo geral dos recursos da empresa.

TABELA 34 – Recursos Captados pelo CENARGEN e suas principais fontes (em R\$)

Governo Federal	1998	1997	1996	1995
Ministério da Agricultura	1.759.000,00	836.073,00	667.200,00	--
Ministério da Ciência e Tecnologia				
PADCT	27.002,47	24.200,00	1.447.152,00	1.074.797,20
CNPq	32.180,00	74.015,49	--	--
Ministério do Meio Ambiente				
PROBIO	64.901,00	--	--	--
Fundações Públicas				
FAPDF	157.507,79	447.010,21	52.331,74	855.683,83
FBB	--	--	15.549,88	--
FNMA	124.510,0	61.600,00	--	--
FURNAS	--	--	146.160,00	--
Recursos externos				
BIRD	--	491.935,00	72.000,00	--
CFC	--	--	77.858,00	--
Comissão Européia	20.000,00	33.283,11	--	--
CBAB	--	--	--	43.500,00
Fundação Rockefeller	30.000,00	82.490,00	--	--
ICGEB	--	32.317,70	17.803,80	--
PRODETAB	118.507,00	--	--	--
Recursos Privados				
ABCZ	4.000,00	--	--	--
AGREVO (atual Aventis)	--	35.500,00	--	--
Aracruz Celulose S/A	--	10.000,00	--	--
CBN	51.663,00	--	--	--
Cyanamid	--	197.500,00	--	--
Fazenda Paredão	5.200,00	--	--	--
Fazendeiros	14.000,00	--	--	--
Fundação Dalmo Giacometi	--	254.000,00	--	--
Grupo Manah	3.270,00	--	--	--
MONSANTO	25.000,00	--	--	--
Universidades				
USP	3.160,00	--	--	--
Recursos Próprios				
Cursos (captação diversa)	34.306,00	--	--	--
Total	2.474.207,26	2.226.280,51	1.401.241,54	1.973.981,00

Fonte: RELATÓRIO CENARGEN – 1995,1996, 1997 e 1998

Entretanto, as parcerias têm aumentado nos últimos anos, já para o ano de 1999 e 2000 foram firmados novos acordos, como por exemplo, o estabelecido com a Monsanto para pesquisar variedades transgênicas de soja, utilizando a tecnologia da multinacional, resistentes ao herbicida da própria empresa: a BRSRR (BRS designa as variedades desenvolvidas pela Embrapa e RR são as iniciais da Roundup Ready). Uma outra parceria, discutida pela mídia para o ano de 2000, foi a estabelecida com a Fundação Centro-Oeste, em substituição a existente com a Fundação Mato Grosso, que gerou uma grande polêmica depois do rompimento do contrato que já durava sete anos e que levou a estatal a recorrer para a justiça pelo direito sobre o material genético das cultivares lançadas (GM, 31/04/2000). Percebe-se também, pelas análises feitas anteriormente, que as estratégias da Embrapa, em especial o Cenargen, tem se tornado muito próximo às linhas de pesquisa adotadas pelas multinacionais do setor agroindustrial, ou seja, ocorre um predomínio de pesquisas que envolvem técnicas modernas de engenharia genética, em especial o desenvolvimento de variedades transgênicas, que são as pesquisas que possibilitam um maior retorno por parte do setor privado. Esta análise introduz uma importante implicação política, e que norteia o objeto deste trabalho, qual seja uma provável subordinação do público, que disponibiliza suas pesquisas, ao privado corporativo, que além de cobrar royalties pelas tecnologias desenvolvidas nos países centrais também é remunerada pela utilização de outros insumos (por exemplo herbicidas) produzidos pela própria empresa, como é o caso da Monsanto e sua tecnologia RR.

CONCLUSÃO

A partir das análises feitas nos relatórios da Embrapa e do Cenargen, conseguiu-se chegar ao objetivo proposto para este trabalho: mostrar que tem ocorrido nos últimos anos uma mudança nas estratégias da empresa e estas tem direcionado ao estabelecimento de acordos e parcerias com empresas privadas, iniciando um possível processo de privatização das pesquisas públicas. Os incentivos dados aos centros de pesquisa a se tornarem mais autônomos, e assim buscarem elevar o número de parcerias com instituições privadas, no intuito de criar recursos para dar andamento às pesquisas, tem levado a uma depreciação dos recursos genéticos e de sua tecnologia, alocados sob a rubrica de avançados laboratórios de pesquisa e de pessoal altamente capacitados. Esta estrutura foi montada ao longo de 20 anos, período em que a Embrapa se destacou internacionalmente por ser um centro de pesquisa que utilizava tecnologia de ponta que compete diretamente com os países de economia avançada. Entretanto, recentemente, estes conhecimentos têm sido “repassado”, em forma de acordos e

parcerias realizadas com empresas multinacionais, as quais direcionam uma quantia “ínfima” de recursos (como vimos estes não representam quase nada dos recursos do Cenargen) na realização de pesquisas, que em suas maioria são economicamente viáveis, como por exemplo, as pesquisas com engenharia genética. O capítulo serve para perceber também a perda de importância de algumas pesquisas em detrimento de outras consideradas como sendo prioritárias pelo Governo, dado que apesar dos recursos direcionados para a Embrapa não apresentarem reduções, permanecendo constantes, os aumentos de recursos para o Cenargen foram bem superiores aos direcionados aos demais centros de pesquisa. Por fim, a mentalidade reinante na Embrapa, e no Cenargen, parece ser a mesma vigente nas empresas do setor privado, ou seja, desenvolvimento de variedades que tem certo apelo comercial em detrimento de outras de cunho social. O que pode ser observado, quando analisados os principais produtos pesquisados pelo Cenargen.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de reestruturação pelo qual passou o setor agroalimentar nos últimos anos refletiu-se nas mudanças do processo produtivo levadas a cabo pelo avanço das técnicas de biotecnologia. O aumento na capacidade de industrialização da natureza, através do desenvolvimento de novos produtos em laboratórios, inserindo nestes as características desejadas (resistência a insetos, doenças e herbicidas), aumentou as expectativas quanto aos retornos financeiros, fazendo com que o setor privado passasse a se interessar pelas pesquisas em biotecnologia. O setor se fortaleceu, principalmente, quando as grandes corporações passaram a se apropriar destas técnicas, aumentando sua participação através de estratégias competitivas como por exemplo, o direcionamento de elevado volume de recursos para P & D, realização de fusões e aquisições, tornando o setor extremamente concentrado em torno de algumas corporações.

Estas empresas passaram a se organizar em torno de dois principais segmentos, o farmacêutico e o agrícola, reestruturando suas plataformas produtivas de forma a consolidar um complexo que comportasse estes setores e, juntamente com a área de nutrição, criar a indústria ciências da vida. Os produtos desenvolvidos pelas empresas ciências da vida, em parceria com as NEBs e universidades, passaram a ser comercializados com o atributo de serem menos prejudiciais ao meio ambiente (menor uso de agrotóxico) e respondendo diretamente para a solução de desequilíbrios sociais, como a fome, dado que as novas variedades traziam consigo a promessa de serem mais produtivas e com a características de se adequarem a solos áridos, como os que predominam em países africanos e asiáticos.

O fortalecimento deste setor e o processo de abertura comercial em diversos países favoreceram o avanço destas corporações para outros países. Através de aquisições de empresas de semente, construção de pequenos laboratórios de pesquisa, criados para difundir as técnicas desenvolvidas em seus laboratórios centrais e de infraestrutura capaz de distribuir os seus produtos, estas empresas se instalaram e passaram a competir diretamente com as empresas privadas e públicas nacionais. No Brasil, as primeiras atuações destas empresas ocorreram na segunda metade da década de 90, e desde então o mercado nacional, principalmente o agrícola, tem passado por algumas modificações. Em relação ao setor público, responsável pela implementação das principais políticas de incentivo a P & D e principal investidor neste setor, algumas mudanças foram observadas. Diante da necessidade

de recursos para dar continuidade às pesquisas públicas, em especial, pela dificuldade de financiamento do setor público, a Embrapa estabeleceu algumas parcerias e acordos com instituições privadas, o que pode ser extremamente negativo para o país nos próximos anos. Estas considerações são importantes para se estabelecer as principais conclusões deste trabalho.

Primeiramente, a partir da análise da evolução e da trajetória da biotecnologia, observa-se que esta é um aprimoramento das técnicas da Revolução Verde (RV), uma resposta aos efeitos negativos sobre o meio ambiente, apresentados na época por este modelo de produção, onde predominou o uso de Variedades de Alta Resistência (VARs), o elevado uso de agrotóxicos e o domínio da monocultura. Observou-se também, que estes problemas não foram resolvidos, mas sim agudizados a partir da adoção desta nova técnica, principalmente pelo avanço do setor privado no direcionamento das pesquisas, em detrimento do setor público e a conseqüente priorização das técnicas mais avançadas, como é o caso da produção de alimentos transgênicos, que passou a ser sinônimo da biotecnologia. Contudo, como observado no capítulo 2, a fermentação, a fixação biológica de nitrogênio, cultura de tecidos, etc. também fazem parte do escopo da biotecnologia.

O avanço na biotecnologia nas últimas duas décadas direcionou-se prioritariamente para a utilização de técnicas como as do DNA recombinante para a obtenção de variedades resistentes a insetos, pragas, doenças e herbicidas. O crescente avanço das lavouras transgênicas desencadeou diversas pressões ambientais e sociais mais fortes do que as experimentadas na época da RV, mostrando que apesar de ser uma resposta à solução dos efeitos negativos deste modelo de produção, a biotecnologia não os resolveu de fato, mas em alguns casos estes se intensificaram.

No embate entre o público e o privado, a evolução da biotecnologia apresentou algumas características interessantes. Primeiramente, porque com a emergência da moderna biotecnologia, as empresas passaram a direcionar mais recursos para P & D, num setor onde historicamente, o Governo tinha a maior participação. Posteriormente, as crises enfrentadas pelas Novas Empresas de Biotecnologia (NEBs) no final da década de 70 e início da década de 80, levou o setor a uma reestruturação, onde o controle de mercado passou a ser exercido, preferencialmente pelas grandes empresas. Assim, a década de 90 pode ser caracterizada como um período de concentração de mercado (em torno de sete multinacionais),

enfraquecimento da participação do setor público nos gastos direcionados para P & D e início da consolidação de uma nova indústria, a de ciências da vida. Desta forma, em países como os EUA e Inglaterra, o setor privado, centrado nas ações das empresas transnacionais, saiu fortalecido em detrimento do setor público.

Concluí-se então que, para o mercado global de biotecnologia, que o setor privado tem avançado sobre o setor público, passando a ser o principal agente no direcionamento das políticas de P & D, aumentando cada vez mais seu grau de influência no mercado e alavancando um maior volume de capital. O Governo passa então a estabelecer parcerias com estas empresas na troca de informações ou através da contratação de profissionais que atuam em universidades, que levam consigo conhecimentos adquiridos em anos de experiências públicas.

No caso do Brasil, esta estrutura ainda não se conformou, dado que o setor público é o principal fomentador de pesquisas. Contudo, a tendência aponta para um aumento da participação privada multinacional para o setor de biotecnologia, derivado principalmente a partir das aquisições de empresas nacionais de sementes e da constituição de filiais, realizados por investimentos diretos destas grandes empresas, como é o caso da Monsanto, Novartis e Aventis. Isto pode beneficiar, de certa forma, as pequenas empresas de biotecnologia, que poderão estabelecer parcerias e alianças para o desenvolvimento de suas pesquisas, já que não possuem capacidade de competir diretamente com elas.

O setor público é o único agente que pode fazer frente ao aumento de participação e controle de mercado pelas multinacionais. No caso da biotecnologia, por ser considerada uma área prioritária, esta tem recebido um elevado aporte de recursos, principalmente pelos programas e políticas adotadas pelo Governo nos últimos anos. No entanto, pelo que se tem observado recentemente, o financiamento público tem sido direcionados para o setor privado, seja para as multinacionais seja para as empresas que estão sendo criadas em pólos específicos de biotecnologia. Desta forma, os recursos destinados às empresas do setor público não têm oscilado, mas em alguns casos tem sofrido alguns declínios. No caso da Embrapa estes recursos permaneceram na mesmo nível dos anos anteriores, com pequenas variações, geradas principalmente pela dificuldade de captação de investimentos externos. Esta dificuldade em captar recursos tem direcionado as estratégias da Embrapa para diversas políticas, seja através do corte de pesquisadores e técnicos, adoção de técnicas empresariais

como a qualidade total e avaliação de desempenho e incentivo a captação de recursos próprios.

Um outro dado constatado nas análises dos relatórios da Embrapa tem constatado a adoção de uma outra estratégia, qual seja, aumento nos incentivos à busca de recursos externos a empresa, através de parcerias e contratos de pesquisas, o que tem levado a um processo de privatização das pesquisas públicas para os anos observados. Esta apropriação das pesquisas públicas ocorre principalmente porque as pesquisas realizadas pela Embrapa e que levam em consideração o desenvolvimento de técnicas e produtos que se adaptem ao clima local, foram realizadas, utilizando as tecnologias disponíveis e segundo relatório da empresa, dentro de um período de 10 anos ou mais. Com as parcerias, estas pesquisas passam a partilhar estes conhecimentos com o setor privado em troca de financiamento para estas pesquisas. De acordo com os resultados apresentados no capítulo 5, esses recursos ainda representam muito pouco quando comparados com o volume total captado pela Embrapa, mas que tem sido mais freqüentes, principalmente nos últimos três anos. Isto mostra uma tendência importante e que ocorre nos EUA, qual seja, o acesso às informações científicas de origem pública por parte das multinacionais pela realização de “vantajosas” parcerias e acordos, para as empresas privadas, pois não se consegue estabelecer um valor preciso para esta troca de informações, sendo favorecidas também pela dificuldade de financiamento por parte dos centros de pesquisa pública.

Diante disto, pode-se estabelecer uma outra conclusão e que afeta diretamente as pesquisas públicas em biotecnologia agrícola, como o direcionamento dos investimentos em áreas comercialmente favoráveis, como a produção de transgênicos em detrimento de outras socialmente mais favoráveis, como a fixação biológica do nitrogênio.

De uma forma geral, este processo de reestruturação global do sistema agroalimentar, levado a cabo pelas políticas liberalizantes e pelas grandes corporações ciências da vida, tem impactado diretamente o mercado brasileiro, através da concentração do mercado agrícola controlado pelas multinacionais ou simplesmente pelo enfraquecimento da participação do setor público na economia, tornando-se apenas o responsável pela instauração de políticas que beneficiem amplamente o setor privado.

VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.A. **O Melhoramento vegetal e a produção de sementes na Embrapa: o desafio do futuro**. Brasília: Embrapa –SPI, 1997.
- ASTRAZENECA ANNUAL REPORT 1999, INTERNET PRINT-OUT, 2000.
- AVENTIS ANNUAL REPORT 1999: **Innovation, responsibility, future, health, nutrition**. Strasbourg, 2000. France.
- BAUMGARTNER, F. M. **A pesquisa biotecnológica vegetal: O caso da Biomatrix e da Bioplanta Tecnologia de Tecidos**. Tese de doutorado. UFV, Viçosa. 1991. 150p.
- BELÉM, M.A. **Equivalência substancial da composição de alimentos derivados de plantas geneticamente modificadas**. Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. Encarte Especial. Brasília. Pg. 140-149. Ano II, nº 14. Maio/junho de 2000.
- BLOOMBERG NEWS, **Laboratórios saem às compras**. In Gazeta Mercantil. Brasília, 9 de outubro de 2000. Caderno Empresas & Carreiras, p. C-8.
- BUTTEL, F.H. **Geração e aplicação de biotecnologia nos países em desenvolvimento: o papel dos centros internacionais de pesquisa agrícola (CIPAs)**. In caderno de difusão de Tecnologia. Brasília, 7 (1/3): 113-132, jan./dez. 1990.
- BURNQUIST, H.L. **Biotecnologia Agrícola e os impactos socioeconômicos na economia brasileira**. ESALQ/USP, INTERNET PRINT-OUT.
- DE JESUS, K.R.E. et.al. **Inovação e negócios em biotecnologia: O caso de CPB-USP**.
- DIAS, B. F. S. **A Implementação da Convenção sobre Diversidade biológica no Brasil: desafios e oportunidades**. in: Biodiversidade: Perspectiva e Oportunidades Tecnológicas. INTERNET PRINT-OUT.
- DINIZ, M.F. & FERREIRA, L.T. **Bancos genéticos de plantas, animais e microorganismos**. In Revista de Biotecnologia, Ciência & Tecnologia. Ano II. Nº 13. Março/abril de 2000. Brasília.
- DÖBEREINER, J. **A importância da fixação biológica de nitrogênio para a agricultura sustentável**. CNPB/EMBRAPA, Seropédica, RJ – INTERNET-PRINT-OUT.
- DOW CHEMICAL COMPANY ANNUAL REPORT 1999: **Transformation**. Midland, Michigan, USA.
- CARDOSO, D. **Indústria de defensivos recuperam vendas**. In Gazeta Mercantil. Brasília, 12, 13 e 14 de maio de 2000, Caderno Finanças e Carreiras, p. B-20.
- CARDOSO, D. **Novartis e Zeneca lideram vendas no Brasil**. In Gazeta Mercantil. Brasília, 3, 4 e 5 de dezembro de 1999, Caderno Finanças e Carreiras, p. B-20.

- CC & T. **Resumo da posição da Embrapa sobre plantas transgênicas.** In *Cadernos de Ciência e tecnologia*, Brasília, v.16, n.1, p.11-16, jan/abr.1999.
- CHESNAIS, F. **A Mundialização do capital.** Tradução Silvana Finzi Foá. São Paulo: Xamã Editora. Título original: *La mondialisation du capital*. 1996.
- CORDEIRO, A. **Transgênicos: conceitos, evolução, conseqüências sociais e para a pesquisa agrícola no Brasil.** In *Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênico*. Brasília. 1999.pg.133-140.
- DE CESARE, C. F. **Consolidação da Cadeia Agroindustrial em Debate** in: *Gazeta Mercantil*, B23, 29/09/1998.
- DU PONT ANNUAL REPORT 1999, INTERNET PRINT-OUT, 2000.
- ESCOLA BRASILIS, **Gregor Mendel:As Leis de Hereditariedade.** INTERNET PRINT-OUT.
- FERREIRA, M.E. **Aplicações da cultura de tecidos no melhoramento genético de plantas.** In *Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas*. EMBRAPA e CBAB. Brasília.
- FONTES E. G. et .al. **Biossegurança.** in: **Biodiversidade: Perspectiva e Oportunidades Tecnológicas.** INTERNET PRINT-OUT.
- GELINSKI NETO, F. **Os transgênicos sobreviverão ao teste do mercado?.** In XXVIII Encontro Nacional de Sociologia Rural. Rio de Janeiro, 2000.
- GAZETA MERCANTIL LATINO-AMERICANA. **Biodiversidade no centro do debate.** De 24 a 30 de julho de 2000.
- WALSH, V. **Creating Markets for biotechnology.** In XXVIII Encontro Nacional de Sociologia Rural. Rio de Janeiro, 2000.
- GAZETA MERCANTIL. **Embrapa encontra novo parceiro no Mato Grosso.** Brasília, 23 de setembro de 2000. Caderno Finanças e Mercado.
- GOODMAN, D., SORJ,B. E WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional.** Tradução por Carlos Eduardo Baesse de Souza. Rio de janeiro: Campus, 1990. 192p. Tradução de *From Farming to Biotechnology*.
- GONÇALVES, J.S. **Novos rumos para o agronegócio.** In *Gazeta Mercantil*. Outubro de 2000. Caderno Finanças e Mercado.
- HATHAWAY, D. **Bioteecnologias e Biossegurança.** Debatedor. In *Seminário Internacional sobre biodiversidade e transgênicos*. Anais. Senado Federal. Brasília-1999.
- HOBDELINK, H. **Biotechnology and the future of world agriculture.** New Jersey: Zed Books Ltd, 1991.

- KLEBA, J.B. **Riscos e benefícios de plantas transgênicas resistentes a herbicidas: o caso da soja Roundup Ready da Monsanto.** In Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília.v.15, n.3, p.9-42, set./dez. 1998.
- KLOPPENBURG, J. R. **First the seed: the political economy of plant biotechnology, 1492-2000.** Cambridge University Press, 1988. 350p.
- LAPPÉ, M. & BAILEY, B. **Against the Grain: Biotechnology and the corporate takeover of your food.** The Tides Center/CETOS. Monroe, Maine. 1998.
- LEITE, M. **Folha explica: Os alimentos transgênicos.** São Paulo: Publifolha, 2000.
- MAGNER, N. L. **A history of the life Sciences.** Department of History, Purdue University, West Lafayette, Indiana, s.d.
- MANCINI, C. & LA ROTTA, A. **Genética começa a mudar cenário agrícola.** In Gazeta Mercantil Latino-Americana.199.pg 5-6.
- MAYOR, F. **As biotecnologias no início dos anos 90: êxitos, perspectivas e desafios.** In Estudos Avançados, v. 6, nº 16. Setembro/dezembro, 1992. S.P.
- MEGIDO, J.L.T. & XAVIER, C. (1998) **Marketing & Agribusiness.** São Paulo: Atlas, 3ª ed.
- MCT. **Transgênicos – A soja transgênica.** INTERNET PRINT-OUT. 1999.Site: www.mct.gov.br.
- MCT, **Panorama dos investimentos do MCT em biotecnologia no Brasil.** Secretaria Executiva e Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Brasília, 2000.
- MCT. **Programa de biotecnologia e recursos genéticos – Genoma.** Brasília, 2000.
- MONSANTO. **Biotecnologia: soluções para o mundo de amanhã.** 1997.Brasil.
- MONSANTO ANNUAL REPORT 1999, INTERNET PRINT-OUT, 2000.
- MOREIRA, G. **Cultivo de transgênicos avança.** In Gazeta Mercantil Triângulo Mineiro. Uberlândia, 18 de julho de 2000. Agropecuária, p.4.
- NOVARTIS FINANCIAL REPORT 1999: **Health, care and well-being.** Basel, Switzerland. 2000.
- PINTO, T. **A bioindústria ganha altura.** In Gazeta Mercantil – Balanço anual/Minas Gerais. Outubro de 2000. Ano. VII, nº 7. Publicação anual.
- PHARMACIA REPORT 2000, Third Quarter 2000. April. INTERNET PRINT-OUT.
- PINAZZA, A.L. & ALIMANDRO, R. **Sementes transgênicas e biotecnologia: a segunda revolução verde.** In revista Agroanalysis, vol.18, nº 10, 15 de outubro de 1998.
- QUEROL, D. **Recursos Genéticos, o nosso tesouro escondido: Abordagem técnica e sócio-econômica.** Rio de Janeiro: Clip produções gráficas e jornalísticas, 1984.

- RABINOW, P. **Artificialidade e ilustração**. Novos Estudos CEBRAP. Nº 31, outubro de 1991. São Paulo.
- RAFI – The Rural Advancement Foundation International – USA. INTERNET PRINT-OUT, 1999.
- RAPOSO e BLOOMBERG NEWS, **Monsanto e Pharmacia agora juntas**. In Gazeta Mercantil. Brasília, 21 de dezembro de 1999, Caderno Empresas & Carreiras, p. C-6.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES – CENARGEN 1991/1994. Brasília, DF. 1995.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES – CENARGEN 1995. Brasília, DF. 1996.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES – CENARGEN 1996. Brasília, DF. 1997.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES – CENARGEN 1997. Brasília, DF. 1998.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES – CENARGEN 1998. Brasília, DF. 1999.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1990. Brasília, DF. 1991.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1991. Brasília, DF. 1992.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1992. Brasília, DF. 1993.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1993. Brasília, DF. 1994.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1994. Brasília, DF. 1995.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1995. Brasília, DF. 1996.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1996. Brasília, DF. 1997.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1997. Brasília, DF. 1998.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1997. Brasília, DF. 1998.
- RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES - EMBRAPA 1998. Brasília, DF. 1999.
- RIFKIN, JEREMY. **O Século da Biotecnologia: a valorização dos genes e a reconstrução do mundo**. Tradução e revisão técnica por Arão Sapiro São Paulo: Makron Books, 1999.
- RÓDES, L. **Setor Florestal no Brasil** in: Biodiversidade: Perspectivas e Oportunidades Tecnológicas. INTERNET PRINT-OUT.
- SALLES FILHO, S.L.M. **Fundamentos para um programa de biotecnologia na área alimentar**. In Cadernos de difusão de tecnologia. V.3, n.3. Brasília - DF: EMBRAPA, Set./dez. 1986, p. 379-405.
- SALLES FILHO, S. L.M. et.al. **Estratégias empresariais em agrobiotecnologia no Brasil: um estudo de casos relevantes**. In Revista de Economia e Sociologia Rural, v.30, n.3, p.203-224, julho/set. 1992.
- _____ (1993) **Estudo da competitividade da indústria brasileira: competitividade em biotecnologia**. Campinas: Unicamp, Mimeo.

SEVERO, G. **Plantas transgênicas ameaçadas de inquisição**. In. A granja – revista do líder rural. Maio de 1999, nº 605, ano 55.

SHIKI, S. **World-scale agro-food labor process restructuring: Monsanto's life sciences' network**. Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Foz do Iguaçu, 1999.

_____. **Global Changes in Agro-food Systems: Monsanto's 'Life Sciences' Network**. Anais do XXXVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Rio de Janeiro, Agosto de 2000.

_____. **Globalização do domínio dos cerrados: sustentabilidade do sistema agroalimentar sob regulação privada**. Uberlândia, Instituto de Economia. Mimeo.

TIGRE et. al. **Mudanças institucionais e tecnológicas: impactos da liberalização sobre o sistema de inovações**. In. Brasil: Uma década de transição. Cepal. Editora Campus. São Paulo, 1999.

TORRES, A.C. et. al. **Retrospectiva da cultura de tecidos de plantas**. In Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas. EMBRAPA e CBAB. Brasília.

VALADARES, M. C. **Biotechnology in agriculture: Objectives, Development and priorities**. Brasília: Embrapa-Cenargen, 1997. 22p. (Embrapa Cenargen. Documents, 24).

WAACK, S. R. **Gestão tecnológica empresarial e biotecnologia na América Latina**. in: Dossiê sobre Política e Gestão da Política em Biotecnologia na Ibero-América. Cadernos do PGT, n. 35. São Paulo: USP, 1997.

WILKINSON, J. **O futuro do sistema alimentar**. São Paulo: HUCITEC, 1989.

WILSON, E.O. (Org) **Biodiversidade**. Rio de Janeiro : Nova fronteira, 1997.

ZYLBERSZTAJN, D. & WAACK, R. S. **Biotecnologia e Competitividade**. Revista de Administração. V. 26, n.1, p.86-92, São Paulo. Janeiro/março de 1991.

ANEXO

TABELA 06 – Principais agentes econômicos e suas funções no setor de biotecnologia

Elements of the selection environment for biotechnology	The role they play
1) Pharmaceuticals & diagnostics	
Health care providers (organizations)	→ Recommend drugs, use diagnostics
State or private health insurance	→ Pay for drugs, diagnostics; may influence which products are sold by determining which will be paid for.
Pharmacists	→ Sell over the counter drugs & diagnostics; stock others for supplying to a prescription.
Medical profession	→ Conduct clinical trials; write prescriptions; use diagnostics; advise regulatory bodies
Government regulatory system	→ Determines whether a new medicine is safe, efficacious and represents an advance in treatment over existing products
Patients	→ Consume products
2) New methods for design and discovery of new molecules	
Researchers, laboratories	→ Researchers, laboratories May buy in, develop themselves or acquire via collaborative alliance with firm developing the techniques
3) Genetically modified crops	
Farmers	→ Buy seeds, grow crops
Food processing firms	→ Buy foods and additives as raw materials for canning, freeze drying, freezing and preparing ready-to-heat meals; preparation of 'processed' foods and products such as TVP, Quorn. Buy diagnostics and testing devices for unwanted microorganisms.
Supermarkets, other retailers, wholesalers	→ Buy from food processing firms, farmers and markets; decide what to stock and hence what consumers may buy; what to permit in 'own brands'; important pressure group for lobbying eg over labelling
Greenpeace, consumer organisations and other public interest groups	→ Campaign on consumer choice, public health and safety, environmental protection, labelling, openness in decision-making and government regulations; provide information; may carry out independent tests of products & services
People who buy and eat food	→ The end user - consumes the products; may or may not have made an informed choice
Citizens	→ Vote for representatives who support particular policies; campaign on all manner of issues; may demand more openness in decision-making
Government regulatory Bodies	→ Examine evidence that new products meet product and environmental safety standards; may carry out tests themselves; negotiate with firms to establish the tests that they need to carry out or other actions required for regulatory compliance.
Agricultural research establishments	→ Carry out research; recommend products and techniques
Nutritionists	→ May carry out research; recommend products
Research foundations	→ Fund research; inform the public; influence many of the main actors
IPR regime	→ Allows market to exist; allows monopoly profits to be made (possibly for a temporary period); encourage innovators to innovate.

Fonte: WALSH (2000: 29-30)