

# *Estratégias tecnológicas das empresas de biotecnologia no Brasil\**

**William Antonio Cerantola**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.  
— IPT, Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas — DES

---

## *Resumo*

O estudo identifica, caracteriza e analisa as estratégias tecnológicas de nove empresas de biotecnologia no Brasil, a partir de uma amostra selecionada, considerando os setores de saúde humana e animal, vegetal e energia. O uso do método do caso pode revelar elementos do contexto empresarial, suas características e as estratégias tecnológicas adotadas. Os conceitos em estratégia e gestão tecnológicas e economia da tecnologia deram suporte à identificação dos fatores determinantes à formulação das estratégias consideradas.

### **Palavras-chave:**

- estratégia tecnológica
- empresas de biotecnologia
- gestão de tecnologia

---

\* Este artigo é uma síntese da Dissertação de Mestrado sob título **Estratégias Tecnológicas das Empresas de Biotecnologia no Brasil: um Estudo Exploratório**, apresentada à FEA/USP — Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, em maio de 1991.

## INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas deste século caracterizam-se como componentes diferenciados e indispensáveis à formulação de novas combinações dos fatores de produção, adquirindo *status* de ativo estratégico de países e empresas.

Nas empresas, a adoção de posturas estratégicas voltadas à tecnologia confere crescentes ganhos de competitividade, dando melhor posicionamento frente as forças que determinam a concorrência, e os elementos que definem a estrutura e a dinâmica dos mercados.

A biotecnologia é uma das inovações tecnológicas que acena com potenciais impactos em diferentes setores industriais, mercados, produtos, processos e serviços, sejam eles novos ou tradicionais.

Neste contexto, as novas empresas de biotecnologia constituem um dos principais elementos motores do processo de geração, desenvolvimento e difusão das inovações biotecnológicas, no qual a dimensão da relação estratégia-tecnologia ganha importância na direção dos investimentos e na identificação das tendências tecnológicas do setor. Tendo em vista ativo tecnológico, oportunidades e ameaças do ambiente em mutação das empresas de biotecnologia, este estudo preocupa-se em caracterizar e analisar suas estratégias tecnológicas.

Pesquisas dessa natureza adquirem especial importância, dados o estágio de formação do setor, os impactos potenciais na estrutura produtiva, e a precariedade de trabalhos encontrados na literatura sobre a sua realidade empresarial.

Este artigo pode ser considerado como segunda etapa na realização de pesquisas, uma vez que procura ampliar as discussões para além de estudos sobre os efeitos das tecnologias ou da adoção de políticas nacionais até então adotadas.

## REFERÊNCIAS CONCEITUAIS

### Uma abordagem schumpeteriana

Alguns marcos conceituais devem ser considerados para a adequada abordagem do tema. Tratar da inovação biotecnológica significa considerar a dimensão econômica de sua natureza e a satisfação de necessidades latentes ou existentes no mercado.

A biotecnologia, nessa perspectiva, é uma nova conformação de padrão de mudança técnica, uma vez que consiste em novas combinações produtivas ou deslocamentos das funções de produção para novos bens, novos mercados e novas formas de organização industrial (Schumpeter, 1982).

A consumação dessas iniciativas pelo empresário inovador desencadeia a abertura de novos espaços

econômicos por onde o capitalismo pode expandir-se, promovendo a mudança da base técnica do sistema produtivo (destruição criadora), seguida de aumento da eficiência e adoção de novos princípios no processo produtivo (difusão e formação de *clusters*).

Essa dinâmica pode ser sinteticamente expressa na relação estratégia da firma — estrutura do mercado, formulada pelos neoschumpeterianos, refletindo as transformações das estruturas de mercado a partir de sua base produtiva.

Numa perspectiva evolucionista (Nelson & Winter, 1982) essa relação é entendida pelo processo de busca de inovações e a seleção pelo ambiente competitivo e de mercado, que traduziriam metas e procedimentos para a elaboração de uma estratégia. As estratégias empresarial e tecnológica estariam assim vinculadas à combinação específica dos recursos de P&D, suas prioridades, demandas de produtos e processos, e potencial de viabilidade técnica que conformariam um padrão de decisões das empresas.

Outra vertente a ser mencionada é aquela que propõe paradigma microdinâmico, com referência a paradigma tecnológico (Dosi, 1984), observando ao nível da firma, três características de conformação da concorrência e da competitividade: oportunidade de introdução de avanços tecnológicos relevantes e rentáveis; cumulatividade inerente aos padrões de inovação e à capacidade das firmas em inovar; e apropriabilidade provada dos frutos do progresso técnico mediante seu retorno econômico (Possas, 1988).

Nestas circunstâncias, as condições de assimetria de acesso e controle da tecnologia, da capacidade de inovar, do grau de acumulação e domínio de conhecimentos e do uso de insumos comporiam os elementos de diferenciação técnico-econômica interfirmas, os quais estariam refletidos em suas estratégias.

Em suma, nas duas abordagens apresentadas, a adoção de estratégias empresariais deve estar associada a estratégias tecnológicas, como elementos essenciais de antecipação e resposta aos fatores da mudança técnica, visto que o ambiente empresarial da biotecnologia é dinâmico, de crescentes retornos, imprevisível e de alta seleção nos mercados.

### Biotecnologia e suas empresas

Um segundo marco conceitual é aquele que se refere à biotecnologia e às iniciativas empresariais em curso no setor.

O advento da biotecnologia já se faz sentir em diversos segmentos industriais e econômicos, como nas áreas agrícola, alimentar, agroindustrial, farmacêutica, química, de energia e mineral, entre outras.

Entretanto, apesar da terminologia em biotecnologia

logia já ser formulada desde meados da década de 70, ainda não se estabeleceu clara concordância sobre sua definição, ficando sua aplicação condicionada aos objetivos e às abordagens de cada autor ou situação.

Neste estudo, optou-se por conceituar biotecnologia na perspectiva de desenvolvimento e aplicação de organismos biológicos na produção de bens e serviços (Salles Filho et alii, 1985), associando-lhe três níveis de sofisticação tecnológica, considerados a partir de sua antiguidade, complexidade, cumulatividade de conhecimentos, sofisticação no uso de insumos e equipamentos, e qualificação de recursos humanos na manipulação das técnicas (Salles Filho & Silveira, 1990):

- **biotecnologia tradicional** (técnicas fermentativas básicas, técnicas de melhoramento genético vegetal e fixação biológica do nitrogênio em soja);
- **biotecnologia intermediária** (técnicas de cultura de tecidos vegetais, fermentação descontínua, transferência de embriões, produção de microorganismos para controle biológico de pragas e fixação biológica do nitrogênio em outras culturas e espécies vegetais);
- **biotecnologia moderna** (técnicas de engenharia genética e de DNA recombinante para microorganismos — vegetais e animais — e outras técnicas de fusão celular e métodos de bioprocessamento).

Em essência, a biotecnologia caracteriza-se por seu aspecto interdisciplinar, de forte base científica, radicada nas ciências biológicas e médicas, e cercada de muitas potencialidades e incertezas quanto a negócios, mercados e produtos.

Nesse cenário, projeções de mercados futuros apresentam-se diversas, variando de dezenas a centenas de bilhões de dólares/ano tanto por setores, como para países. No caso do Brasil, avaliações da ABRABI — Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia — estimam que, para a biotecnologia clássica, o mercado brasileiro para produtos primários e secundários, seria da ordem de US\$ 15 a 20 bilhões em 1990, podendo alcançar aproximadamente US\$ 25 bilhões no ano 2000. A biotecnologia moderna corresponderia a US\$ 500 milhões em 1990 e de US\$ 2 a 5 bilhões no ano 2000.

As novas empresas de biotecnologia, por seu turno, encontram-se em ambiente dinâmico e competitivo, com evidentes esforços internos em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços, configurando seu caráter *science-based*, orientado às novas conquistas da biotecnologia moderna.

Essas empresas caracterizam-se pelas busca e manutenção de atualização e monitoramento técnico-científico junto a universidades e instituições de pesquisa; ao mesmo tempo, procuram a formação de

alianças estratégicas com outras corporações, objetivando selecionar e desenvolver produtos e processos, e obter acesso aos canais de distribuição e mercados já dominados por seus operadores tradicionais.

A necessidade de busca de recursos financeiros sob a forma de capital de risco (fases de criação, demarcação e expansão), oferta pública de ações, associações limitadas de P&D e contratos de pesquisa e prestação de serviços também caracterizam essas empresas.

Desse modo, estabelece-se em diversas situações uma tensão cooperativa dinâmica entre essas empresas emergentes e as grandes corporações estabelecidas nos ramos da química, indústria farmacêutica, sementes, alimentos etc., podendo por vezes centrar-se mais na tensão do que na cooperação, encaminhando-se a procedimentos de aquisição, fusão e controle acionário.

As alternativas encontradas por essas novas empresas de biotecnologia tendem a orientar-se à identificação de nichos de mercado, ao mesmo tempo em que potencializam os mecanismos de:

- licenciamento de tecnologia para empresas estabelecidas, com as quais passa a ter acesso aos canais de distribuição;
- produção própria combinada a acordos de marketing com companhias no país e fora dele;
- marketing de seus produtos para um seleto grupo de especialistas (Daly, 1985).

Dessa maneira, estas empresas podem formular estratégias de focalização de suas atividades em produtos ou processos específicos (*focussed*), de curto desenvolvimento (*early products*) ou de maior prazo de desenvolvimento (*late products*). Neste caso, contrapõe-se o rápido fluxo de recursos frente à acirrada concorrência e à consolidação do domínio de tecnologias e mercados de alta sofisticação.

Em contraponto, outras empresas também formulam estratégias de ampla base de segmentos de mercado (*broad-based*), detendo maior portfólio de atividades e produtos e alocando de forma sinérgica os seus recursos.

### **Trinômio: estratégia-tecnologia-gestão**

O último marco conceitual diz respeito à dimensão que estratégias e gestão têm sobre oportunidades e desafios tecnológicos nessas empresas. Estratégias são de fundamental importância para empreendimentos de base tecnológica, já que refletem o ajustamento da empresa ao seu ambiente, o qual, em constante mutação, modifica suas condições no tempo, requerendo ajustamentos posteriores. Assim, as estratégias podem ser concebidas como regras para a tomada de decisão, que levam a

empresa de sua posição corrente à descrita nos seus objetivos, considerando as restrições e as possibilidades existentes.

Em ambientes de alta turbulência torna-se necessária a adoção de postura e cultura organizacionais voltadas à inovação, no sentido da execução de estratégias contingenciais, conformando um comportamento organizacional favorável às mudanças. Neste caso, as empresas de biotecnologia também tendem a orientar-se à administração estratégica, contemplando os aspectos mencionados.

Neste cenário as estratégias tecnológicas ganham maior significado, pois consolidam a gestão da tecnologia para o alcance de vantagem estratégica sustentável (Harris, 1984).

Sua estrutura estaria voltada a:

- busca de novas oportunidades de mercados e negócios;
- desenvolvimento de capacitação tecnológica própria;
- elevação dos padrões de qualidade dos seus produtos e dos serviços que presta;
- racionalização e modernização de seu parque industrial;
- capacitação técnica e gerencial de seu pessoal especializado (Marcovitch, 1990).

Portanto, no contexto da gestão da tecnologia e de suas possíveis alternativas, os componentes principais da estratégia tecnológica encerrariam:

- medidas rotineiras para elevar produtividade e qualidade;
- projetos de inovação para a modernização e expansão;
- ações empreendedoras para enfrentar rupturas tecnológicas (Marcovitch, 1990).

Enfim, o contínuo estratégia-tecnologia-gestão guarda estreitas relações, uma vez que as adaptações ao ambiente derivam de condições objetivas do domínio tecnológico, da cultura organizacional e dos processos de decisão para alocação de recursos humanos, materiais e financeiros, visando a alcançar objetivos de curto a longo prazos.

## ESTUDOS DE CASO

O estudo baseou-se em abordagem exploratória de familiarização com o fenômeno das novas empresas de biotecnologia, levantando suas características, sem pretender predição de ocorrência.

A opção por essa metodologia permitiu melhor sistematização dos conhecimentos, assim como da aplicação de alguns conceitos e princípios gerais, à medida que se discriminava os elementos determinantes para a formação das estratégias tecnológicas das empresas analisadas.

Para a amostra considerou-se a concepção de

biotecnologia e seus níveis de sofisticação tecnológica, bem como os diferentes setores de atuação, e a inserção no conjunto de empresas da ABRABI.

Dentre as empresas destacaram-se aquelas da área de saúde humana, que são: BIOBRÁS, BIOFILL, EMBRABIO e IMOVALL.

A BIOBRÁS é a maior e mais antiga empresa de biotecnologia atuante no Brasil, tendo seu surgimento vinculado a um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais.

Em seu propósito inicial de pesquisa e produção de enzimas industriais ampliou-se a insulina — através da demanda exercida pelo governo brasileiro —, hoje classificada como a maior produtora nacional e importante exportadora para a América Latina e outros países desenvolvidos. Sua trajetória de P&D, ligada à *joint venture* com a Eli Lilly, reflete o sucesso dessa iniciativa, tanto no que concerne à transferência de tecnologia, como na adoção de procedimentos sistemáticos de gestão e estabelecimento de sua planta industrial e ampliação de mercados.

Ao longo de seu desenvolvimento a empresa caracterizou-se como detentora de planejamento estruturado com esforços em P&D para insulina em novas rotas tecnológicas, ações seletivas em enzimas industriais e diversificação para reagentes e alimentos médicos.

A BIOFILL resultou da iniciativa isolada de um pesquisador, a partir da descoberta de aplicação de pele celulósica ao tratamento de queimaduras e lesões epidérmicas. Sua trajetória é mais recente, mas já apresentou resultados promissores ao patentear seu invento sob a forma de produto, processo e uso como dispositivo terapêutico em mais de 18 países.

Seus esforços atuais concentram-se na melhoria do processo de obtenção do BIOFILL por fermentação de superfície de *Acetobacter*, além da busca de novas formas de aplicação e combinações tecnologia-marketing com seus diversos parceiros.

A terceira empresa deste segmento de saúde humana — a EMBRABIO — surgiu de um grupo egresso da Universidade de São Paulo, inicialmente interessado na busca de oportunidades de negócios biotecnológicos. Após iniciativas relacionadas à área vegetal, concentraram recursos na área de saúde animal (vacina contra febre aftosa), finalmente consolidando ações em pesquisa, produção e comercialização de produtos e reagentes de diagnóstico para o segmento humano.

A empresa é caracterizada por estratégia fortemente voltada às necessidades de mercado via representação inicial de produtos importados, para

posterior pesquisa e produção daqueles que melhor auferiram receitas de vendas.

Atualmente posiciona-se agressivamente, procurando antecipar ações a partir de estudos prospectivos, à medida em que já detém forte capacitação em técnicas determinantes para a obtenção de seus produtos de diagnóstico.

A IMOVALL é fruto de *joint venture* entre a Vallée Nordeste e o Pasteur Merieux Sérums & Vaccins, como alternativa de diversificação tecnológica para o segmento de saúde humana.

A empresa cumpre papel estratégico no contexto dos interesses de sua detentora nacional, indicando importantes avanços mercadológicos e efetiva capacitação de pessoal pela transferência de tecnologia pelo grupo francês.

O segundo grupo de empresas da amostra relaciona-se ao setor agrícola, no qual destacam-se: AGROGGEN/LABOGEN, BIOMATRIX e BIOPLANTA.

A AGROGGEN/LABOGEN também tem sua origem vinculada a uma instituição pública de pesquisa — a Universidade Estadual de Campinas — e orientou-se desde seus primórdios a pesquisa, produção e comercialização de produtos para controle biológico de pragas, sob a forma de bioinseticidas contra a lagarta da soja e a broca da cana-de-açúcar.

Por dificuldades técnicas e/ou mercadológicas, a AGROGGEN/LABOGEN está diversificando suas ações para a química fina, consolidando nesta expectativa de curto prazo, e em bioinseticidas, retornos de prazos mais longos.

A BIOMATRIX, atualmente desativada, surgiu de um grupo de pesquisas da Universidade do Rio de Janeiro, focalizando suas ações em pesquisa e produção de mudas micropropagadas, com ênfase em eucaliptos, batata-semente e ornamentais. É vinculada à AGROCERES, importante produtora de milho híbrido, que decidiu por sua desativação, dados os constrangimentos da economia e a extensão do tempo de retorno e consolidação do empreendimento.

### Quadro 1

#### Caracterização das Empresas de Biotecnologia

Características Empresas	Ano de Criação	Número de Funcionários e % Nível Superior	Investimentos Totais Realizados (US\$ milhões)	Faturamento Anual (US\$ milhões)	Recursos em P&D (US\$ milhões)	Tempo Médio de Desenvolvimento Produtos/Processos (Anos)	Estrutura Decisória de P&D
AGROGGEN/LABOGEN (SP)	1987	70 (20%)	4,0	2,5 (1991)	1,0*	3 (Multigen)**	Direção e Gerência de Projetos
BIOBRÁS (MG)	1971	510 (24%)	11,0	27,0 (1990)	1,8 (7% faturamento anual)	2 a 3 (enzimas industriais e insulina)**	Vice-Presidência de Tecnologia e Deptº de Pesquisa
BIOFILL (PR)	1984	40 (20%)	1,5 a 2,0	3,0 (1991)	1,0*	2 a 3 (BIOFILL)	Conselho de Administração
BIOMATRIX (RJ)	1982	84 (50%) (1989)	5,5 (1989)	0,35 (1989)	2,0*	2 a 4 (mudas micropropagadas)	Direção e Gerências Técnica e Produção
BIOPLANTA (SP)	1984	131 (19%) (1989)	6,5 (1989)	7,3 (1989)	2,5 (1989)	2 a 4 (sementes, mudas e micorrizas)	Direção e Gerências Técnica e Produção
EMBRABIO (SP)	1982	37 (38%)	4,0	2,0 (1990)	0,70 a 1,0*	1 a 3 (produtos de diagnóstico)	Direção e Gerências Técnica, Comercial e Financeira
ENGENHO NOVO (RJ)	1980	22 (50%)	3,0	1,0 (1991)	1,5*	4 a 6 (processo FERCEN e de separação)	Direção Docas e Engenho Novo, Gerências de P&D e Estudos e Operações
IMOVALL (SP)	1988	28 (21%)	1,5 a 2,0	6,0 (1990)	15,0 estimada a produção de vacina DPT	início de transferência de tecnologia (2 a 3)	Direção Vallée e IMOVALL e representante Merieux
MICROBIOLÓGICA (RJ)	1981	28 (35%)	1,0 a 1,5	3,0 (1990)	0,5 (1990)	1 a 3 (fármacos de compostos heterocíclicos)	Direção da Empresa

\* total estimado

\*\* com P&D anterior e externo à empresa

A **BIOPLANTA** é uma empresa ligada à Souza Cruz (British American Tobacco Co.), também atuante em pesquisa e produção de mudas micropropagadas, *kits* para diagnóstico de doenças em plantas e micorrizas em escala industrial. Caracteriza-se por intensa aplicação de recursos em P&D e contínuo suporte fornecido pelo grupo tabageiro. De fato, corresponde a um elemento da estratégia de diversificação para o setor agroindustrial que os fabricantes de fumo, em todo o mundo, têm desencadeado nos últimos anos.

A **MICROBIOLÓGICA** é outra das empresas do universo de pesquisa, formada por professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro, orientada para a produção de insumos para a biotecnologia, tais como soro fetal bovino e meios de cultura. Atualmente, a partir de estímulos provocados pela CEME — Central de Medicamentos do Ministério da Saúde, focaliza suas atividades numa árvore de síntese de compostos heterocíclicos para a produção de uma série de fármacos considerados essenciais.

Finalmente, a última empresa analisada é a **ENGENHO NOVO** que, originária de esforços de pesquisadores acerca de processos contínuos para a produção de álcool, desempenha hoje papel de braço tecnológico para a **DOCAS** Agroindustrial, empresa detentora atuante no segmento de produção agrícola e agroindustrial.

Complementarmente atua na identificação de novas oportunidades de negócios biotecnológicos, procurando ampliar seu portfólio de projetos e produtos.

No quadro 1 discrimina-se as principais características das empresas estudadas.

## CONCLUSÕES

As inovações biotecnológicas inscrevem-se dentro da conceituação formulada por Schumpeter e neoschumpeterianos, à proporção que desencadeiam significativas mudanças nos processos produtivos, mobilizando instituições e empresas, no sentido de identificá-las, desenvolvê-las ou absorvê-las para postarem-se competitivamente em seus mercados e setores econômico-industriais.

Neste contexto, o centro dinâmico dessas inovações é estabelecido na interação estratégica da empresa com a estrutura do mercado, uma vez que a concepção de estratégias tecnológicas nas empresas de biotecnologia também é baseada em escolha criteriosa de combinações produto-mercado, à luz de demandas e competências tecnológicas existentes. Significa dizer que as concepções em construção sobre estratégia tecnológica, aplicáveis às empresas

de biotecnologia, coadunam-se com as percepções schumpeterianas que superaram a dicotomia empresa *versus* mercado.

O processo de inovação constitui elemento básico do posicionamento de empresas em ambientes tecnologicamente turbulentos. A análise das empresas de biotecnologia selecionadas constatou também a importância de conhecimentos científicos e tecnológicos na consolidação de oportunidades de negócios, bem como na conquista de mercados e melhor posicionamento frente à concorrência. Em diferentes situações pôde-se observar a presença de técnicas e procedimentos, relacionados à biotecnologia moderna (engenharia genética, fusão celular e bioprocessamento), na tentativa de obter novos produtos ou aperfeiçoar processos produtivos.

Por outro lado, a maioria das empresas — sete em nove casos — foi iniciada por professores universitários ou pessoas egressas do meio acadêmico, associadas ou não a investidores privados individuais, ou corporações nacionais ou estrangeiras.

O caráter fortemente *science based* das empresas de biotecnologia assegura estreitas relações destas unidades produtivas com toda uma rede de especialistas e de informações, tanto científica como tecnológica; além da marcante presença de profissionais de nível superior em suas unidades de P&D, administração ou produção. No caso da amostra selecionada, observou-se participação média de profissionais de nível superior no total dos empregados — cerca de 30% — num espectro de variação de 19% a 50%. Este indicador reafirma o alto nível de qualificação dos profissionais nas diferentes esferas dessas empresas.

De igual modo, políticas setoriais, ações institucionais e mecanismos financeiros do Estado comportam outro conjunto de elementos de considerável importância no ambiente em que estão inseridas as empresas de biotecnologia.

Enquanto importante segmento do ambiente, as corporações estrangeiras ou nacionais afiguraram-se como potenciais investidores ou parceiros tecnológicos, conformando espaço no qual alianças estratégicas ganham maior dimensão. Entre os casos analisados observou-se negociações bem-sucedidas de transferência de tecnologia, como a ocorrida entre **BIOBRÁS** e Eli Lilly para a insulina, ou a da **IMOVALL** com o Merieux para a vacina tríplice. De igual modo, as presenças da Agrocerec na **BIOMATRIX** ou da British American Tobacco Co. na **BIOPLANTA** constituem outros tipos de combinações, associando estratégia tecnológica à diversificação de mercados e competência técnica a novos produtos.

A maior parte das empresas de biotecnologia foram iniciadas no correr da década de 80, à exceção da **BIOBRÁS**, cujo surgimento data do início dos

anos 70. Dessa maneira, indicam a emergência das iniciativas biotecnológicas em período tão recente como o ocorrido nos EUA e Europa, ao mesmo tempo em que tiveram de enfrentar períodos difíceis com instabilidade econômica e inflação ascendente.

As empresas da amostra comportam, em média, de 30 a 50 profissionais, num intervalo que vai de 22 a 510 funcionários. Cinco dessas empresas detêm de 30 a 50 funcionários; outras duas em torno de 80; e somente duas delas acima de 100 profissionais. O percentual médio de profissionais com nível de escolaridade superior é de 30%, variando de 19% a 50%, revelando alta qualificação em todos os níveis funcionais das empresas.

Quanto aos investimentos totais realizados nas diferentes empresas, verifica-se média em torno de US\$ 2 a 3 milhões; quatro empresas estão no intervalo de US\$ 1,5 a 3 milhões, duas com investimentos de US\$ 3 a 4,5 milhões e três aplicaram somas superiores a US\$ 5 milhões.

O faturamento anual médio foi estimado em torno de US\$ 3 milhões, apresentando larga variação, desde valores abaixo de US\$ 1 milhão até US\$ 27 milhões. Neste caso, procurou-se obter a média através das empresas que não se localizam nos extremos dessa variação.

Por outro lado, a dimensão de recursos em P&D, aplicados ao longo da consolidação dessas empresas, está estimada em cerca de US\$ 1 milhão, o que significa dizer, representa algo em torno de 30% a 40% dos seus investimentos totais.

Outro indicador importante considerado refere-se ao tempo médio para desenvolvimento de produtos e processos por essas empresas, as quais, em intervalo de um a seis anos, concentram em geral o tempo médio de três anos.

No que concerne à estrutura decisória das estratégias tecnológicas e das ações em P&D observa-se, na totalidade das pesquisadas, o envolvimento da direção, da unidade de P&D e, eventualmente, de representante da alta administração das empresas detentoras ou associadas, nacionais ou estrangeiras.

O segmento de saúde humana, envolvendo BIOBRÁS, BIOFILL, EMBRABIO, IMOVALL e MICROBIOLÓGICA, apresenta um corpo funcional equivalente ou abaixo da média de 30 a 50 funcionários e da média de participação de profissionais de nível superior. Neste caso, executam-se a BIOBRÁS pelo total de empregados, a EMBRABIO e a MICROBIOLÓGICA pelos percentuais superiores à média de profissionais graduados e pós-graduados, revelando a especialização apresentada nos estudos de caso.

Nestas circunstâncias conclui-se, preliminarmente, que as empresas de biotecnologia vegetal apresentam maiores custos em alocação de pessoal, maior dimensão de investimentos totais em P&D e

menor faturamento associado ao tempo médio de maturação de seus produtos — dois a quatro anos. Estes indicadores são convergentes aos elementos tratados na literatura, indicando processo mais lento de obtenção de inovações neste setor e destinação de recursos por maior período de tempo.

Assim, o aporte constante e de maior prazo de recursos torna-se fator fundamental na sobrevivência dessas empresas, requerendo, para tanto, estratégias progressivas de alcance de metas tecnológicas e mercadológicas, ou mesmo diversificação em setores correlacionados com respostas mais rápidas.

No que se refere às estratégias empresariais adotadas, tendo em vista a focalização em produtos e mercados, a análise das nove empresas de biotecnologia induz às seguintes conclusões:

- algumas empresas adotam estratégias para produtos específicos de curto desenvolvimento (*focused e early products*), objetivando domínio tecnológico e posse de inovações diferenciadas (BIOFILL);
- outras empresas também demonstram estratégias para produtos específicos, mas combinando portfólio de produtos de curto a longo desenvolvimento (*focussed e early and late products*) (EMBRABIO, ENGENHO NOVO, IMOVALL, AGROGGEN/LABOGEN);
- outras, ainda, apresentam portfólio mais amplo de atividades, buscando ampliar mercados (*broad based*), a partir de conhecimentos tecnológicos relativos a esses produtos e mercados (BIOBRÁS, BIOMATRIX, BIOPLANTA, MICROBIOLÓGICA e a fase atual da AGROGGEN/LABOGEN).

Em suma, dadas as características verificadas nas empresas de biotecnologia desta amostra, pode-se formular três segmentos de determinantes estratégicas:

- por ser um setor em formação e indicar projeções de crescimento, tende a requerer estratégia sólida de comercialização e marketing para a ampliação de suas vendas e planejamento de negócios frente à alocação de recursos escassos;
- por ser um setor intensivo em tecnologia, demandará aporte constante em P&D e planejamento consistente para a renovação de produtos e processos, além de gestão estratégica da tecnologia, enquanto postura pró-ativa para a inovação e o alcance maximizado de seus resultados;
- por ser um setor que procura alcançar vantagens competitivas, necessitará de planejamento voltado à direção estratégica de negócios e mudanças tecnológicas e que conceba alianças estratégicas com diferentes agentes públicos e privados para otimizar seus recursos e potencializar suas possibilidades.

## Quadro 2

### Estratégias Tecnológicas das Empresas de Biotecnologia

Empresas	Estratégias Tecnológicas	Projeções de Faturamento (US\$ milhões)
AGROGGEN /LABOGEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>. inovações biotecnológicas para produtos de maior valor agregado em segmentos de mercados tradicionais, especialmente o agrícola;</li> <li>. diversificação tecnológica e mercadológica para a química fina, em curto prazo, e P&amp;D e produção de bioinseticidas virais para as culturas de soja e cana-de-açúcar, de médio a longo prazos;</li> <li>. adoção de planta industrial multipropósito para ampliar produção de novos produtos no sentido da substituição de importações;</li> <li>. diversificação de aplicação dos bioinseticidas virais para outras culturas, de médio e longo prazos;</li> <li>. alianças estratégicas com universidades e centros de pesquisa, públicos e privados, para P&amp;D e produção;</li> <li>. <i>focussed-early and late products.</i></li> </ul>	2,5 (1991-1992) e 4,0 (1993-1994)
BIOBRÁS	<ul style="list-style-type: none"> <li>. P&amp;D em produtos com forte conhecimento tecnológico anterior (bioquímica) para substituição de importações (enzimas);</li> <li>. P&amp;D em processos para a diversificação de moléculas e melhoria dos atuais produtos ou obtenção de novos produtos (insulina);</li> <li>. diversificação de produtos a partir de conquistas em processos, e ampliação de mercados correlacionados com seus produtos e insumos;</li> <li>. P&amp;D em fermentação para potencializar ações em engenharia genética (insulina);</li> <li>. alianças estratégicas com centros universitários e de pesquisa;</li> <li>. <i>joint venture</i> para transferência de tecnologia (insulina);</li> <li>. aquisição de tecnologia em produtos de diagnóstico;</li> <li>. planejamento estratégico e estratégias tecnológicas para renovação de produtos e identificação de tendências tecnológicas para investimentos;</li> <li>. <i>broad-based.</i></li> </ul>	30,0 a 35,0 (1991)
BIOFILL	<ul style="list-style-type: none"> <li>. P&amp;D para otimização de processo;</li> <li>. diversificação de produtos e aplicações a partir da mesma base tecnológica;</li> <li>. <i>joint venture</i> tecnológica e de comercialização exclusiva para exportação;</li> <li>. estratégia tecnológica-mercado para subgrupos de produtos para cada tipo de aplicação;</li> <li>. P&amp;D conjunto com centros universitários e de pesquisa;</li> <li>. diversificação em novos produtos de mercados correlatos, de mesma base tecnológica ou não;</li> <li>. licenciamento de tecnologia para países onde não detém patente;</li> <li>. <i>focussed-early products</i></li> </ul>	3,0 (1991)
BIOMATRIX	<ul style="list-style-type: none"> <li>. pesquisa, produção e comercialização orientadas à sua detentora e seus clientes;</li> <li>. inserção estratégica na diversificação de negócios e monitoramento de inovações biotecnológicas para o setor agroindustrial;</li> <li>. domínio de técnicas de cultura de tecidos e micropropagação vegetal;</li> <li>. uso de germoplasma próprio e de clientes para P&amp;D e produção;</li> <li>. execução de projetos de pesquisa para desenvolver tecnologia de produção massal de mudas, e ampliação de produtos de maior valor agregado;</li> <li>. tecnologias para agregar características às mudas e prestação de serviços de P&amp;D;</li> <li>. ações estratégicas conjuntas com centros universitários e de pesquisa, nacionais e internacionais;</li> <li>. <i>broad-based</i> e diferenciação de produtos em mesma vertente tecnológica.</li> </ul>	atividades encerradas

<p><b>BIOPLANTA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. inserção na estratégia de diversificação da British American Tobacco Co. para o setor agroindustrial;</li> <li>. desenvolvimento tecnológico e produtos orientados aos mercados regionais e condições ambientais específicas;</li> <li>. domínio de técnicas em cultura de tecidos vegetais e micropropagação vegetal;</li> <li>. estratégia de forte aporte de recursos financeiros em P&amp;D e alta qualificação;</li> <li>. associação pesquisa-produção-comercialização com empresas coligadas e mercados vinculados às empresas do mesmo grupo;</li> <li>. P&amp;D em tecnologias intermediárias, inicialmente, para alcançar técnicas mais sofisticadas;</li> <li>. ações conjuntas de P&amp;D com centros de pesquisa, nacionais ou internacionais;</li> <li>. <i>broad-based</i> e diferenciação de produtos em mesma vertente tecnológica.</li> </ul>	<p>—</p>
<p><b>EMBRABIO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. P&amp;D orientado ao mercado, dimensão e tempo de retorno do investimento;</li> <li>. estratégia centrada no domínio de técnicas de diagnóstico humano e animal (ELISA e Western blot);</li> <li>. estratégia progressiva de representação de produtos, conhecimento tecnológico e mercadológico crescente, e nacionalização dos produtos;</li> <li>. treinamento técnico orientado à obtenção de produtos e aperfeiçoamento de técnicas, controle de qualidade e preços competitivos;</li> <li>. tecnologias em um nicho de mercado, com efeito multiplicador do aprendizado para novos produtos;</li> <li>. estudos de prospecção tecnológica para ampliação de mercados e produtos;</li> <li>. <i>focussed-early and late products</i> e nicho de mercado de mesma base tecnológica.</li> </ul>	<p>6,0 (1993-1995)</p>
<p><b>ENGENHO NOVO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. inserção estratégica em Docas S.A. para a geração de oportunidades de negócios de base tecnológica;</li> <li>. P&amp;D em processos de fermentação e separação;</li> <li>. cessão do direito de uso da tecnologia e retorno em <i>royalties</i> durante o primeiro ano;</li> <li>. associação de instrumentos de P&amp;D e gestão tecnológica, com a estratégia empresarial para a formulação de estratégias tecnológicas;</li> <li>. alianças estratégicas com centros de pesquisa e assessoria técnica à indústria;</li> <li>. ações de diversificação em biotecnologia de alimentos, associadas a metodologias de prospecção tecnológica e de busca de oportunidades;</li> <li>. venda de tecnologias ou apresentação de oportunidades para a <i>holding</i> ou para terceiros;</li> <li>. <i>focussed-early and late products</i> e foco em nichos, mas ampliação por proximidades.</li> </ul>	<p>1,0 (1991)</p>
<p><b>IMOVALL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. inserção na estratégia de diversificação da Vallée para produtos biológicos na área humana, a partir de conhecimento tecnológico convergente;</li> <li>. <i>joint venture</i> tecnológica e de comercialização, para transferência de tecnologia e ampliação de produtos e mercados para a detentora nacional;</li> <li>. P&amp;D-produção-comercialização de vacinas, hemoderivados e soros;</li> <li>. alianças estratégicas com instituições de pesquisa e produção nacionais (FIOCRUZ e Butantã);</li> <li>. atualização tecnológica com parceiro tecnológico forte, associado a uma rápida ocupação de mercados, e um efeito multiplicador em produtos e processos;</li> <li>. <i>focussed-early and late products</i> e foco em mercados com tecnologias convergentes.</li> </ul>	<p>7,2 (1991) e 15,0 (até 1995)</p>
<p><b>MICROBIOLÓGICA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. reorientação estratégica da tecnologia para a química de síntese;</li> <li>. estratégia de P&amp;D associada ao domínio de reações em uma mesma árvore de síntese para diversificação de produtos;</li> <li>. desenvolvimentos tecnológicos paralelos em biotecnologia vegetal (hormônios vegetais) pelas similaridades na mesma árvore de síntese;</li> <li>. P&amp;D em compostos heterocíclicos e citocininas;</li> <li>. verticalização de etapas racionais para maior domínio tecnológico, menor dependência de insumos, e ampliação de mercados e produtos, a partir de esforços próprios de P&amp;D;</li> <li>. alianças estratégicas com centros universitários para P&amp;D, nacionais e internacionais;</li> <li>. <i>broad-based</i> e diferenciação de produtos em uma mesma vertente tecnológica.</li> </ul>	<p>30,0 (1993-1995)</p>

The aim of this research is to identify and analyse technological strategies of the Brazilian biotechnology firms. The approach given is based on theories of economy of technology as from Schumpeter and neo-schumpeterians, and on biotechnology, in the concepts regarding the emergence of the technological innovation including new firms of this sector; and in the administration concepts which include recent research in the entrepreneurial and technological strategy, planning and technological management.

According to this theoretical approach nine biotechnology firms were contacted. They carry out activities in the fields of human and animal health, plants and energy. They were analysed by the method of case study, considering the entrepreneurial context, its characteristics and the strategies adopted in these firms.

**Uniterms:**

- technology strategy
- biotechnology firms
- technological management

*Referências Bibliográficas*

- BETZ, F. *Managing technology*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1987. 249 p.
- BULL et alii. *Biotechnology: international trends and perspectives*. Paris: OCDE, 1982. 84 p.
- DALY, P. *The biotechnology business: a strategic analysis*. London: Frances Pinter, 1985. 155 p.
- DOSI, G. *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. London: MacMillan, 1984. 217 p.
- FRIAR, J. & HORWITCH, M. The emergence of technology strategy: a new dimension of strategic management. *Technology in Society*, n.7, p.143-178, 1985.
- HARRIS, J.M. et alii. The strategic management of technology. In: LAMB, R.B. *Competitive strategic management*. Prentice-Hall, 1984. p.530-555.
- LITTLE, Arthur D. *The business of biotechnology: strategies and opportunities*. New York: Seminar Decisions Resources, April 29, 1985. 87 p.
- MARCOVITCH, J. *Tecnologia e competitividade*. São Paulo, 1990. 30 p.
- NELSON, R.R. & WINTER, S.G. *An evolutionary theory of economic change*. Massachusetts: Harvard, 1982. 431 p.
- PORTER, M.E. New global strategies for competitive advantage. *Planning Review*, v.18, n.3, p.4-14, May/June 1990.
- POSSAS, M.L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. *Texto para discussão*. Campinas: IE/UNICAMP, 1988. 35 p.
- SALLES FILHO, S.L.M.; CERANTOLA, W.A.; ALVARES, V.M.P. As promessas da biotecnologia para a América Latina: um alerta. *Revista Brasileira de Tecnologia*, v.16, n.6, p.13-25, nov./dez. 1985.
- SCHUMPETER, J.A. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril, 1982. 169 p.

Recebido em novembro/91