

## DETERMINANTES DA EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NOS ANOS 90: A COOPERAÇÃO EMPRESARIAL

*Maria Beatriz M. Bonacelli<sup>1</sup>*

### RESUMO

O grande número de acordos entre firmas de biotecnologia e entre estas e as universidades e instituições públicas de pesquisa é um fenômeno bem discutido nos últimos anos. Embora não seja uma característica específica da biotecnologia, este fenômeno assume aí um interesse particular, dado pela natureza do conhecimento científico envolvido. Além do alto risco associado ao investimento em novas tecnologias, os projetos de biotecnologia necessitam de base larga e fragmentária de conhecimento que, como regra geral, não pode ser desenvolvida por um único agente. Pretende-se analisar os determinantes do desenvolvimento recente da biotecnologia (e.g., aqueles ligados aos condicionantes científicos, institucionais e econômicos) e as estratégias cooperativas empreendidas pelas firmas. Discutem-se as perspectivas do desenvolvimento da biotecnologia nos anos 90, enfatizando o papel estratégico da cooperação, tanto em P&D como em objetivos comerciais.

### DETERMINANTS OF BIOTECHNOLOGICAL EVOLUTION IN THE 90's: ENTREPRENEURIAL COOPERATION

### ABSTRACT

The large number of agreements between biotechnology firms and among firms and universities and public research centers, is a well-known characteristic of the recent biotechnology development. Although it is not a specific feature, in biotechnology it assumes a particularly interest, because of the nature of the scientific knowledge. Besides the high risk associated to investments in new technologies, biotechnological projects demand a very large base of new and fragmentary knowledge, that cannot be developed by a single agent. This article intends to analyze the determinants of the recent biotechnology development (e.g., those related to the scientifically, institutional and economical aspects) and the cooperative strategies undertaken by firms. We discuss the perspectives of the biotechnological development in the 90's, stressing the strategic role of cooperation in R&D and in commercial aims as well.

---

<sup>1</sup> Université des Sciences Sociales (Toulouse I), Place Anatole France, 31042 Toulouse, França, e pesquisadora associada do Núcleo de Política Científica e Tecnológica (NPCT) da Unicamp, Caixa Postal 6152, 31081-970, Campinas, SP. E-mail: machado@cict.br. Agradeço as valiosas sugestões recebidas do prof. Sérgio Salles-Filho. As imprecisões remanescentes são, porém, de minha inteira responsabilidade.

## INTRODUÇÃO

Pensando a firma como um local de constantes interações e aprendizagem, um dos grandes dilemas internos à empresa é a tensão existente entre se fortalecer em sua área de conhecimento (“exploitation”) e buscar novas capacidades a partir de oportunidades tecnológicas colocadas (“exploration”). De um lado, encontram-se as operações mais rotineiras de produção, comercialização, distribuição e “marketing” e, de outro, o processo dinâmico de busca, criação e introdução de inovações.

Muitas empresas têm procurado reestruturar sua própria organização interna com o propósito de melhor coordenar os “feedbacks” entre tais operações. Nesse sentido, a concepção da dinâmica do processo inovativo exige não somente o conhecimento dos ambientes concorrenciais, mas também a colocação em prática de estratégias de aquisição, integração e desenvolvimento de novas competências.

No caso das atividades relacionadas à biotecnologia, as instituições aí envolvidas devem levar em conta, além das movimentações em torno de tecnologias ainda não padronizadas, outras características marcantes desse processo, como o caráter multidisciplinar e tácito dos conhecimentos, os fortes riscos e incertezas relativos às oportunidades de inovação, os grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento, as dificuldades de apropriabilidade dos resultados da pesquisa e o longo prazo de maturidade de seus projetos e a utilização, por diversos setores industriais, de um conjunto de atividades relacionadas às disciplinas biológicas.

Dado tal ambiente complexo e incerto, as empresas engajadas têm diversificado suas ações, especialmente no que diz respeito às estratégias de cooperação e alianças para adquirir e desenvolver novos conhecimentos, tanto se o objetivo é a colocação de produtos no mercado, como a prestação de serviços.

Tomando como base tais características, o presente artigo pretende analisar a dinâmica daqueles que serão aqui chamados de condicionantes da evolução da biotecnologia (quais sejam, a base do conhecimento técnico-científico e os aspectos econômicos e institucionais) e as estratégias de cooperação e aliança adotadas pelas empresas envolvidas. Busca-se entender qual o contexto de mudança em que se encontra a biotecnologia nos anos 90 e discutir as perspectivas de seu avanço. Percebe-se que tais condicionantes influenciam a direção do desenvolvimento dos processos biotecnológicos e

as tomadas de decisão das firmas, através do engajamento e dos arranjos feitos por estas.

A primeira seção do artigo conta com uma rápida análise das discussões referentes à cooperação, como aquela da visão transacional da firma (e as críticas a ela endereçadas) e as que procuram integrar no contexto elementos da dinâmica de inovação – como a noção de redes. Inclui-se nesta análise o caso da biotecnologia e as motivações para as estratégias de cooperação entre as grandes e as pequenas empresas envolvidas. A segunda seção apresenta os principais elementos dos condicionantes estruturais da biotecnologia e, em seguida, as especificidades setoriais da agricultura, um dos mais importantes setores envolvidos com as atividades biotecnológicas. Estes aspectos fornecem os contornos do contexto no qual tais atividades vem se desenvolvendo e ajudam nas análises referentes às formas de cooperação e aliança (terceira seção). Os principais resultados são apresentados nas conclusões.

### A COOPERAÇÃO EM FACE DA INOVAÇÃO

O grande número de acordos entre empresas ligadas à biotecnologia e entre estas e universidades e centros de pesquisa, tem proporcionado uma série de trabalhos sobre o tema. Tal interesse se revela pela própria especificidade do processo inovativo atual, como pelas características da biotecnologia: fragmentação do conhecimento e das competências entre os agentes, gargalos técnicos-científicos encontrados, custos elevados da pesquisa e da produção, longos prazos para a maturação dos projetos de P&D biotecnológica, entre outros.

As discussões e as visões são relativamente diversas e baseiam-se em “approaches” como aqueles dos custos de transação e de redes de colaboração, por exemplo. Na realidade, o caso da biotecnologia mostra-se interessante para a análise das relações de cooperação e aliança, dado a importância dos acordos entre as firmas envolvidas (devido aos riscos de se verticalizar uma atividade de resultados ainda incertos e mesmo a não-competência para fazê-lo), seja para a P&D, seja para a produção e/ou comercialização. Serão reproduzidas, rapidamente, algumas discussões realizadas sobre estes temas.

O enfoque transacional da firma (corrente constituída a partir dos estudos de Coase (1937) sobre as fronteiras da empresa e que tem em Williamson (1975, 1985) um dos mais importantes autores) afirma que, se por um

lado, a não-internalização das atividades permite o estabelecimento de relações estáveis de mercado e trocas de informações, por outro lado, incorre na possibilidade de comportamentos oportunistas por parte dos agentes envolvidos.

Nesta corrente, a cooperação é uma forma particular de organização da atividade econômica, que emerge sob circunstâncias específicas. Desta forma, a cooperação é vista como um fenômeno de desequilíbrio temporário, que ocorre com a emergência de uma nova tecnologia e que diminui com a difusão desta. É o que foi sustentado tanto por Mowery (1988) como por Pisano (1991): com a maturidade da biotecnologia (ou seja, com a consolidação das tecnologias de base biológica), os estímulos à cooperação tendem a diminuir e a integração vertical das atividades a aumentar.

Os críticos a tal visão, porém, afirmam que tal “approach” propõe somente uma taxonomia das diferentes formas de cooperação (Leveque et al. 1993) e que deixa de lado tanto a dinâmica do processo de evolução da tecnologia como os modelos de especialização, de integração vertical e de diversificação (Barbanti et al. 1992).

Integrando pois estes elementos, Barbanti et al. (1992: p.3) sugerem que os acordos podem proporcionar: a) a redução dos riscos; b) o acesso a novos recursos; e c) a exploração de vantagens de especialização de outros agentes de diferentes áreas e/ou durante diferentes fases do processo de inovação. A cooperação pode evitar as ineficiências ligadas a uma integração completa, especialmente quando a inovação requer investimentos importantes em P&D, a mudança técnica é rápida e o conjunto de conhecimentos é complexo e multidisciplinar.

Indo além, Cohendet & Gaffard (1990: p.971) sustentam que a cooperação permite, simultaneamente, integrar os recursos humanos para assegurar um enriquecimento das competências e desintegrar os recursos materiais de maneira a repartir os custos entre os parceiros.

Quanto à integração vertical, se esta permite limitar certos custos de transação relacionados especialmente aos comportamentos oportunistas (e o recurso aos acordos é utilizado para ultrapassar os limites da estrutura integrada) (Joly 1990: p.41), maior internalização das atividades pode significar, por outro lado, perda de flexibilidade e de autonomia, traduzindo-se em riscos ligados aos investimentos específicos e aos custos irreversíveis (Teece 1986). Esta orientação só é tomada pela existência da possibilidade de apropriação dos conhecimentos e dos resultados da P&D.

O resultado de um número cada vez mais importante de acordos entre firmas é a constituição (voluntária ou não) de redes de cooperação. Muitas vezes formadas por instituições públicas e privadas (laboratórios e centros de pesquisa, empresas, organismos governamentais e financeiros, etc.), ou seja, por um conjunto heterogêneo de agentes, as redes tornam possíveis as cooperações e os ajustamentos mútuos entre tais atores, os quais vivem geralmente em mundos separados, deixando a cada um deles autonomia suficiente para desenvolver sua própria estratégia (Callon 1994).

Enquadrando-se, pois, neste perfil, o desenvolvimento da biotecnologia tem abrigado diferentes modelos de cooperação. Diferentemente do esperado no início dos anos 70, a moderna biotecnologia não se constituiu numa nova indústria, onde a organização estaria assentada em pequenas empresas especializadas (as NEBs), o que contrariaria a concentração industrial, baseada em grandes companhias multinacionais. Antes disso, as novas tecnologias de base biológica têm sido incorporadas por tais empresas (como as farmacêutica, agroalimentar, de pesticidas, de sementes, etc), ou seja, por estruturas industriais já consolidadas, tradicionais.

Dado, então, um contexto de grande diversidade de setores e de atores envolvidos, são diversas também as características do desenvolvimento tecnológico, estas estando relacionadas às trajetórias tecnológicas e às estruturas concorrenciais dos mercados visados (Dosi 1982, Dosi et al. 1995). Desta forma, não poderia ser diferente o processo de cooperação entre firmas de biotecnologia, quer dizer, as estratégias adotadas por estas devem levar em consideração as diferenças dos ambientes tecnológicos e concorrenciais (Salles Filho 1993, Byé et al. 1993) (tais questões serão discutidas mais adiante).

Analisando os principais agentes envolvidos em acordos de cooperação e alianças, quais sejam as NEBs (novas empresas de biotecnologia) e as empresas estabelecidas (EEs), que desde o início dos anos 80 passaram cada vez mais a se interessar pelas atividades biotecnológicas, tem-se que para o primeiro tipo de empresa, os acordos com grandes firmas permitem o acesso aos mercados finais, ao mesmo tempo que financiam os elevados custos da P&D. Galimberti et al. (1995) vão além, afirmando que, no caso das NEBs, os acordos de cooperação são também importantes como fatores de credibilidade, tanto para atrair futuras colaborações como para a colocação de títulos em Bolsa de Valores.

Para as EEs, por sua vez, a cooperação evita altos investimentos em atividades de grande risco e incerteza, ao mesmo tempo que permite tanto a

avaliação do potencial da biotecnologia como a aquisição de conhecimentos referentes às novas técnicas. Tais empresas utilizam a capacitação e a estrutura técnico-científica das NEBs e, através do controle das empresas especializadas, procuram limitar o acesso dos concorrentes às novas tecnologias. Assim, a estratégia das grandes companhias procura ajustar o “trade off” existente entre os riscos de verticalizar uma atividade de resultados ainda incertos e os custos de transação derivados das dificuldades de apropriação (Salles Filho 1993a).

Percebe-se, portanto, que enquanto as empresas estabelecidas procuram na biotecnologia um desdobramento para as suas atividades de P&D, as NEBs enfrentam as dificuldades de criar mercados e/ou de ingressar em mercados tradicionais. Ou seja, elas sofrem formas de concorrência muito fortes, dado sua participação em setores já consolidados, como nos casos de saúde humana e agricultura. Muitas vezes, a solução encontrada é a de trabalhar em nichos de mercado e buscar então novas habilidades que diferenciem suas operações. Desta forma, as diferentes competências e fraquezas dos diversos agentes são determinantes das estratégias adotadas pelas empresas envolvidas com a biotecnologia (Bonacelli 1994).

Dado tal contexto, a análise das estratégias de cooperação, de alianças e de integração vertical não pode ignorar os aspectos relativos a um ambiente de elevada dinâmica inovativa, o que uma simples tipologia de acordos não permite.

Desta forma, devem ser considerados não apenas os diferentes agentes envolvidos, mas também as decisões estratégicas por estes tomadas e que, acredita-se, estão relacionadas às trajetórias tecnológicas e ao ambiente concorrencial de cada setor (discussão que será feita nas próximas seções).

#### COOPERAÇÃO, CONDICIONANTES ESTRUTURAIS E ESPECIFICIDADES SETORIAIS

As decisões tomadas pelas firmas em relação ao investimento em P&D e à manutenção das atividades inovativas estão condicionadas a um conjunto de fatores, como os próprios ambientes concorrenciais dos mercados visados, a apropriabilidade dos resultados da P&D, as normas e regulamentação desta e dos produtos obtidos, assim como os avanços e dificuldades de evolução da base técnico-científica, entre outros.

Observando-se o caso dos ambientes concorrenciais, por exemplo, não devem ser analisados somente aspectos como o número de firmas atuantes ou de potenciais entrantes e respectivo tamanho, mas também a dinâmica tecnológica de tal mercado, ou seja, o ritmo e a capacidade de criação, difusão e absorção de inovações das firmas envolvidas.

Tal dinâmica está diretamente relacionada a um conjunto de elementos, entre os quais as atividades de rotina da firma (Nelson & Winter 1982). Nestas, estão incluídas tanto as operações relacionadas à produção propriamente dita, como o processo de evolução/desenvolvimento dado pelas mudanças das rotinas. Tais mudanças ocorrem através do processo de aprendizagem, os quais buscam melhorar os conhecimentos já adquiridos e absorver os novos. Tudo isso ocorre, porém, não de uma forma aleatória, mas de acordo com a “memória organizacional” e a coerência das atividades da firma. Ou seja, há um caminho já percorrido que não deixa de ter influência sobre o comportamento relativo às atividades de inovação da firma.

Com tais elementos é possível verificar as diferenças existentes entre os setores econômicos. Também leva-se em conta o contexto de evolução das inovações, este relativo ao paradigma tecnológico, em que são considerados aspectos como as oportunidades tecnológicas, as condições de apropriabilidade da inovação e as características da base do conhecimento (Dosi 1984).

Passar-se-à, assim, à análise dos condicionantes da evolução da biotecnologia e das características próprias dos setores industriais, em especial da agricultura, pois são elementos que permitem discussões em torno das diferenças de comportamento das firmas em relação às atividades biotecnológicas.

#### O CONTEXTO DE EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA: CONDICIONANTES ESTRUTURAIIS

As estratégias lançadas pelas empresas com o objetivo de assumir a liderança de um processo ainda bastante indefinido esbarram em condicionantes que podem colocar dificuldades no avanço de projetos de pesquisa e de produção, como aqueles relativos às questões da propriedade intelectual, da relação entre os setores público e privado nas pesquisas de ponta, das limitações técnico-científicas, etc.

Em realidade, os temas referidos acima estão bastante interligados, dado que, por exemplo, a possibilidade ou não de apropriação dos resultados

da inovação é fator de estímulo ou de constrangimento para o investimento do setor privado na P&D em geral. Por sua vez, a dificuldade que vem sendo encontrada de avanço nas pesquisas de alto nível de sofisticação tecnológica, também influencia a divisão de tarefas entre os setores público e privado e os acordos feitos no caso do desenvolvimento da moderna biotecnologia.

Observando-se, por exemplo, as questões relacionadas à base do conhecimento e ao estado-da-arte dos processos biotecnológicos, uma das áreas que tem apresentado maior potencial de desenvolvimento é aquela relacionada à terapia genética. Tal técnica baseia-se, por exemplo, na introdução de um gene em células com a ajuda de um adenovírus, permitindo a correção de uma falha genética, responsável por uma doença. Para isso é necessário o domínio das técnicas relacionadas aos “vetores virais”, e portanto da biologia molecular e celular, o que permitirá transferir para o organismo o DNA são e tratar a patologia.

Mas ainda é difícil analisar como um todo o contexto de evolução e de mudanças técnico-científicas, dado o carácter heterogêneo dos processos biotecnológicos, o que implica forte concorrência entre trajetórias tecnológicas em vigor e entre as potenciais. Até o momento, uma das características da biotecnologia é a substituição de produtos tradicionais de diversos setores (farmacêutico, agroalimentar, de pesticidas, de sementes, etc.) por produtos biotecnológicos por meio de inovações nos processos de produção, como no caso da substituição de produtos extrativos por outros obtidos por métodos de engenharia genética para a produção de insulina humana e de coalho (Salles-Filho 1993a).

Apesar de tal aspecto poder ser considerado como uma inovação radical, dado que uma tecnologia representa uma ruptura em relação à outra, essas mudanças não atingem o centro das estruturas técnico-econômicas dos setores envolvidos, sendo, antes de tudo, inovações incorporadas nas trajetórias tecnológicas das empresas. O que pode ocorrer nesse caso é uma concentração de mercado, com a saída das firmas que não conseguirem acompanhar tal evolução (ver Salles Filho 1993a).

Por outro lado, avanços significativos na fronteira do conhecimento – especialmente no que diz respeito àqueles baseados na biologia molecular –, podem, por sua vez, proporcionar mudanças significativas e irreversíveis na base tecnológica das indústrias farmacêutica, de sementes, de pesticidas, etc. Porém, os conhecimentos ligados à biologia molecular e à manipulação do DNA ainda encontram barreiras importantes a serem superadas, inclusive relativas a questões éticas.



Desta forma, observando-se os determinantes econômicos e a concorrência dos mercados, tem-se que “o ritmo, a forma e o grau do processo de inovação biotecnológica estão relacionados à necessidade de se buscar solução em novas trajetórias tecnológicas (...). No caso de investimentos na agrobiotecnologia, por exemplo, os caminhos visam, de uma parte, uma renovação dos mercados em decadência e, de outra parte, um aprendizado para a entrada em novos mercados em gestação. O melhor exemplo é o do desenvolvimento de variedades resistentes aos herbicidas que pode recuperar as vendas de pesticidas e ao mesmo tempo possibilitar a necessária capacitação às empresas para que elas se engajem em uma nova trajetória” (Salles-Filho, 1993).

Já as questões concernentes aos aspectos institucionais são bastante amplas. Com a moderna biotecnologia, várias empresas, quando perceberam que muitos dos processos biotecnológicos – apesar de caros, de envolverem alto risco e longos prazos de maturação – ofereciam a possibilidade da apropriação do conhecimento, passaram a investir montantes consideráveis de recursos na P&D biotecnológica, influenciadas pelas oportunidades tecnológicas abertas pelo possível novo paradigma, entrando muitas vezes em programas de pesquisa anteriormente concernentes ao setor público.

Porém, o patenteamento e a regulamentação de processos e de produtos biotecnológicos encontram problemas de várias naturezas: “Desde dificuldades para definir e institucionalizar os mecanismos de apropriação para os produtos biotecnológicos, até a formação de grupos de pressão contra a P&D destes produtos. Dentro deste contexto, os aspectos institucionais têm uma força importante na constituição do ambiente de evolução da biotecnologia e influem fortemente nas decisões de investimento e produção de firmas engajadas” (Salles-Filho 1993).

Pergunta-se, então, se as leis de patente e de regulamentação estão acompanhando o ritmo dos acontecimentos que vêm ocorrendo na biotecnologia e/ou se as legislações relativas a estas questões não agem como um freio a maior desenvolvimento dos processos biotecnológicos, dadas as várias decisões negativas tomadas quando de pedidos de patentes e mesmo em relação à regulamentação. Pode-se pensar também que, reforçando a propriedade da inovação, normas e regulamentações conduzem a uma estabilidade do ritmo de renovação das técnicas (Byé et al. 1993).

Acredita-se, desta forma, que estes são fatores importantes na conformação do ambiente de evolução da biotecnologia e que eles têm influência no engajamento dos segmentos industriais em tais atividades. Por outro lado,

acredita-se também que, dado as especificidades técnico-econômicas de cada setor, tais fatores são diferentemente percebidos e as atividades biotecnológicas e seus potenciais são diferentemente buscados, desenvolvidos e dominados.

### TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS E ESPECIFICIDADES SETORIAIS

O ambiente de evolução da biotecnologia possui dinâmica fortemente relacionada às especificidades técnico-econômicas de cada setor. Observando-se, por exemplo, o desenvolvimento das atividades biotecnológicas nos setores de saúde humana e da agricultura (dois dos setores mais visados), percebe-se uma grande diferença no volume de investimentos feitos e no ritmo e no grau das inovações realizadas.

A área que tem recebido os maiores investimentos relacionados aos processos biotecnológicos é a de saúde humana – especialmente os segmentos terapêutico e de diagnóstico. A tendência geral é que tais segmentos continuem a ser os mais privilegiados, enquanto a participação relativa das empresas de agrobiotecnologia tem diminuído em praticamente todo o mundo. Nos Estados Unidos, por exemplo, 66% do total das empresas com atividades em biotecnologia investem na área de saúde humana (38% em terapêuticos e 28% em diagnósticos), enquanto a participação no agroalimentar é de apenas 10% (Burril & Lee Jr. 1992).

Tomando-se, por exemplo, os números relativos ao desempenho financeiro das principais empresas de biotecnologia que atuam no setor farmacêutico nos EUA, constata-se que apenas nove tiveram lucro líquido positivo em 1991, alcançando US\$ 189,2 milhões, enquanto 53 empresas tiveram perdas de US\$ 397,6 milhões neste mesmo ano (Bio/Technology 1992). A situação é ainda mais problemática no setor das agrobiotecnologias, na qual o ano de 1991 foi o primeiro em que uma NEB teve lucro líquido.

Quanto ao perfil dos gastos com a P&D biotecnológica relativos a estes dois setores, o contexto mostra-se bastante interessante. Enquanto na área de saúde humana a média de gastos de NEBs em 1991 foi de US\$ 53 milhões (52% de crescimento em relação a 1990), na área agrícola a média dos gastos ficou em US\$ 5,5 milhões (5% mais que em 1990). Se estes números significam, por um lado, gastos em P&D praticamente da mesma magnitude do faturamento, isto é, de 48,6% na área de saúde humana e de 46,4% na área agrícola, o mesmo não se verifica em relação ao montante das vendas e

dos lucros: enquanto em saúde humana as vendas atingiram US\$ 153,3 milhões e os prejuízos foram da ordem de quase US\$ 50 milhões, na área agrícola as vendas foram de US\$ 12 milhões e as perdas de quase US\$ 7 milhões (Bio/Technology 1992).

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

A agrobiotecnologia apresenta especificidades que implicam maiores barreiras para o seu desenvolvimento vis-à-vis à área de saúde humana, como, entre outras: menor valor agregado de seus produtos e maior sensibilidade destes aos preços de mercado; manipulação de organismos mais complexos (os vegetais); e maior dificuldade de contornar os problemas relativos à propriedade intelectual, à regulamentação e à aceitação pelos consumidores de produtos modificados geneticamente.

Nesta mesma direção, o segmento agrícola oferece produtos e técnicas que ainda respondem à demanda dos agricultores, o que dificulta a introdução de novos produtos nos mercados [especialmente no caso de países menos desenvolvidos, onde estes têm-se apresentado menos dinâmicos (Salles-Filho et al. 1992)]. Os mercados agrícolas são, também, menos concentrados que os da farmacêutica, o que exige estratégias mais regionais por partes dos grupos agroindustriais, especialmente no caso das sementes (ver mais adiante).

Entretanto, mesmo se tratando de mercados menos dinâmicos, “o setor de sementes tem feito grandes investimentos na pesquisa biotecnológica, em muitos casos associados ao investimento do setor agroquímico, que vem, por um lado, incorporando empresas sementeiras e, por outro lado, criando suas próprias divisões no ramo de sementes. Neste caso, o interesse pela biotecnologia se deriva do esgotamento das trajetórias tecnológicas seguidas pelo fitomelhoramento” (Salles Filho 1993a).

Isto explica os exemplos de empresas que vêm desenvolvendo pesquisas em variedades resistentes a herbicidas (39% numa amostra de 33 firmas), pois a escolha de tal linha de pesquisa está determinada pelas estratégias competitivas das empresas produtoras de sementes e pesticidas. Há também projetos voltados para a obtenção de sementes artificiais e de novos híbridos a partir de cruzamentos interespecíficos, entre outros (ver Silveira et al. 1990). No caso das plantas transgênicas, enquanto o ‘Animal and Plant Health Inspection Service’, do Departamento de Agricultura dos EUA autorizou, entre 1987 e 1991, cerca de 102 testes de campo, tanto de plantas

como de microrganismos geneticamente modificados, houve só uma liberação para a comercialização até o momento, para o tomate de maturação tardia da Calgene.<sup>2</sup>

Mesmo quanto à aceitação de produtos geneticamente modificados, percebe-se maior rejeição àqueles oriundos da agricultura, talvez pelo fato de os consumidores verem sempre nos medicamentos um produto capaz de melhorar sua saúde e pelo fato de ser psicologicamente diferente utilizar uma droga alterada geneticamente e ingerir um alimento geneticamente modificado. Como no caso do leite Prosilac, produzido nos EUA por vacas tratadas com uma droga alterada por engenharia genética, que além de não ter tido uma boa aceitação pelos consumidores norte-americanos, tem sido alvo de duras críticas dos grupos de pressão na luta contra os produtos biotecnológicos.

Assim, dificuldades de ordem técnico-científica, de normas, regulamentação e aceitação de novos produtos pelos consumidores têm afetado o volume de investimentos em biotecnologia vegetal, cujos recursos têm sido direcionados para outros campos de aplicação. Por exemplo, o ritmo de descobertas e inovações entre microrganismos, vegetais e animais é completamente diferente, dado que o grau de complexidade é crescente, afetando as expectativas de obtenção de um produto passível de ser comercializado.

Na farmacêutica há uma estratégia agressiva de substituição de produtos. As principais companhias farmacêuticas aumentaram de 6% para 14% os gastos de seu faturamento em P&D entre 1980 e 1990, o que leva à radicalização no processo de inovação não somente quanto às técnicas, mas também quanto aos produtos; no caso vegetal, as tentativas vão no sentido de reforçar mercados antigos, numa atitude mais defensiva das grandes indústrias frente à biotecnologia (Silveira & Salles Filho 1988).

## ESTRATÉGIAS DE COOPERAÇÃO E GESTÃO DO PROCESSO INOVATIVO

Como visto acima, diante de um contexto de grande diversidade de indústrias, de setores e de agentes implicados, assim como de fortes riscos e incertezas quanto às atividades de P&D e de produção, as firmas envolvidas

---

<sup>2</sup> Para uma melhor discussão sobre este assunto, ver Possas et al. (1993).

com os processos biotecnológicos têm admitido vários tipos de estratégia para encarar a complexidade do desenvolvimento da biotecnologia.

Quase todas as NEBs têm estabelecido acordos, seja para P&D, seja para a comercialização de produtos. Cada empresa constitui, em média, três acordos, sendo a intenção da maioria delas reforçar este tipo de aliança estratégica nos próximos anos (Burrill & Lee Jr. 1990). Geralmente, o objetivo central é aproveitar rotas de comercialização já estabelecidas pelos parceiros, mas há também acordos que visam a superar obstáculos à regulamentação, como no caso de alianças entre NEBs americanas e empresas japonesas para a entrada daquelas no Japão.

Pode ser constatado também um reforço das atividades de pesquisa “in-house” nas grandes companhias. Porém, a maioria das empresas combina várias estratégias, como a compra de empresas especializadas, a formação de “joint ventures”, a contratação de atividades de P&D em universidades, institutos de pesquisa e NEBs, assim como alianças pré-competitivas com outras companhias para a realização de atividades de P&D, etc<sup>3</sup>. Pisano et al. (1988) afirmam que no caso da biotecnologia, não existe uma relação direta de exclusão entre P&D “in-house” e investimento e/ou acordos externos, ou seja, uma estratégia não elimina a outra.

Exemplos de diferentes tipos de estratégias adotadas são os da Amgen (NEB americana), que tem procurado internalizar suas atividades; da Chiron (outra NEB), que também utiliza a mesma estratégia para produzir e comercializar produtos biotecnológicos para nichos de mercado, mas que sustenta acordos e alianças para mercados de maior concorrência, e casos de “joint ventures” e de compra de empresas, como, entre as mais importantes, da Genentech pela La Roche, da Hybritech pela Eli Lilly, da Genetic Systems pela Bristol Meyers e da Biogen pela Glaxo (Burrill & Lee Jr. 1992, 1993).

Outros detalhes interessantes são:

- a) entre 200 acordos de cooperação analisados por Pisano et al. (1988), 62% dentre eles eram entre NEBs e EEs; 10% entre EEs; 5% entre NEBs e o restante com universidades e institutos de pesquisa;

---

<sup>3</sup> Um outro tipo importante de colaboração é a constituição de pólos de biotecnologia, os quais consistem em organizar, no mesmo espaço físico, plantas-piloto e atividades de P&D e de produção. Mesmo sendo um tipo interessante de associação para a cooperação, não será feita aqui uma análise mais detalhada deste caso, dado focar elementos outros que aqueles vistos no texto.

- b) ainda segundo estes autores, o maior número de acordos refere-se à colaboração em P&D (36%), seguidos de “marketing”(19%), licença (18%), produção (17%) e fornecimento (5%);
- c) quanto aos motivos para a cooperação, um estudo de Hagedoorn & Schankenraad (1990) mostrou que as três principais motivações são: a complementaridade tecnológica (38%), a redução dos prazos para a maturação dos projetos (31%) e a busca de recursos financeiros (12%).

Observando-se algumas estratégias adotadas por certas NEBs, percebe-se que existem vários casos de empresas que buscam sustentar suas necessidades de capital por meio do licenciamento de seus produtos, preferindo não entrar ou adiar uma possível entrada nos estádios de produção e comercialização/distribuição daqueles. A NEB Innogenetics (Bélgica), por exemplo (cujo principal produto é o Innotech-HIV, licenciado pela Organon Teknika) utiliza a seguinte estratégia: para cada produto/mercado a empresa desenvolve um estudo para identificar o melhor parceiro para o empreendimento já a partir das fases iniciais do programa de P&D, procurando preservar a aliança até os últimos estádios. No Brasil, a empresa comercializadora de seus produtos é a NEB Embrabio, que mantém também trocas informais de conhecimento no segmento de “kits” de diagnóstico.

Como dito antes, os contratos de P&D são muito utilizados na sustentação das atividades de NEBs. Mas, para certas empresas, tal atividade é o seu objetivo principal, isto é, a prestação de serviços não é uma mera fase de passagem para a produção e comercialização próprias. Tal posicionamento não elimina a necessidade de alianças também para o desenvolvimento das pesquisas com esta finalidade.

No caso da NEB francesa Transgène, buscou-se o contrário: durante os anos 80, ela concentrou seus esforços nos contratos de pesquisa, especialmente com empresas da indústria farmacêutica, os quais representavam entre 60% e 75% do seu faturamento. No início dos anos 90, ela dirigiu praticamente toda sua atividade à P&D de vacinas, em conjunto com a Pasteur Mérieux Soros e Vacinas (PMSV), passando a fazer parte deste grupo. Em 1994, a estratégia foi novamente mudada: ela decidiu entrar a fundo na terapia genética (65% de sua atividade de P&D) e a produzir seus próprios produtos; desta forma, a NEB não mais pertence à PMSV e tem buscado se firmar como uma empresa farmacêutica<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Informações obtidas a partir de entrevista realizada na empresa.

Porém, o que caracteriza hoje os acordos realizados entre as empresas engajadas na biotecnologia é a constituição de redes de colaboração, tanto em P&D como em comercialização. Como visto anteriormente, tal forma de cooperação busca, principalmente, a captação de conhecimentos dispersos, mas também a sustentação financeira e a comercialização (através, muitas vezes, de contratos de licença) de produtos.

Um estudo realizado por Barbanti et al. (1992) junto a 20 firmas americanas, européias e japonesas, analisando três períodos diferentes (até 1983, de 1984 a 87 e de 1988 a 91), mostrou que houve um aumento da densidade (ou seja, do número de acordos realizados) e da complexidade das redes de cooperação. O estudo também observou que existe um grupo de NEBs que serve como agente de ligação entre redes dispersas, já que elas se inter-relacionam com várias instituições simultaneamente.

Desta forma, a tese, segundo a qual os acordos de cooperação tendem a diminuir com a maturidade da biotecnologia, não se tem verificado. Na verdade, estudos como estes ajudam na “visualização” da dinâmica do processo de inovação e de cooperação e mesmo do modelo de concorrência, de especialização, de integração vertical e de diversificação das organizações.

Sem entrar em detalhes, a análise da formação de redes de empresas dos setores agrícola e farmacêutico no caso da biotecnologia, contrastando dois países – Brasil e França – é bastante interessante. Estando a dinâmica industrial francesa assentada nos grandes grupos nacionais, especialmente da químico-farmacêutica (como Rhône Poulenc, Sanofi, por exemplo), as redes de cooperação mostram-se mais densas nesse segmento, encontrando-se tais grupos (muito deles multinacionais) no centro das redes.

O caso brasileiro mostra-se diferente: é no setor da agricultura que o número de acordos entre instituições é maior; naturalmente tal fato está estritamente ligado à força da pesquisa do país. Desta forma, o maior número de acordos acontece com as instituições públicas de pesquisa e as universidades, sendo raro as relações entre empresas.

Um levantamento realizado junto a diversas NEBs brasileiras confirma esse quadro: a grande maioria dessas possui acordos de cooperação com instituições públicas. A exceção nesse caso é a Vallée S.A. (NEB da agropecuária, que produz sobretudo vacinas), que além de manter contatos com laboratórios nacionais e internacionais, possui um acordo de desenvolvimento de pesquisa com outra NEB brasileira da área farmacêutica (Salles Filho & Bonacelli 1995).

Também pode ser citado o exemplo da Copersucar – cooperativa açucareira do Estado de São Paulo – e da Aracruz Celulose. As duas instituições mantêm uma rede de cooperação bastante densa, caracterizada pela pesquisa de novas tecnologias referentes às espécies vegetais da cana-de-açúcar, no caso da Copersucar, e à micropropagação de espécies florestais, no caso da segunda empresa. Tanto uma como outra contam com vários contatos nacionais e internacionais, não havendo porém acordos com outras empresas.

No caso da Agrocere S.A., a líder do mercado nacional de sementes híbridas de milho, formou-se importante rede de cooperação, cujos principais acordos são aqueles referentes à transferência de tecnologia firmado com a PIC Co. e a Ross Breeders Co., empresas inglesas do segmento de matrizes de suínos e aves, respectivamente, e um acordo de licença de comercialização com a empresa japonesa Sakata.

A Agrocere mantém também uma série de contatos de colaboração com universidades e laboratórios públicos brasileiros. No caso do desenvolvimento de atividades biotecnológicas, por exemplo, foi elaborado um projeto conjunto (em 1990) entre Agrocere, Unicamp e USP, para a detecção de pares cromossômicos que determinam a resistência à seca no caso do milho. A Agrocere encarregou-se da extração, isolamento e purificação do ADN, a Unicamp da marcação e a identificação dos genes, enquanto a USP, do desenvolvimento dos métodos de marcação e duplicação dos genes. Os testes de campo serão feitos num dos centros de pesquisa da empresa e os estudos econômicos estará a cargo também da USP. O projeto teve um financiamento aprovado de US\$ 1,2 milhão a fundo perdido, com prazo de execução de cinco anos, financiado pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PADCT (Salles Filho et al. 1992).

Porém, a empresa não conseguiu levar adiante dois grandes projetos em biotecnologia : a sustentação das atividades da Biomatrix – NEB da área vegetal, que encerrou suas atividades no final dos anos 80 –, e da empresa binacional Bioceres (“joint venture” com a NEB argentina Biótica).<sup>5</sup>

Percebe-se assim que, além da própria dinâmica dos mercados, as estratégias de cooperação são também condicionadas pelos ambientes nacionais onde ocorrem as interações entre os agentes. Desta forma, não deixa

---

<sup>5</sup> Para maiores detalhes ver Bonacelli (1994) e Salles-Filho et al. (1992).



de ser importante assinalar que, mostrando-se uma estratégia importante para a aquisição de conhecimentos e para o próprio desenvolvimento da biotecnologia, a formação e a dinâmica das redes de cooperação devem ser motivadas pelos governos nacionais. Nesse caso, é imprescindível que as diferentes políticas de apoio institucional (de ciência e tecnologia, industrial, agrícola, etc.) estejam bem articuladas, para que todo o esforço dedicado ao desenvolvimento do progresso técnico-econômico seja aproveitado até a ponta do mercado.

## CONCLUSÃO

A conseqüência de maior persistência de limites técnico-científicos, além do próprio ambiente concorrencial no qual está baseado o setor agrícola, tem exigido prazos mais longos de maturação dos projetos realizados em agrobiotecnologia, o que significa um elevado custo financeiro para a sustentação dos empreendimentos e da P&D, requisito difícil de ser sustentado pelas pequenas e médias empresas de biotecnologia.

Por outro lado, mesmo as empresas de maior porte têm sentido dificuldades para manter suas atividades nesta área, haja vista o movimento de desaceleração dos investimentos, especialmente daqueles orientados ao segmento de sementes. O mercado francês, por exemplo, tem assistido a um recuo de empresas (da química fina, da farmacêutica e até de cimento) que nos anos 80 ingressaram na biotecnologia. Os fatos são ilustrados pelos casos da Sanofi (grupo farmacêutico), que transferiu duas sociedades sementeiras (Rustica e Prograin) para a Cooperativa de Pau; do grupo Shell, que vendeu a Nickerson para a companhia de sementes Limagrain; e da Lafarge Coppée (grupo cimenteiro), que tem orientado sua filial voltada para a biotecnologia – a Orsan – a se concentrar na bioquímica, com a interrupção das atividades em sementes (L'Usine Nouvelle 1993). No caso brasileiro, a mais importante desaceleração das atividades relativas à biotecnologia nessa área deu-se por conta de uma grande empresa de sementes, a Agroceres S.A.

A argumentação, em todos os casos, gira em torno dos custos e prazos mais longos que o esperado para atingir algum resultado comercial, justamente num período de crise agrícola (as vendas de sementes de colza no mercado francês, por exemplo, caíram 30% no ano passado). Junte-se a estes

problemas as próprias características de tal segmento, que exige um razoável conhecimento das e uma proximidade às regiões agrícolas, e assim um “marketing” adaptado às necessidades e às especificidades comerciais de cada uma destas. Ou seja, o empreendimento requer a montagem de uma estrutura integrada, da pesquisa até a comercialização e distribuição do produto, que dificilmente pode ser constituída em curto espaço de tempo e por empresas não especializadas.

Por sua vez, as firmas de biotecnologia engajadas nos segmentos da indústria farmacêutica vêm apresentando melhor desempenho, tanto técnico-científico como financeiro, vis-à-vis ao da agricultura, certamente devido às próprias características tecnológicas e concorrenciais daquela indústria. Neste caso, percebe-se que, mesmo sendo objetivo de algumas NEBs a integração das atividades relativas aos processos biotecnológicos, ainda assim os acordos, as alianças e a formação de redes de cooperação entre firmas revelam-se de grande importância, seja numa atitude visando a defender uma posição em determinado mercado, seja com o objetivo de buscar e absorver novos conhecimentos para estratégias mais ofensivas de concorrência. Tanto num caso como no outro, é necessária a adequação da estrutura organizacional da firma para bem interpretar e gerenciar a dinâmica do processo inovativo.

Diante deste contexto, muita especulação pode ser feita em torno da evolução da biotecnologia nos próximos anos, dadas as perspectivas de avanço, tanto técnico-científico como comercial. Criar produtos com novas características ou qualidades, como a insulina, o interferon, o tPA, o hormônio de crescimento etc., através de processos fermentativos, por exemplo, é completamente diferente de desenhar e produzir (a partir da via química ou da biológica) uma nova molécula utilizando-se da engenharia molecular. A convergência entre os novos conhecimentos baseados na biologia molecular e as novas técnicas da engenharia molecular resulta num caminho determinista de criação de produtos. Tal evento poderá então ser a base para a formação de um novo paradigma tecnológico. Porém, dada a natureza incerta de tais acontecimentos, ainda é muito difícil prever quando e como ele irá ocorrer e os impactos que causará sobre os diferentes segmentos de mercado.

O que pode ser afirmado com maior segurança é que os acordos de cooperação e aliança tendem a manter sua importância dentro do processo de desenvolvimento da biotecnologia. E como bem colocado por Byé & Magnaval (1995: p.36): “A intervenção pública na pesquisa desenvolvida por

parceiros encontra sua justificativa *a posteriori*, quando uma avaliação das pesquisas é efetuada. Ela obtém os melhores resultados quando preserva a riqueza e a diversidade dos 'approaches' e assegura a renovação dos agentes envolvidos. No caso contrário, deixados estes à sua própria sorte, corre-se o risco das redes técnico-econômicas tornarem-se clubes fechados e instrumentos de exclusão.”

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBANTI, P.; GAMBARDELLA, A.; ORSENIGO, L. **The evolution of the forms of collaboration in Biotechnology**. Colóquio internacional “Les Accords de Coopération pour la R&D en Biotechnologie”, oct.1992, Grenoble, França. 1992.
- BIO/TECHNOLOGY, abr./ago., 1992.
- BONACELLI, M.B.M. Desenvolvimento da biotecnologia vegetal no Brasil: uma análise de dois estudos de caso de investimentos privados. **Cadernos de Gestão Tecnológica**, São Paulo, n.17, 1994.
- BURRILL, G.S.; LEE JUNIOR., K.B. **Biotech 91**: a changing environment. San Francisco: Ernest & Young, 1990. Fifth Annual Survey of Business and Financial Issues in American's Most Promising Industry.
- BURRILL, G.S.; LEE JUNIOR., K.B. **Biotech 93**: accelerating commercialization. San Francisco: Ernest & Young's Seventh Annual Report on the Biotech Industry, 1992.
- BURRILL, G.S.; LEE JUNIOR., K.B. **Biotech 94**: long term value/short term hurdles. San Francisco: Ernest & Young's Eighth Annual Report on the Biotech Industry, 1993.
- BYÉ P.; MAGNAVAL, R. Recherche coopérative; concurrence ou collaboration?. **Biofutur**, n.142, fév. 1995.
- BYÉ, P. et al. **Stratégie technologique et avantage concurrentiel**. Grenoble: Institut de Recherche Economique sur la Production et le Développement, 1993. (Série Rapports de Recherche).
- CALLON, M. Réseaux technico-économiques et irréversibilité. In: BOYER, R. CHAVANCE, B.; GODARD, O. (eds.). **Les figures de l'irréversibilité en Economie**. Paris: Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1991.
- COASE, R.M. **The nature of the firm**. Paris:Economica, 1937.
- COHENDET, P.; GAFFARD, J.L. Innovation et entreprises. In: GREFFE, X. et al. **Encyclopedie Economique**. Paris: Economica, 1990.

- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v. 11, p.147-62, 1982.
- DOSI, G. **Technical change and industrial transformation**; the theory and an application to the semiconductor industry. London: MacMillan, 1984.
- DOSI, G.; MARSILI, O.; ORSENIGO, L.; SALVATORE, R. Learning markets selection and the evolution of industrial structures. **Small Business Economics**, v.7, p.1-26, 1995.
- GALIMBERTI, I.; SENKEL, J.; SHARP, M. **Cooperative alliances and internal competences**: some case studies in Biotechnology. Colóquio "Innovation, Dynamique des Organisations et Transformations Institutionnelles". Grenoble, 6-8 abril, 1995.
- HAGEDOORN, J.; SHAKENRAAD, J. Inter-firm partnership and cooperative strategies in core technologies. In: FREEMAN, C.; SOETE, J.L. (eds.). **New explorations in the Economics of technological change**. London and New York: Pinter Publishers, 1990.
- JOLY, P.B. Eléments d'analyse des systèmes d'innovation dans le domaine biovégétal: flexibilité et coûts de transaction. **Revue d'Economie Industrielle**, n.51, 1990.
- LEVEQUE, F.; BONAZZI, C.; QUENTAL, C. **Dynamics of co-operation and industrial R&D**: first insights into the black box II. Conferência ASEAT, "Technology Collaboration: Networks Institutions and States", Manchester, 21-23 april 1993.
- L'USINE NOUVELLE, oct. 1993.
- MOWERY, D. (ed.). **International collaborative ventures in US manufacturing**. Cambridge, Mass.: Ballinger Publishers, 1988.
- NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- PISANO, P. The governance of innovation: vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry. **Research Policy**, n.20, 1991.
- PISANO, G.P.; SHAN, W.; TEECE, D.J. Joint venture and collaboration in the biotechnology industry. In: MOWERY, D.C. (ed.), 1988.
- POSSAS, M.L.; SALLES FILHO, S.L.M.; AGUIAR DE MELLO, A.L. **O processo de regulamentação da Biotecnologia**: implicações para as inovações na agricultura e na produção agroalimentar. IPEA/PNUD, 1993.
- SALLES FILHO, S.L.M. **A dinâmica tecnológica da agricultura**: perspectivas da Biotecnologia. Campinas: UNICAMP-IE, 1993. Tese de Doutorado.
- SALLES FILHO, S.L.M.; BONACELLI, M. B. M. **Capacité technologique et investissements privés dans la Biotechnologie agricole au Brésil**. A ser

M.B.M. Bonacelli

- publicado por ORSTOM/UNESCO, com base no colóquio “Les Sciences Hors d’Occident au XXme Siècle”, Paris, 1994.
- SALLES FILHO, S.L.M. Competitividade em Biotecnologia. In: COUTINHO, L. et al. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. MCT/FINEP/PADCT, 1993a.
- SALLES FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J.M.; BONACELLI, M.B.M.; RUIZ OLALDE, A. Estratégias empresariais em agrobiotecnologias no Brasil: um estudo de casos relevantes. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.30, 1992.
- SILVEIRA, J.M.; SALLES FILHO, S.L.M. **Biotecnologia e seus impactos setoriais**. Campinas: UNICAMP-IE, 1988. (Texto para Discussão, 21).
- SILVEIRA, J.M.J.F.; FUTINO, A.M.; SALLES FILHO, S.L.M.; BONACELLI, M.B.M. Indústria de sementes e Biotecnologia no Brasil. In: COUTINHO, L. (coord.). **Desenvolvimento tecnológico da indústria e a constituição de um sistema nacional de inovações no Brasil**. Campinas: IPT/FECAMP-UNICAMP, 1990.
- TEECE, D. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. **Research Policy**, v.15, n.6, p.285-305, 1986.
- WILLIAMSON, O. **Markets and hierarchies**. New York: Free Press, 1975.
- WILLIAMSON, O. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: Praeger, 1985.