

## **AS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA PRODUTORAS DE INSUMOS AGROPECUÁRIOS EM SÃO PAULO: ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DA DINÂMICA TECNOLÓGICA**

Márcia M. P. Marchesini

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar/DEP/GETEC)

Rodovia Washington Luis, Km 235 – Cx. P. 676. Cep: 13565-905 – São Carlos/SP

### **Abstract**

The object of this research is the Technology Based Firms (TBFs) that produce agricultural inputs in São Paulo. These companies are one of the main sources of technical progress for agriculture. Therefore, studying their technological dynamics contributes to understand the basic aspects of the technical progress in agriculture.

The research is based on (i) a bibliographical review on the technological development in agriculture and the supply of agricultural inputs in Brazil, (ii) the use of information from different databases for the identification of companies with the typical characteristics of TBFs, and (iii) case studies of selected TBFs.

The bibliographical review has enclosed the historical evolution of agriculture, the technical progress in economic theory (including the neoclassical and evolutionary approaches), the technological dynamics in agriculture and the characterization of the biotechnology as an emergent technological paradigm. This article evolves this part of bibliographical review.

The study concluded that the industries with greater probability of including TBFs are animal and vegetal genetics, agricultural defensives, automation, and software. Examining different databases, companies with characteristics such as those of TBFs were identified in order to a closer analysis through field research. Ten companies have already been selected.

**Keywords:** Technological development in agriculture; Technology Based Firms; Agricultural inputs; Technological innovation.

**Área Temática:** Gestão da Tecnologia

### **1. Desenvolvimento Tecnológico na Agricultura**

#### **1.1. Evolução Histórica**

Segundo a abordagem clássica, representada por Kautsky, Mantoux e Lenin, o desenvolvimento da agricultura pode ser explicitado através de três momentos históricos, que estão associados a locais distintos (Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos).

O primeiro deles se refere ao processo de cercamento das terras ocorrido na Inglaterra durante o período compreendido pelos séculos 16 e 18. De acordo com MANTOUX (1988), este processo se caracteriza pelo fechamento dos campos abertos (*open fields*) e pela divisão das terras comuns (*common fields*), através da apropriação e da posterior redistribuição das terras entre os proprietários. Isto é, o cercamento envolve a formação de propriedades fechadas: domínios compactos, independentes e cercados. Como resultados desse processo, têm-se o desaparecimento das pequenas explorações (explicado

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

pela venda de muitas pequenas propriedades, pois os pequenos agricultores ficaram com terras piores e, até mesmo, de menores extensões e com gastos relativos ao processo), a absorção das pequenas propriedades pelas grandes ou por compradores das cidades, o que indica o predomínio de grandes propriedades, e a conversão de terras aráveis em pastos e a conseqüente diminuição do número total de trabalhadores agrícolas, implicando, juntamente com a expulsão dos pequenos agricultores, no despovoamento do meio rural e no agravamento da miséria.

O segundo momento histórico que evidenciou o desenvolvimento da agricultura ocorreu no final do século 19 na Alemanha: a criação de estabelecimentos industriais nas propriedades rurais para o beneficiamento dos seus produtos brutos, o que representou um processo de industrialização da agricultura e, em certa medida, o início do processo de substituição da agricultura pela indústria. Conforme KAUTSKY (1986), a criação de tais estabelecimentos industriais, como as fábricas de laticínios e de conservas para legumes e frutas, foi impulsionada pela concorrência de gêneros extra-europeus, a qual provocou a queda dos preços dos produtos agrícolas e da renda territorial. Dentro deste contexto, buscou-se uma compensação para a redução da renda agrícola através do lucro nas atividades industriais. Destaca-se que a priori somente os grandes proprietários (os latifundiários em particular) e os capitalistas tinham condições para criar estabelecimentos industriais e que a viabilização da criação de tais estabelecimentos no caso das pequenas explorações ocorreu através da formação de cooperativas agrícolas, que foram transformadas posteriormente em fábricas capitalistas. As conseqüências para tal momento histórico envolvem a adaptação das explorações agrícolas às exigências da fábrica, o que torna o camponês um “apêndice da exploração industrial” (KAUTSKY, 1986: 285), e a dependência técnica da exploração agrícola em relação à industrial, por meio de recursos para o aperfeiçoamento das atividades agrícolas. Este processo de industrialização da agricultura atinge um ponto em que há certa substituição da agricultura pela indústria, que pode ser evidenciada através da queda da demanda industrial por matéria-prima (que é melhor aproveitada), do uso de refugos industriais e agrícolas na própria produção industrial e da elaboração de produtos pela indústria que antes eram manipulados somente pela agricultura.

O terceiro momento histórico que evidencia o desenvolvimento da agricultura envolve os EUA a partir da metade do século 19. Neste país, com a extinção da escravidão, houve um processo de desenvolvimento do capitalismo na agricultura, que é traduzido através do desmembramento dos latifúndios escravistas do sul em pequenas unidades de agricultura mercantil, do desenvolvimento de explorações de grande extensão nas regiões de agricultura extensiva e do aumento do volume de produção nas regiões de agricultura intensiva, na qual o caráter capitalista da agricultura é mais acentuado. De acordo com LENIN (1980), há um atraso da agricultura em relação à indústria em termos de desenvolvimento do capitalismo em suas atividades, devido aos seguintes aspectos: havia a conservação do caráter de economia natural na agricultura; algumas atividades (como as de fabricação de instrumentos) se separaram da agricultura, constituindo-se em ramos industriais; e existia alto grau de monopólio da propriedade da terra.

Os três momentos históricos discutidos permitem compreender a passagem da agricultura primitiva para a agricultura moderna, que é baseada nas grandes explorações e na intensificação agrícola, mas também o processo de industrialização da agricultura, no qual esta se torna subordinada e concorrente às atividades industriais. Além disso, é

possível visualizar alguns fatores responsáveis pelo atraso da agricultura em relação à indústria.

## **1.2. Dinâmica tecnológica na agricultura**

De acordo com POSSAS *et alii* (1996), na agricultura, constatam-se baixa concentração de mercado (ausência de uma estrutura oligopolística), homogeneidade de produto, um alto nível de competição por preço, baixas taxas de mudança técnica e limitada capacidade de inovação originada pelo próprio setor (pois se observam gastos insignificantes em P&D). As inovações e as mudanças técnicas são originadas, em sua grande parte, por indústrias que fornecem insumos, como máquinas e equipamentos, fertilizantes, sementes, defensivos agrícolas e matrizes genéticas. Destaca-se que, dentre as indústrias fornecedoras de insumos agropecuários, têm-se as empresas de base tecnológica (EBTs), nosso objeto de estudo. Cabe expor uma definição de EBTs proposta por PINHO, CORTÊS e FERNANDES (2000), segundo a qual essas “são empresas que (1) realizam esforços tecnológicos significativos e (2) concentram suas operações na fabricação de novos produtos”.

Além disso, a tecnologia da agricultura é multidisciplinar. Compreende ao mesmo tempo gerenciamento de condições físicas (propriedades do solo, mudanças na temperatura, luminosidade, umidade), químicas (elementos de formas moleculares específicas) e biológicas (funcionamento de organismos, como plantas, animais e microorganismos), mas também a interação entre essas diferentes condições, o que justifica o fato de que as relações entre solo, clima e organismos são complexas.

As características básicas e específicas da agricultura compreendem:

- ❑ A base tecnológica da produção depende fortemente das condições naturais, isto é, estas afetam as tendências tecnológicas (trajetórias tecnológicas) e também as condutas de mercado. As condições naturais envolvem dimensões de espaço e de tempo: as vantagens naturais que beneficiam produtores bem localizados se referem ao cultivo e à tecnologia específicos, às rotas de transporte e à distância aos centros consumidores; a dimensão de tempo se deve aos ciclos biológicos, os quais impõem um período de produção longo a todos os produtores. As inovações compensam as diferenças naturais, mas não as eliminam e aumentam as vantagens através de melhoramentos técnicos;
- ❑ As fontes de redução de custo relacionadas ao aumento do tamanho do negócio são muito limitadas na agricultura, havendo exceções a alguns cultivos e mercados;
- ❑ As características organizacionais e de tamanho das unidades de produção e de firmas variam muito e há fortes condições que limitam seu crescimento e diversificação. Grandes unidades estão associadas a uma integração vertical ascendente pelas agroindústrias.
- ❑ O baixo grau de apropriabilidade tecnológica implica em falta de atratividade das atividades de P&D e de outros esforços de inovação. Para criar vantagens competitivas, em termos de custo, preço, produtividade e qualidade, e, assim, um desequilíbrio competitivo, os mercados agrícolas dependem fortemente de melhoramentos tecnológicos, de inovações geradas pelos fornecedores e de processos de aprendizado, através da interação com fornecedores.

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

- Embora haja similaridades nas trajetórias tecnológicas e nas condições competitivas, os produtores agrícolas diferem em termos de aversão ao risco, de renda, de tamanho, de condições de financiamento, de produtividade, de capacidade de aprendizado, de competência técnica, de informação. Essas assimetrias competitivas são permanentes e, assim, a competição não pode ser considerada perfeita.

Apesar das similaridades observadas nas trajetórias tecnológicas, a agricultura não apresenta uma homogeneidade na dinâmica inovativa, mas sim um conjunto de trajetórias de diferentes origens associadas a diferentes ambientes econômicos. Portanto, considera-se que não há trajetória tecnológica geral na agricultura, a qual evidenciaria uma situação homogênea tecnológica e competitiva, e que as trajetórias de indústrias relacionadas à agricultura também devem ser consideradas.

Em relação às fontes de inovação da agricultura, elas incluem instituições que geram inovação ou lhe dão suporte:

- Fontes privadas industriais: as que produzem e vendem produtos intermediários e máquinas. Envolvem: indústria de pesticidas (ligadas às indústrias farmacêuticas e química), indústria de fertilizantes, de maquinário e equipamentos (divididas em tratores e ferramentas e em outros equipamentos, como irrigação), de sementes, de produtos veterinários (ligada à indústria farmacêutica), de alimentação animal, de matrizes genéticas, de equipamentos para construção rural;
- Fontes institucionais públicas: universidades, instituições de pesquisa e empresas públicas de pesquisa. São responsáveis por estender o conhecimento científico em ciências animais e vegetais e em outros campos científicos relacionados, por realizar o melhoramento e o desenvolvimento de novas culturas e raças e por estabelecer práticas agrícolas mais eficientes;
- Fontes privadas relacionadas a agroindústrias: indústrias de processamento de produtos agrícolas;
- Fontes privadas, coletivamente organizadas e não orientadas pelo lucro: cooperativas e associações de produtores, que desenvolvem e transferem, por exemplo, novas variedades de sementes e práticas agrícolas. A tecnologia pode ser vendida, mas não usa o mesmo critério de preço do primeiro grupo (as organizações não dependem exclusivamente da venda). Esse grupo pode influenciar o padrão competitivo de alguns mercados;
- Fontes privadas relacionadas ao fornecimento de serviços: firmas que vendem serviços de suporte técnico, planejamento e gerenciamento da produção e outros serviços. São firmas que vendem assistência ao planejamento da agricultura ou que vendem serviços técnicos especializados, como sistematização do solo, inseminação, transferência de embriões; e
- Unidades de produção rural: quando o novo conhecimento já está estabelecido e a inovação é transferida (não envolve novos produtos). As fazendas têm habilidades e conhecimentos tácitos e específicos, como resultado do processo “*learning by doing*”.

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

Como se pôde observar o regime tecnológico da agricultura é bastante complexo, havendo também o predomínio dos dois primeiros grupos, que na verdade representam os dois pólos entre os quais se desenvolve esse regime.

Em POSSAS *et alii* (1996), apresenta-se a noção de “áreas-problema”: problemas gerais, mais ou menos evidentes, que estão presentes na produção agrícola e que têm natureza essencialmente técnica. As soluções estão atreladas às regras do regime tecnológico, isto é, o regime tecnológico condiciona a solução, sendo que o inverso também é válido (as formas de solução podem afetar o regime tecnológico). Além disso, o surgimento dessas “áreas-problema” e a sucessão das suas soluções caracterizam as trajetórias tecnológicas.

Como exemplos de “áreas-problema”, encontram-se as pestes e as doenças, o controle das condições do solo, o fornecimento de água e de nutrientes. Como soluções, o emprego de pesticidas químicos, de fertilizantes químicos, de máquinas agrícolas. Porém, algumas soluções empregadas em certas “áreas-problema”, como o uso de fertilizantes e pesticidas químicos, criaram outras “áreas-problema”, no caso os problemas ambientais. Isto é, uma trajetória tecnológica poderia ser substituída por outra, no caso referente ao desenvolvimento de controle biológico de pragas e de fertilizantes orgânicos, por exemplo. Então, há um processo de escolha entre as possíveis trajetórias tecnológicas baseado em elementos científicos, técnicos, econômicos e sociais.

De acordo com a abordagem econômica evolucionista do progresso técnico representada por DOSI (1988), os paradigmas tecnológicos são padrões de solução de problemas técnicos e econômicos, que resultam da alta seleção de princípios originados das ciências naturais e utilizam regras específicas para o acesso a um novo conhecimento e para sua proteção contra a rápida difusão aos competidores. Em outras palavras, eles definem os princípios científicos a serem usados e também a tecnologia material e representam procedimentos, competências e objetivos nos quais se concentrará o processo de busca. O mesmo autor resume os paradigmas em um exemplar (um artefato desenvolvido e melhorado) e em um grupo heurístico (indagações como: Para onde vamos a partir daqui? Onde se deve buscar? Qual tipo de conhecimento deverá ser buscado?). E ainda o conceito de trajetórias tecnológicas refere-se aos padrões de inovação definidos pelo paradigma, ou seja, a trajetória é uma “atividade do processo tecnológico ao longo de um *trade-off* econômico e tecnológico definido por um paradigma” (DOSI, 1988: 1128)

Identifica-se atualmente uma exaustão do atual regime tecnológico baseado em ganhos de produtividade (rendimentos por área ou por unidade de trabalho). POSSAS *et alii* (1996) afirma que esse objetivo perdeu importância em relação a outros, notoriamente o relacionado à qualidade, devido a mudanças profundas nas políticas públicas, como o corte de subsídios e a redução das políticas de segurança alimentar, pressão de ecologistas em direção a uma agricultura sustentável, dentre outros. As transformações envolvem um processo global (não é um fenômeno local) e integral (afetam todos os componentes do regime tecnológico).

Assim, o estágio atual é de transição entre diferentes paradigmas tecnológicos: o antigo não está completamente esgotado e o novo não está muito bem definido. Surgiram novas “áreas-problema”, mas a direção precisa das novas trajetórias tecnológicas ainda é desconhecida. Dessa forma, acrescentando-se o fato de que o futuro das mudanças técnicas é ainda objeto de especulação, não é possível definir, no atual momento, o novo regime tecnológico da agricultura.

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

Entretanto, pode-se estabelecer algumas tendências de transformação da agricultura no curto e no médio prazo, que estão resumidas no quadro 01 a seguir:

Quadro 01: As tendências de transformação da agricultura no curto e no médio prazo

<b>Características Gerais</b>	<b>Mudanças em Andamento e Expectativas (próximos 10 anos)</b>	<b>Mudanças em Andamento e Expectativas (mais de 10 anos)</b>
<b>Bases Científicas</b>	Biologia celular e rotinização da biologia molecular; rotinização da microeletrônica.	Biologia molecular, engenharia molecular, microeletrônica.
<b>Bases Tecnológicas</b>	Técnicas convencionais de criação, químicas e mecânicas; introdução de tecnologias de informação e microeletrônicas; emprego de novas técnicas baseadas em biologia celular	Maior difusão das novas técnicas
<b>Objetivos do Desenvolvimento Tecnológico</b>	Produtividade considerando aspectos qualitativos; indiretos ganhos de produtividade; diversificação da produção; técnicas adequadas ecologicamente	Inovação em produtos tão importante quanto em processo; novos insumos inofensivos ao ambiente
<b>Fontes de Inovação</b>	As mesmas, mas aumento da participação das indústrias agrícolas e redefinição das relações entre pesquisa pública e privada	As mesmas, mas participação de novas firmas de biotecnologia, firmas provendo mecanização, informatização e serviços de reprodução animal; instituições públicas mais orientadas ao mercado

Fonte: Adaptado de POSSAS *et alii* (1996: 941)

Entre os setores fornecedores de insumos, vale destacar as trajetórias tecnológicas das indústrias de fertilizantes e de defensivos químicos. No primeiro caso, as possibilidades se voltam a uma forma de solucionar o problema ambiental relacionado à contaminação da água e ao aumento da salinização do solo, sendo elas:

- Melhores práticas agrônômicas ligadas à racionalização do uso de fertilizantes conforme a recomendação;
- Desenvolvimento de variedades de baixas exigências de fertilizantes;
- Desenvolvimento de novas fórmulas de fertilizantes de maneira a reduzir as perdas quando aplicados em alguns tipos de solo.

Verifica-se a diminuição das oportunidades tecnológicas para essa indústria, pois ações como exploração de escala e de divisão do trabalho, de melhoramento de métodos organizacionais e de busca por inovações incrementais não são suficientes para obter competitividade no nível internacional. Mas as trajetórias possíveis para solucionar o problema ambiental são: a de “otimização”, que racionaliza e diminui o uso de fertilizantes (por isso, pode ser contestada por diminuir a demanda e, assim, aumentar a competição), e a “radical”, que se volta ao desenvolvimento de variedades transgênicas independentes a fertilizantes.

Já no segundo caso, o da indústria de pesticidas, têm-se como possíveis trajetórias tecnológicas:

- ❑ Desenvolvimento de produtos com rápida dissolução no ambiente;
- ❑ Desenvolvimento de variedades resistentes a pestes e doenças, com ênfase nas plantas transgênicas;
- ❑ Aumento da importância do controle biológico e de gerenciamento integrado de pestes.

Observa-se novamente a exaustão das oportunidades tecnológicas para a indústria de pesticidas, pois o custo para o desenvolvimento de novas moléculas aumentou muito. A trajetória relacionada ao controle biológico acarretaria o desenvolvimento de uma indústria de microorganismos, de insetos, de toxinas biológicas. A reorganização em termos do desenvolvimento de variedades transgênicas já está ocorrendo, o que mostra a influência da moderna biotecnologia.

### **1.3. Biotecnologia: um paradigma tecnológico emergente na agricultura**

Biotecnologia, apesar das dificuldades definicionais, é considerada como: “a aplicação de diversas tecnologias “habilitadoras”, envolvendo organismos vivos, células ou moléculas para a geração de produtos e serviços, tendo, numa visão de cadeia produtiva, incorporado também empresas produtoras de equipamentos e insumos industriais utilizados e empresas atuantes em áreas de sinergia e afinidade (biomedicina, biomateriais, software, internet)” (MASCARENHAS, P. *et alli*, 2001: 5).

De acordo com SALLES-FILHO & BONACELLI (2000), a biotecnologia vem passando nos últimos vinte anos por uma reestruturação nos arranjos organizacionais de desenvolvimento da pesquisa e da inovação. Dentro desse quadro de modificações, insere-se o surgimento dos fenômenos de sistema de inovação, de redes de inovação e de centros e projetos cooperativos. Os sistemas de inovação são formados pelas vinculações múltiplas entre a organização e seu entorno e também pelas relações internas à organização. Dentre os seus possíveis elos de formação, citam-se as organizações e as instituições voltadas à P&D e ao ensino, as agências de fomento, as empresas e seus laboratórios e as ONGs. Além disso, a importância do conceito de sistema de inovação decorre do fato de que é cada vez menos freqüente a atuação isolada das empresas; de que a interação visa ganhar, desenvolver, trocar conhecimento, informação e outros recursos com outras organizações; e de que a organização é influenciada pelas restrições do ambiente institucional.

As redes de inovação refletem a organização dos arranjos coletivos. É “um processo de interação intra e interorganizacional, que objetiva o compartilhamento de conhecimentos e habilidades múltiplas para a consecução de objetivos que vão desde a ampliação de conhecimentos genéricos até a solução de problemas específicos” (SALLES-

FILHO & BONACELLI, 2000: 22). Dessa maneira, as vantagens das redes envolvem o aprendizado compartilhado e a complementaridade de qualificações e de outros ativos (principalmente intangíveis, como conhecimentos e habilidades). O grau de relacionamento entre os atores em uma rede é medido através da intensidade de relações e não da proximidade geográfica. As redes estão, portanto, imersas nos sistemas de inovação e podem descrever as estratégias das organizações e de outros atores. Para a moderna biotecnologia, a formação de redes é indispensável, devido ao fato de que o conhecimento envolvido é novo, complexo, interdisciplinar e de múltiplas aplicações. Por isso, a internalização das atividades de P&D em uma única organização não é desejável, pois o ambiente é muito complexo e dinâmico tecnologicamente, o que torna necessários o aproveitamento das economias de escala e de escopo e a divisão dos riscos.

Já os centros e os projetos cooperativos surgiram nas décadas de 70 e 80. Os centros de pesquisa cooperativa incorporam a operação em rede, desenvolvem diversos projetos cooperativos e são uma estrutura organizacional autônoma e sem figura jurídica própria. Têm sua operação financiada pelo governo durante um certo período e por várias empresas associadas que pagam taxas de manutenção. Universidades, institutos públicos e privados de pesquisa, empresas, associações industriais e outros órgãos participam desses centros. As finalidades desses centros são a realização da pesquisa cooperativa de longo prazo (pesquisa genérica do interesse do conjunto das empresas associadas), a formação de recursos humanos através do ensino de pós-graduação de caráter interdisciplinar e, assim, o aumento do grau e da velocidade de inovação tecnológica das empresas. Ao explorarem as economias de escala e de escopo, essas associações reduzem custos e riscos. A atuação desses centros pode ser resumida em três elementos: levantamento de oportunidades, articulação de projetos e serviços de apoio à inovação.

Diante da exposição desses três conceitos, ressalta-se que uma das principais características de formação do mercado para a moderna biotecnologia são os contratos de cooperação, os quais podem ser relativos à pesquisa, ao desenvolvimento, ao financiamento, à comercialização, ao licenciamento e ao *marketing*. Esses contratos são explicados por meio da permanente incerteza que permeia as atividades de pesquisa e de produção em biotecnologia. Para exemplificar, tem-se a relação entre as novas empresas de biotecnologia (NEBs) e as grandes empresas: as primeiras buscam recursos e acesso aos mercados finais, ganhando também credibilidade, enquanto que as segundas, conhecimento especializado e serviços, evitando os grandes investimentos em atividades de fortes riscos e incertezas. As grandes empresas, ao utilizarem e controlarem a capacidade e a estrutura técnico-científica das NEBs, limitam o acesso das empresas concorrentes às novas tecnologias. Assim, as estratégias das grandes empresas envolvem o *trade-off* entre os riscos de internalização de atividades cujos resultados são incertos e os custos de transação gerados pelas dificuldades de apropriação. Nesse caso, é formada uma rede de relações composta por empresas menores, instituições públicas e privadas de P&D, fundações de pesquisa e a grande empresa. Destaca-se que as incertezas permanentes que estão presentes nas atividades biotecnológicas derivam, por exemplo, da factibilidade do desenvolvimento de técnicas relacionadas à engenharia genética e à biologia molecular e da aceitação pelos consumidores de produtos derivados de técnicas de engenharia genética (como os transgênicos de origem agrícola, que são altamente rejeitados, ao contrário dos medicamentos de origem transgênica).

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

O desenvolvimento da biotecnologia, desde o início dos anos 80, pode ser caracterizado pela formação de alianças entre grandes empresas farmacêuticas, NEBs (empresas especializadas), grupos de pesquisa de universidades e governo; pela necessidade de criação de novos direitos de propriedade intelectual e outras formas de proteção, que surgirão através da regulamentação do comércio de produtos geneticamente modificados e de debates sobre o monopólio de técnicas de clonagem; pela sustentação da superioridade, notoriamente tecnológica, dos EUA em relação a outros países.

De acordo com SALLES-FILHO *et alli* (2001), o Brasil possui um sistema de inovação desarticulado, o que dificulta a formação e a manutenção de redes de cooperação. No entanto, possui grandes potencialidades devido ao seu alto nível de capacitação em várias áreas, proporcionado por um bom nível acadêmico em âmbito internacional. Os entraves ao desenvolvimento da biotecnologia no Brasil se relacionam às suas fragilidades, as quais envolvem a incapacidade de transformação dos conhecimentos genéricos em conhecimentos aplicados; as dificuldades de domínio e de acompanhamento das técnicas de biologia molecular; a carência de instrumentos de suporte econômico-financeiro adequados (como o capital de risco e o mercado de ações); as dificuldades na criação e na sustentabilidade de empresas especializadas (em função da inexistência de programas específicos de estímulo à criação, do desinteresse das grandes empresas em estabelecerem acordos de cooperação como forma de exploração de seu potencial, da fragilidade dos vínculos com instituições públicas, dentre outros); a falta de formas organizacionais mais eficazes relativas às atividades de P&D (como a formação de redes de pesquisa). No entanto, verifica-se uma busca, mesmo tênue, pela formação de redes de cooperação no Brasil.

Nota-se, na esfera nacional, que a ocorrência de interação entre empresas nacionais e entre estas e empresas estrangeiras é muito rara. Nos casos em que ocorrem, há transferência de tecnologia de forma unidirecional, ou seja, não ocorre capacitação tecnológica das empresas nacionais. As relações são, na maioria das vezes, informais, trazendo problemas contratuais elementares. De forma geral, as redes existentes no Brasil são do tipo “disperso”, em que as relações entre os atores são de baixa densidade e há dificuldade de mobilização da rede por um certo ator. Há um pequeno número de laboratórios de pesquisa em nível nacional, sendo que estes laboratórios são o ponto de convergência mais importante de um sistema de inovação. Os investimentos privados, nos casos das NEBs, estão geralmente orientados para nichos de mercado e nas grandes empresas para atividades bastante pontuais, o que, muitas vezes, não permite uma aproximação maior entre estes dois agentes. Por fim, os contratos e/ou convênios de organizações privadas se realizam, em sua grande maioria, com instituições públicas nacionais, o que revela a não-abertura das redes a outros países. Entre as iniciativas de políticas públicas de apoio ao desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, vale destacar o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma. O Projeto Genoma, financiado pela Fapesp, teve seu início em 1997 e visava o estudo da bactéria *Xylella fastidiosa*, que causa a clorose variegada dos citrus ou o “amarelinho”, presente na produção de laranja. A rede formada é denominada ONSA (*Organization for Nucleotide Sequence and Analysis*) e tem caráter virtual, seu objetivo é a produção das seqüências dos genes em estudo e a discussão dos resultados através da internet. O seqüenciamento se deu em fevereiro de 2000 e se aproveitou a rede estabelecida para trabalhar em mais três

projetos: o genoma da cana-de-açúcar, o genoma humano do câncer , o genoma da *Xanthomonas citri* (bactéria causadora do cancro cítrico).

\* \* \*

A biotecnologia é um paradigma tecnológico emergente na agricultura. Isso é justificado através da sua influência nos processos de industrialização da agricultura e de substituição da agricultura pela indústria. O primeiro processo implica na perda de sua autonomia e identidade específica e no surgimento do conceito de *agribusiness* e, assim, tende a tornar a agricultura uma categoria residual. Enquanto que o segundo processo aponta, no limite, a uma produção industrial de alimentos, isto é, a agricultura teria no futuro a sua base rural eliminada (SILVA, 1992). De todo modo, esses processos refletem a substituição de certas atividades agrícolas por atividades industriais, em que apenas as atividades que precisam de um processo natural de produção não são transformadas em produção industrial. Assim, as atividades agrícolas sofrem uma série de apropriações parciais do trabalho e dos processos biológicos, concomitantemente ao desenvolvimento de substitutos industriais para os produtos rurais (SILVA, 1992). Dentre esses substitutos, enquadram-se insumos agropecuários originados da biotecnologia, tais como matrizes e sementes oriundas do melhoramento genético.

## 2. Considerações Finais

Além do estudo sobre o desenvolvimento tecnológico na agricultura, sintetizado neste artigo, o projeto de pesquisa incluiu a caracterização da oferta de insumos agrícolas no Brasil (estudos referentes a uma revisão bibliográfica) e a identificação de EBTs produtoras de tais insumos, através de um esforço de levantamento e de cadastramento de empresas fornecedoras de insumos à agricultura e de um posterior esforço de seleção de empresas que teriam, a priori, características mais próximas ao conceito de EBT.

A etapa da pesquisa a ser realizada será a pesquisa de campo com as dez empresas selecionadas com o objetivo de estudo de casos para identificar e caracterizar as dinâmicas tecnológicas, isto é, as estratégias tecnológicas seguidas. Em uma visão geral, o desenvolvimento tecnológico ocorre através de duas estratégias: a estratégia referente ao desenvolvimento interno da tecnologia através de atividades de pesquisa e de desenvolvimento (P&D) internas à empresa e a estratégia baseada na formação de cooperação de pesquisa com empresas da cadeia agroindustrial, com instituições de pesquisa e/ou com empresas concorrentes, havendo também estruturas internas à empresa para o desenvolvimento da tecnologia.

Destaca-se, por fim, que os resultados do esforço empreendido na identificação e na seleção de empresas com características de EBTs foram condizentes às expectativas formadas ao longo da revisão bibliográfica, ou seja, os ramos industriais das empresas selecionadas são os mesmos que foram caracterizados como os que possuíam maiores possibilidades de existência de tais empresas: biotecnologia animal e vegetal, automação e softwares.

## 3. Referências Bibliográficas

DOSI, G. (1988) "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation". Journal of Economic Literature. Vol. XXVI, September, pp. 1120-1171.

# IX Simpósio de Engenharia de Produção

- KAUTSKY, K. (1986) "A Questão Agrária". Editora Nova Cultural, São Paulo, Cap. 10 (itens "e" e "f").
- LENIN, V. I. (1980) "Capitalismo e Agricultura nos EUA". Editora Debates, São Paulo.
- MANTOUX, P. (1988) "A Revolução Industrial no século XVIII". UNESP/Hucitec, São Paulo, Cap. 3, Primeira parte.
- MASCARENHAS, P. *et alli* (2001) "Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia". Fundação BIOMINAS, Belo Horizonte, maio.
- PINHO, M.; M. R. CÔRTEZ e A. C. FERNANDES (2000) "A Fragilidade de Empresas de Base Tecnológica em Economias Periféricas: uma interpretação baseada na experiência brasileira". São Carlos: UFSCar, mimeo.
- POSSAS, M. L.; S. L. M. SALLES-FILHO & J. M. J. SILVEIRA (1996) "An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminary remarks". Research policy 25, pp. 933-945.
- SALLES-FILHO, S. L. M. & M. B. M. BONACELLI (2000) "Estratégias de Inovação no Desenvolvimento da Moderna Biotecnologia" Biotecnologia em Discussão. Cadernos Adenauer, número 8, outubro.
- SALLES-FILHO, S. L. M.; M. B. M. BONACELLI & D. L. Mello (2001) "Subprojeto 7 - Instrumentos de Apoio à Definição de Políticas em Biotecnologia" in Estudos em Biotecnologia - MCT/FINEP, UNICAMP/DPCT/GEOPI, Campinas, maio.
- SILVA, J. G. (1992) "Fim do 'Agibusiness' ou Emergência da Biotecnologia?". *Economia e Sociedade*, nº 1, agosto, Campinas: IE-Unicamp, pp.163-167.