



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

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

Márcia Maria Penteado Marchesini

Trabalho de Graduação apresentado ao
Departamento de Engenharia de Produção
da Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para a obtenção
do título de Engenheiro de Produção Agroindustrial

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Pinho

São Carlos, fevereiro de 2003

Resumo

O objeto desta pesquisa são as Empresas de Base Tecnológica (EBTs) que produzem insumos agropecuários em São Paulo. Essas empresas representam uma das principais fontes do progresso técnico para a agricultura. Desse modo, é indispensável estudar as estratégias e as dinâmicas tecnológicas dos fornecedores de insumos inovadores para compreender os aspectos básicos do progresso técnico na agricultura.

Este projeto está baseado em uma revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento tecnológico na agricultura e a oferta de insumos agrícolas no Brasil, em um cruzamento de informações de diferentes bases de dados para a identificação das empresas com as características típicas das EBTs e, por fim, em um estudo de caso de EBTs selecionadas para caracterizar suas dinâmicas e estratégias tecnológicas.

No que tange à revisão bibliográfica, as principais questões analisadas abrangeram a evolução histórica da agricultura, o progresso técnico na teoria econômica (incluindo a abordagem neoclássica e a evolucionista), a dinâmica tecnológica na agricultura e a caracterização da biotecnologia como um paradigma tecnológico emergente. Além desses assuntos, o estudo enfocou também a oferta dos principais insumos para a agricultura no Brasil, apresentando as principais características das indústrias de defensivos agrícolas, de máquinas e equipamentos, de fertilizantes e de sementes. Com tal estudo, puderam-se determinar os segmentos nos quais é maior a possibilidade de existir EBTs: genética animal e vegetal, defensivos agrícolas, automação, instrumentação e software.

Houve ainda um esforço para identificar, através de diferentes bases de dados, empresas que possuem *a priori* características próximas ao conceito de EBTs. Vale destacar que foram selecionadas dez empresas candidatas a serem EBTs e que englobam os mesmos ramos explicitados acima. No entanto, devido à restrição de tempo, realizaram-se visitas em quatro empresas dentro de um enfoque de estudo de casos. Tais empresas atuam nas áreas de software, equipamentos de automação agrícola e biotecnologia animal.

Índice

1. Introdução -----	4
2. Desenvolvimento Tecnológico na Agricultura -----	6
2.1. Evolução Histórica -----	6
2.2. O Progresso Técnico na Teoria Econômica -----	13
2.2.1. Abordagem Neoclássica -----	13
2.2.2. Abordagem Evolucionista -----	17
2.3. Dinâmica tecnológica na agricultura -----	23
2.4. Biotecnologia: um paradigma tecnológico emergente na agricultura -----	29
3. Caracterização da oferta de insumos agrícolas no Brasil -----	39
3.1. A indústria de fertilizantes químicos no Brasil -----	39
3.1.1. Características determinantes da indústria nacional de fertilizantes -----	39
3.1.2. As estratégias adotadas pela indústria de fertilizantes -----	43
3.1.3. As principais empresas atuantes na indústria -----	43
3.1.4. As tecnologias presentes na indústria de fertilizantes -----	44
3.2. A indústria de sementes no Brasil -----	45
3.3. A indústria de defensivos químicos -----	49
3.4. A indústria de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas -----	54
4. Estratégia e Dinâmica Tecnológicas de EBTs selecionadas: estudo de casos -----	57
4.1. Estudo de Caso: Empresa 1 -----	57
4.2. Estudo de Caso: Empresa 2 -----	60
4.3. Estudo de Caso: Empresa 3 -----	62
4.4. Estudo de Caso: Empresa 4 -----	65
5. Conclusões -----	67
6. Referências Bibliográficas -----	71

1. Introdução

De acordo com SAMPAIO (2000: 37), a agricultura foi responsável em 1995 por 8,0% do PIB brasileiro. Considerando não apenas as atividades estritamente agrícolas mas também os setores fornecedores de insumos para a produção agropecuária e a produção de setores de processamento agroindustrial, MONTOYA e GUILHOTO (2000: 19) estimam que, naquele mesmo ano de 1995, o agronegócio respondeu por 28,9% do PIB do País. Mais ainda, dados apresentados em SAMPAIO (2000: 40) permitem inferir que a parcela das exportações brasileiras oriunda de atividades agrícolas e agroindustriais foi de 33,8%.

Nas duas últimas décadas, assistiu-se a um acirramento da concorrência em inúmeras atividades econômicas e a uma intensificação generalizada do ritmo de mudança tecnológica. A agricultura não foge a esse padrão e também nela o uso de tecnologias modernas é um fator de importância cada vez maior para o sucesso competitivo, tanto para empresas isoladas quanto para regiões e países. Por outro lado, a literatura tem enfatizado que o padrão de desenvolvimento tecnológico da agricultura confere importância decisiva aos fornecedores de insumos – sementes, matrizes, máquinas, implementos, fertilizantes, defensivos e rações – como fontes do progresso técnico (PINAZZA e ALIMANDRO, 1999: 183-204).

Nesse contexto, evidencia-se a relevância de um estudo voltado à caracterização das empresas de base tecnológica (EBTs) produtoras de insumos agropecuários no estado de São Paulo. 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”. Um estudo realizado por dois desses autores (FERNANDES e CÔRTEZ, 1998), voltado à identificação de EBTs no estado de São Paulo, observou a existência de pelo menos 136 empresas com essas características em 1998. Seu faturamento anual conjunto era de R\$ 300 milhões e o número de empregados situava-se em torno de 5.000.

Dessa maneira, conhecer melhor a estruturação e as condutas estratégicas típicas de EBTs voltadas para este mercado é o passo inicial para a formulação de propostas de políticas aptas a promover seu desenvolvimento e a favorecer a eficiência e a competitividade de toda a cadeia agroindustrial.

O objetivo final do trabalho de graduação foi identificar algumas EBTs existentes nas cadeias agroindustriais paulistas e caracterizar os elementos fundamentais de sua

dinâmica tecnológica. Para isso, foi necessário cumprir alguns objetivos intermediários, a saber:

- ❑ conhecer as principais formulações teóricas no campo da Economia da Tecnologia;
- ❑ fixar os elementos principais da dinâmica tecnológica da agricultura;
- ❑ reconhecer os traços mais gerais dos mercados de insumos para a agricultura no Brasil, enfocando a presença de empresas transnacionais (ETNs) e seu posicionamento de mercado;
- ❑ cruzar as informações de bases de dados sobre fornecedores de insumos agropecuários e empresas de base tecnológica em São Paulo;
- ❑ realizar estudos de caso de EBTs selecionadas;
- ❑ contribuir para a formulação de políticas públicas de fomento às EBTs que produzem insumos agropecuários.

É indispensável expor que, apesar de ainda apresentarem expressão econômica limitada no Brasil, as EBTs fornecedoras de insumos agropecuários têm grande potencial de desenvolvimento, seja aproveitando oportunidades geradas pela necessidade de desenvolvimento de tecnologias voltadas às especificidades da agropecuária nacional, seja beneficiando-se das vantagens competitivas propiciadas pela proximidade com os clientes, ou ainda explorando o amplo leque de alternativas de inovação embutido na emergência de um novo paradigma tecnológico, o da biotecnologia.

Por último, expõem-se a estrutura do trabalho e a metodologia utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. A estruturação completa está composta por quatro capítulos:

- (1) Desenvolvimento Tecnológico na Agricultura
- (2) Caracterização da Oferta de Insumos Agrícolas no Brasil
- (3) Estratégia e Dinâmica Tecnológicas de EBTs Selecionadas: estudo de casos
- (4) Conclusões

A elaboração de cada um dos capítulos listados acima exigiu abordagens metodológicas específicas. Os dois primeiros, que tiveram o objetivo de fornecer o marco de referência analítico para o estudo do tema propriamente dito deste projeto, estiveram embasados no aprofundamento da revisão da literatura pertinente.

Vale destacar uma etapa intermediária da pesquisa, em que foram obtidos os resultados de um esforço de consolidação e cruzamento de informações de diferentes bases de dados, por meio da confecção de uma listagem de 349 empresas produtoras de insumos agropecuários. De um lado, levantou-se em associações empresariais a relação dos

fornecedores de insumos agropecuários. De outro, utilizaram-se a base de dados “Mapeamento das EBTs Paulistas” e a relação das empresas participantes do PIPE (Programa de Inovação Tecnológica em Pequena Empresa) e PITE (Inovação Tecnológica Parceria Universidade Empresa), ambos da FAPESP, para obter informações que permitissem discriminar as empresas de insumos agropecuários que se encaixam na categoria de EBTs e, em seguida, caracterizá-las do ponto de vista econômico.

O terceiro capítulo, por sua vez, foi elaborado dentro da perspectiva de estudos de caso. Tendo identificado as empresas que constituem o objeto de análise deste trabalho e elaborado um roteiro de entrevista, pôde-se ir a campo para entrevistar os administradores das empresas a respeito das estratégias tecnológicas que elas perseguem. Presumiu-se que a comparação entre as experiências de empresas diferentes e o contraste das condutas das empresas com os padrões de desenvolvimento tecnológico identificados anteriormente sejam ambos instrumentos poderosos de análise.

2. Desenvolvimento Tecnológico na Agricultura

2.1. 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. Na realidade, observaram-se dois momentos em que aconteceu tal processo: um ocorrido nos séculos 16 e 17, no qual os cercamentos foram combatidos pelo governo real, e outro identificado no século 18, em que eles foram apoiados e incentivados pelo Parlamento.

Antes dos cercamentos, predominava a pequena propriedade fundiária comandada pela classe de *yeomanry*. Esta classe envolvia tanto os camponeses proprietários e exploradores de suas terras, como aqueles que possuíam arrendamento vitalício, isto é, os arrendatários hereditários. A característica principal dos *yeomen* era a independência e havia pequenos e grandes *yeomen*. Conforme MANTOUX (1988), em um primeiro estágio, aconteceu o desaparecimento dos pequenos *yeomen* e um aumento no número dos grandes *yeomen*. Estes desapareceram totalmente na primeira metade do século 19, devido ao processo de cercamento.

Além disso, a distribuição da terra estava organizada em torno das paróquias, através dos “campos abertos” (*open fields*) e dos “campos comuns” (*common fields*). Os campos

abertos eram constituídos por terras de vários proprietários individuais e arrendatários perpétuos, as quais se intercalavam e se emaranhavam. Esse tipo de terra era o local da prática da agricultura, que tinha regras comuns, como a necessidade do consentimento e da ajuda de outros camponeses que tinham terras misturadas no *open field* para a exploração da sua própria parte de terra. Assim, o cultivo era realizado de forma conjunta e a produção era dividida a cada proprietário. Vale destacar que o método aplicado na agricultura era antigo e rudimentar, baseado na divisão da terra em três campos para a rotação das culturas (MANTOUX, 1988: 133). Após cada colheita, a terra servia para pastagem a todos os proprietários, isto é, as terras ficavam indivisas. Dessa maneira, o sistema de *open fields* preservou as pequenas propriedades.

Já as terras comuns eram terras sem dono, já que eram consideradas sem valor ou incultas, como bosques e brejos. Eram de propriedade comum ou coletivas, isto é, terras onde pessoas com títulos tinham direito de pastagem, de cortar madeira, de pescaria, de obter turfa nos pântanos. Portanto, o uso das terras comuns não cabia indistintamente a qualquer camponês e era realizado por cada um de acordo com certas proporções: o número de animais permitido para pastagem, por exemplo, estava relacionado à extensão da propriedade de cada um na *open field*.

O processo de cercamento se caracteriza pelo fechamento dos campos abertos e pela divisão das terras comuns, através da apropriação e da posterior redistribuição das terras entre os proprietários. Como essas funções eram realizadas por comissários com poderes ilimitados e escolhidos pelos grandes proprietários rurais, havia visíveis abusos nessa redistribuição. De forma sucinta, o cercamento envolve a formação de propriedades fechadas: domínios compactos, independentes e cercados. É necessário destacar que se não houvesse consentimento para a realização de tal processo, havia intervenção da autoridade pública por meio de ação legislativa.

Como resultados desse processo de cercamento, têm-se:

- ❑ desaparecimento das pequenas explorações, explicado pela venda de muitas pequenas propriedades, pois os pequenos agricultores ficaram com terras piores e, até mesmo, de menores extensões (o que explica a incapacidade de concorrência com as modernas empresas agrícolas) e com gastos relativos ao processo;
- ❑ absorção das pequenas propriedades pelas grandes ou por compradores das cidades, o que indica o predomínio de grandes propriedades;

- ❑ a conversão de terras aráveis em pastos e a conseqüente diminuição do número total de trabalhadores agrícolas, o que implica juntamente com a expulsão dos pequenos agricultores, no despovoamento do meio rural;
- ❑ agravamento da miséria.

Concomitantemente ao processo de cercamento, verificou-se a partir da metade do século 18 uma longa série de esforços sistemáticos de reforma da agricultura, que são caracterizados por:

- ❑ Difusão da noção de cultura intensiva, em que as rotações passaram a ser contínuas, o que elimina o desperdício dos pousios;
- ❑ Aparecimento de agricultores nobres, os quais exploravam pessoal e metodicamente as suas terras. Isso acarretou o aperfeiçoamento da agricultura e a valorização das terras;
- ❑ Prática do regime de longos arrendamentos, que viabilizava a realização de esforços constantes ao oferecer a segurança da posse da terra; e
- ❑ Realização de obras de infra-estrutura, como a construção de estradas e de canais, a drenagem de pântanos.

Esses pontos possibilitaram a passagem da agricultura primitiva, que se caracterizava por uma rotação trienal da terra (em um ano a cada três, o campo ficava em pousio) e por instrumentos rudimentares, para a agricultura moderna. Ressalta-se que esta já estava fundada quando surgiu a grande indústria.¹

MANTOUX (1988: 174) destaca que o desenvolvimento agrícola não é conseqüência do desenvolvimento industrial: esses movimentos são independentes, trocando influências “quase acidentais”, apesar de serem “solidários” em suas causas e conseqüências. Em relação às causas em comum, destaca-se o espírito comercial que objetivava a diminuição dos custos e o aumento da receita. Já em relação às conseqüências, a produção agrícola se reorganizou e aumentou a sua produção, atendendo às necessidades do aumento populacional decorrente da formação de grandes centros industriais.

O segundo momento histórico que evidenciou o desenvolvimento da agricultura ocorreu no final do século 19 na Alemanha: a criação de estabelecimentos industriais nas

¹ Previamente ao cercamento dos campos, havia uma aliança estreita entre a pequena produção agrícola e a pequena produção industrial, que estava no estágio do artesanato. O rendimento dos *yeomen* vinha não somente de atividades agrícolas como também do trabalho industrial, que era, muitas vezes, desempenhado pelas mulheres e pelos filhos dos camponeses. Após o processo de cercamento, tornou-se disponível à indústria um grande número de trabalhadores despossuídos, que se tornariam uma massa operária.

propriedades rurais para o beneficiamento dos seus produtos brutos, o que representou um processo de industrialização da agricultura e, em certa medida, o início da substituição da agricultura pela indústria.

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. Buscou-se a industrialização dos produtos agrícolas, os quais, por definição, têm fraco valor específico, para obter as vantagens proporcionadas pelos produtos industriais: mais alto valor específico e refugos de fabricação que podem ser usados no campo para melhorar a fecundidade do solo, não retirando deste os seus elementos minerais. O maior lucro nas atividades industriais compensou a redução da renda agrícola.

No entanto, inicialmente somente os grandes proprietários (os latifundiários em particular) e os capitalistas tinham condições para criar estabelecimentos industriais. Os primeiros já possuíam terras que produziam matérias-primas, enquanto que os segundos tiveram de adquirir terras para abastecer a indústria agrícola, a qual representou o ponto de partida para eles. As pequenas explorações não tinham condições para criar, individualmente, os estabelecimentos industriais, porque a quantidade gerada de produtos primários era insuficiente à necessidade industrial e a informação sobre o progresso técnico e sobre as necessidades do mercado era escassa. Como expõe KAUTSKY (1986), os latifúndios representavam a união completa e fecunda da indústria e da agricultura, pois as grandes explorações ofereciam regularmente produtos brutos uniformes e, portanto, atendiam melhor às necessidades da grande indústria agrícola. Entretanto, as pequenas explorações buscaram também as vantagens trazidas com a criação de estabelecimentos industriais, através da formação de cooperativas agrícolas. Estas são consideradas “um degrau para o capitalismo e não para o socialismo” (KAUTSKY, 1986: 281), já que há a tendência de se empregar operários assalariados (proletários) e, assim, de a cooperativa se tornar uma empresa capitalista.

As conseqüências da formação das cooperativas agrícolas podem ser resumidas através dos seguintes pontos:

- Há adaptação das explorações agrícolas às exigências da fábrica, o que torna o camponês um “apêndice da exploração industrial” ou um “operário parcial da fábrica” (KAUTSKY, 1986: 285);
- Há dependência técnica da exploração agrícola em relação à industrial, por meio de recursos para o aperfeiçoamento das atividades agrícolas, como forragens; e

- Há dependência econômica, porque a cooperativa é o único comprador dos produtos agrícolas.

A multiplicação constante das cooperativas agrícolas gerou uma concorrência acirrada entre elas, que, por sua vez, trouxe a ruína da indústria agrícola. Isso provocou a destruição dos pequenos agricultores e a estancagem dos lucros das empresas maiores, terminando no controle das indústrias agrícolas pelos capitalistas. Ou seja, as cooperativas agrícolas se tornaram fábricas capitalistas, indicando que a indústria tinha vencido a agricultura.

O processo de industrialização da agricultura atinge um ponto em que há certa substituição da agricultura pela indústria, que pode ser evidenciada através das seguintes constatações:

- Queda da demanda industrial por matéria-prima, que é melhor aproveitada: a mesma quantidade produz maior quantidade de produtos;
- Substituição de matérias-primas de maior valor por de menor valor: uso de refugos industriais na própria produção industrial;
- Uso de restos de produtos rurais pela indústria, como o caroço de algodão para fazer o óleo, o que indica uma concorrência à agricultura; e
- Elaboração de produtos pela indústria que antes eram manipulados somente pela agricultura.

Essa substituição trouxe como conseqüências o aumento da dependência dos agricultores em relação à indústria, a diminuição da sua estabilidade e o conseqüente agravamento da sua situação.

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, 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.

A respeito da diversidade das condições de exploração nas diferentes partes dos EUA, podiam-se identificar três regiões que os dividem:

1. Norte: caráter predominantemente industrial, pois concentrava naquele momento 5/6 das indústrias do país, apesar de essa região concentrar também as atividades agrícolas.

A indústria predomina sobre a agricultura, mas esta é beneficiada em virtude de o elevado desenvolvimento industrial criar mercado para os produtos agrícolas e intensificar a atividade agrícola. A agricultura nessa região era mais intensiva.

2. Oeste: era uma região de fraco povoamento e, para reverter essa situação, o governo dos EUA doou ou vendeu a preço simbólico terras para os colonos. Nas *homesteads*, como eram chamadas essas terras, prevalecia uma agricultura mais extensiva.
3. Sul: era uma região de latifúndios escravistas até a guerra civil de 1861-1865, que extinguiu a escravidão. A partir daí, predominaram as pequenas *farms*, cuja exploração era realizada por negros, já que houve a transformação de terras improdutivas dos antigos proprietários de escravos para esse tipo de exploração. Nota-se uma grande quantidade de parcerias, que revela a existência de degradação dos trabalhadores.

A agricultura da região norte tinha atingido o mais alto grau de difusão de relações capitalistas, seguida pela região oeste e esta pela sul. O parâmetro usado para medir tal grau é a utilização do trabalho assalariado nas atividades de produção.

O desmembramento dos latifúndios escravistas em pequenas unidades de agricultura mercantil representa a passagem da economia natural para a economia mercantil, em que a produção é voltada à comercialização. Cabe ressaltar que o latifúndio não está relacionado a uma agricultura capitalista de grande escala, mas sim a relações pré-capitalistas, tais como escravistas, feudais ou patriarcais. Nesse contexto, ocorre a eliminação progressiva da pequena exploração (geralmente, grandes extensões menos produtivas, menos intensivas e menos capitalistas) pela grande (geralmente, pequenas extensões mais produtivas, mais intensivas e mais capitalistas), seja através do desenvolvimento das grandes unidades de produção extensiva ou das unidades de produção mais intensivas. Esse processo de intensificação implica na transformação da unidade de produção agrícola em empresa capitalista.

LENIN (1980) afirma, porém, que, como em todos os países capitalistas, a agricultura se atrasa em relação à indústria. Expõe que “na agricultura, se se compara a sua evolução com a da indústria, o capitalismo se encontra em um estágio mais próximo da manufatura que da grande indústria mecânica. O trabalho manual ainda predomina na agricultura, e o emprego de máquinas é relativamente débil” (LENIN, 1980: 96). No entanto, o uso de

máquinas na agricultura estava aumentando naquele momento, assim como o emprego do trabalho assalariado.

De acordo com LENIN, esse atraso da agricultura em relação à indústria devia-se aos seguintes aspectos: havia a conservação do caráter de economia natural; 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 o atraso da agricultura em relação à indústria, no que tange ao grau de desenvolvimento do capitalismo em suas atividades.

O desenvolvimento da agricultura, que pode ser entendido também através das mudanças nas tecnologias envolvidas no seu processo de produção, é considerado por BOSERUP (1990) como uma variável dependente em relação à dinâmica populacional, isto é, ele depende do crescimento da população. Desse modo, o processo de intensificação da agricultura respondeu ao aumento da população.

Esse autor classifica os sistemas de uso da terra de acordo com sua intensidade, destacando a diminuição dos períodos de pousio ao longo do processo de desenvolvimento:

- Cultivo com pousio longo ou florestal: abrem-se clareiras nas florestas para o plantio durante um ou dois anos. Há pousio durante vinte a trinta anos até que a floresta se recomponha (floresta secundária);
- Cultivo com pousio arbustivo: pousio de seis a dez anos (mais curto); a floresta não se reconstitui, mas aparecem arbustos e pequenas árvores; o período de cultivo varia muito;
- Cultivo com pousio curto: pousio de um a dois anos; haverá somente capim ou mato rasteiro;
- Cultivo anual: pousio de alguns meses; envolvem sistemas de rotação anual: uma ou mais das culturas semeadas são capins ou forragens;
- Cultivos múltiplos: o mais intensivo; o pousio ocorre durante um breve período de tempo ou até mesmo é desprezível; duas ou mais lavouras ano após ano.

Há uma dependência da mudança técnica em relação ao sistema de uso do solo. Para cada sistema de pousio ou de uso do solo, existe um conjunto estreito de possibilidades de espécies de instrumentos. No caso do sistema de pousio longo ou florestal, os tipos de técnicas de cultivo envolviam o machado ou as queimadas para derrubar as árvores, sendo que a presença das cinzas no solo dispensava qualquer tipo de preparo da terra para o plantio. As terras antigas são abandonadas após uma ou duas colheitas. O arado não era utilizado.

Quando o pousio longo foi substituído pelo pousio curto, a enxada foi introduzida no lugar da vara de plantar, pois se tornou necessária uma nova operação. O arado passa a ser usado como o método de limpeza do solo quando a vegetação se tornou mais rala, devido ao cultivo ser muito freqüente ou à devastação do fogo. Esse instrumento é indispensável no sistema de pousio curto.

No sistema de pousio longo, a fertilização do solo ocorria através das cinzas. No pousio arbustivo, a quantidade de cinzas era menor, o que implicava na necessidade de fertilização adicional através de folhas e de turfa. No sistema de pousio curto, a fertilização ocorria através de excrementos animais e humanos. Nos sistemas mais intensivos, várias formas de adubação podem ser usadas: adubação verde, compostos, excrementos de animais, dejetos domésticos, sedimentos de canais. E em cultivos múltiplos e anuais, são necessárias instalações para irrigação, como canais e diques.

2.2. O Progresso Técnico na Teoria Econômica

2.2.1. Abordagem Neoclássica

A tecnologia é desenvolvida para “facilitar a substituição de fatores relativamente escassos (portanto, dispendiosos) por fatores relativamente abundantes (e portanto, baratos) na economia” (HAYAMI e HUTTAN, 1988: 89). Assim, as inovações tecnológicas são realizadas por empresas competitivas com o intuito de haver uma diminuição do custo total da empresa. Como exemplo, tem-se o desenvolvimento de cultivares que sejam capazes de responder a fertilizantes com a finalidade de se anular a restrição do fator terra.

Nesse contexto, os mesmos autores expõem a existência de duas alternativas, ou trajetórias, de desenvolvimento tecnológico na agricultura:

1) Desenvolvimento de Tecnologias Mecânicas:

São consideradas predominantemente “economizadoras de mão-de-obra”, pois facilitam a substituição de mão-de-obra (no caso de restrição gerada pela oferta inelástica

deste recurso) por energia e máquinas e, assim, por terra, devido ao fato de que a mecanização implica em uma área maior por trabalhador². Esse tipo de inovação provoca uma ruptura brusca no sistema de produção agrícola, acarretando uma modernização instantânea.

2) Desenvolvimento de Tecnologias Biológicas e Químicas:

Por sua vez, são definidas como predominantemente “economizadoras de terra”, já que essas inovações facilitam a substituição de terra (no caso de restrição gerada pela oferta inelástica deste recurso) por outros insumos, como mão-de-obra e/ou insumos industriais³. Essas inovações não implicam em uma reorganização radical do sistema produtivo.

Em relação à mecanização da agricultura, pode-se afirmar que o fator dominante nesse processo foi a necessidade de redução dos custos com mão-de-obra. O processo de mecanização da agricultura ocorreu nos seguintes estágios:

- Em atividades nas quais são usadas fontes estacionárias de energia, como o bombeamento de água e a debulha de grãos; e
- Em atividades que exigem força motriz (máquinas móveis).

É importante destacar que a mecanização agrícola não é uma simples adaptação de métodos industriais, em virtude dos seguintes fatores:

- Na agricultura, ao contrário da indústria, é inviável uma completa especialização do trabalhador conforme as operações. Isso porque as operações agrícolas são seqüenciais, ou seja, há seqüências de operações que permanecem separadas por intervalos de tempo, o que implica na viabilidade da especialização de máquinas;
- Na indústria, a maioria dos processos envolve máquinas estacionárias, enquanto que, na agricultura, máquinas móveis;
- O investimento por trabalhador na agricultura é freqüentemente mais alto do que na indústria, ao menos em países desenvolvidos, já que a mobilidade das máquinas exige energia não somente para executar a operação como também para a

² O caráter predominante explicitado acima se refere à possibilidade de algumas inovações mecânicas não economizarem tal recurso.

³ A característica de predomínio é novamente enunciada, pois existem alguns herbicidas que economizam mão-de-obra e não terra.

movimentação em um terreno muitas vezes desfavorável. Além disso, as máquinas agrícolas são usadas durante um período curto de tempo por serem especializadas.

As inovações biológicas e químicas, que são consideradas atualmente as mais importantes para a agricultura, são introduzidas no processo produtivo devido aos “desejos de aumentar a produção da cultura por unidade de área ou para melhorar o rendimento de produtos de origem animal, por unidade de ração ou unidade de animais nascidos por matrizes” (HAYAMI e HUTTAN, 1988: 97). Estas inovações envolvem os seguintes elementos:

- Modificação do meio através de fontes orgânicas e inorgânicas de nutrientes vegetais, para estimular o crescimento de plantas, e de meios biológicos e químicos contra pragas e doenças; e
- Seleção e planejamento de novos cultivares biologicamente eficientes, adaptados especificamente para responder aos elementos ambientais que estão sujeitos ao controle do homem.

A revolução agrícola do século 18 que ocorreu na Inglaterra, citada no item anterior, envolveu o desenvolvimento de um sistema integrado de lavoura-criação de animais, que representou a passagem do sistema tradicional de campos abertos para a rotação intensiva da terra arável. A revolução trouxe como conseqüências o aumento da capacidade da terra para sustentar animais, a melhoria da fertilidade do solo através do estrume destes, o aumento do rendimento da produção de cereais e o aumento do valor de mercado dos produtos animais e vegetais. Portanto, essa revolução abrangeu inovações químicas, em que o estrume serviu como um fertilizante orgânico, aumentando a produtividade da terra⁴.

De acordo com HAYAMI e HUTTAN (1988) e sua teoria de inovação induzida, as inovações tecnológicas são endógenas ao sistema econômico. São induzidas através das mudanças na disponibilidade relativa de recursos (oferta de fatores como mão-de-obra e terra) e do crescimento da demanda por produtos. Contudo, há uma dimensão exógena (ou autônoma), em que o progresso da ciência e da tecnologia influencia na oferta de inovações.

⁴ Já no caso da revolução agrícola ocorrida em Formosa durante a década de 1920, houve uma seleção das variedades de arroz e um programa de melhoramento por cruzamentos, além de serem utilizados insumos como os fertilizantes químicos e um sistema de irrigação. Com isso, obteve-se tanto um aumento na produtividade da terra quanto na da mão-de-obra, ao serem usadas inovações biológicas, químicas e mecânicas.

O processo de inovação induzida descrito por esta vertente teórica seria dinâmico, porque a solução de um “ponto de estrangulamento” (no qual se concentra a atenção de pesquisadores e de empresários) a partir de uma inovação pode gerar outro. Isso explicita um processo cumulativo de seqüências na mudança técnica.

Além das inovações tecnológicas, a teoria de inovação induzida pretende abranger também o âmbito institucional. As inovações institucionais, assim como as tecnológicas, são consideradas como endógenas ao sistema econômico, já que elas ocorrem em função das mudanças nos preços de mercado (relativas a modificações na oferta e na demanda de produtos e de fatores) e das respostas de pesquisadores e de administradores de instituições públicas às mudanças econômicas.

HAYAMI e HUTTAN (1988) concluem que as mudanças institucionais podem ser geradas, dentre outras causas, pela mudança técnica. Tais autores exemplificam que uma mudança tecnológica na produção de fertilizantes pode ocasionar a diminuição do seu preço. Por outro lado, uma eventual restrição ao aumento do seu consumo, derivada da limitada resposta de variedades tradicionais, pode ser superada através da criação de institutos de pesquisa agrícola que criem cultivares capazes de responder a níveis mais altos de fertilizantes, o que representa uma inovação institucional.

As demandas por inovação institucional podem estar relacionadas (1) a direitos de propriedade e instituições de mercado e (2) a mudanças na tecnologia e nas dotações de recursos. Em relação ao primeiro exemplo, enquadra-se a já mencionada revolução agrícola da Inglaterra, pois esta incentivou a perpetuação do processo de fechamento e de cercamento. Isso porque a redistribuição de terras era a maneira de se eliminar o desequilíbrio entre as taxas de arrendamento fixadas institucionalmente e as mais altas esperadas com o uso de novas tecnologias. Já o segundo exemplo se relaciona ao caso das Filipinas, onde as inovações tecnológicas, relativas a um serviço nacional de irrigação e a variedades modernas de arroz de alta produtividade, acarretaram a mudança dos contratos de parceria para os de arrendamento, como forma de aumentar o acesso à terra.

Por outro lado, a “oferta” das mudanças institucionais depende de:

- ❑ Mobilização de recursos substanciais por empresários e políticos, que depende de os retornos advindos com a inovação serem maiores do que os seus custos de introdução;
- ❑ Estrutura de poder ou de equilíbrio entre os grupos de interesse presentes na sociedade;

- ❑ Características culturais, inclusive religião e ideologia. Elas podem facilitar ou impedir a mudança institucional através do custo de aceitação, isto é, o custo de se conseguir um consenso social; e
- ❑ Avanços nas ciências sociais que melhorem o planejamento das inovações institucionais.

Dentro de uma visão simplista e baseada no conceito de ótimo de Pareto, HAYAMI e HUTTON (1988) expõem que o progresso técnico deve ocorrer em uma direção socialmente ótima, envolvendo os produtores rurais, as instituições públicas de pesquisa e as empresas agroindustriais. A interação entre estes três elos do mecanismo de indução se dá pela seguinte forma: as mudanças nos preços dos insumos induzem os produtores rurais a procurarem alternativas técnicas que economizem esses fatores de produção; eles exercem pressão sobre as instituições de pesquisa pública para que desenvolvam novas tecnologias; quando os cientistas disponibilizam tais tecnologias, há pressão sobre as firmas de produtos agrícolas para que forneçam os insumos técnicos modernos. O setor público de pesquisa, que é o elo crítico para a indução, gera mais respostas às necessidades dos agricultores quando o sistema de pesquisa é descentralizado, sendo que a interação entre esses dois elos é mais efetiva no caso em que os agricultores estão organizados em associações politicamente ativas.

2.2.2. Abordagem Evolucionista

DOSI (1988) afirma que a alocação de recursos à exploração e desenvolvimento de novos processos e produtos pelas empresas depende da existência de:

- ❑ qualquer tipo de oportunidades científicas e técnicas ainda não exploradas;
- ❑ expectativas sobre mercados para os novos produtos e processos; e
- ❑ expectativas sobre benefícios econômicos decorrentes da inovação.

Os mencionados benefícios econômicos se referem aos efeitos do sucesso de determinados agentes que introduziram as inovações e envolvem as mudanças no custo de produção da empresa, em sua competitividade no mercado e na evolução das indústrias afetadas pelas inovações.

O processo de busca, de desenvolvimento e de adoção de novos processos e produtos depende de capacidades e estímulos gerados dentro de cada firma e de cada indústria, mas também de causas gerais e externas às indústrias. Estas abrangem o estado da ciência, a facilidade de transmissão de conhecimentos, o suprimento de capacidades técnicas, a resistência ou a aceitação do consumidor, as condições de mercado (principalmente a

competição entre firmas e o crescimento da demanda), a facilidade de financiamento e os critérios de alocação dos fundos às firmas, as tendências macroeconômicas (como os preços relativos dos insumos e dos produtos acabados), as políticas públicas (como as leis de patentes e as políticas industriais).

De acordo com a teoria de Schumpeter (teoria da “descoberta empurrada” ou invenção empurrada), o fator dominante que impulsiona a inovação técnica sofre mudança ao longo do tempo. Nos primeiros estágios do ciclo de vida de uma indústria, o domínio é da ciência e da nova tecnologia, enquanto que, no período de estabilização que se segue a demanda passa a ter papel central. Nesse enfoque, Schumpeter criou dois modelos de inovação (que estão apresentados no anexo 1), que são complementares, já que a principal diferença entre eles se refere à incorporação das atividades científicas e tecnológicas endógenas conduzidas por grandes firmas.

No modelo 1, as invenções básicas estão associadas aos novos desenvolvimentos externos da ciência. Os desenvolvimentos são influenciados pela crença de uma demanda potencial ou pela falta de produtos existentes. Um grupo de empreendedores, que não representam o capitalista médio, mas sim empreendedores excepcionais, realizam as invenções potenciais e arcam com o risco associado ao desenvolvimento e à inovação. A inovação radical deverá causar um desequilíbrio na estruturas de mercado existentes e recompensará o inovador de sucesso através de um crescimento excepcional e de um monopólio temporário dos lucros (esse monopólio é temporário devido à entrada de inovadores secundários). O reinvestimento dos lucros, ou parte deles, nas atividades empresariais reinicia o ciclo.

O modelo 2 é semelhante ao 1, mas apresenta a internalização das atividades de ciência e tecnologia. FREEMAN *et alii* (1982: 41) destacam um feedback muito positivo no modelo 2: quando a inovação é de sucesso, há um aumento nas atividades de P&D de forma a aumentar a concentração do mercado (“círculo virtuoso de auto-reforço”). O relacionamento entre ciência, tecnologia, investimento inovativo e mercado é mais íntimo e contínuo do que no modelo anterior.

Além disso, existem quatro padrões gerais de busca por inovações, cuja importância difere entre setores (DOSI, 1988: 1125):

- Processos de busca formalizados e caros economicamente, cujos custos são avaliados em tabelas;

- Processos informais de difusão da informação e das capacidades tecnológicas (através de publicações, associações técnicas, processos de “*watch-and-learn*”, transferência pessoal);
- Formas de “externalidades” internalizadas dentro de cada firma por meio dos processos “*learning by doing*” e “*learning by using*”;
- Adoção de inovação desenvolvida por outras indústrias.

Os processos de busca por inovações tecnológicas realizados pelas empresas apresentam características distintas. A diferenciação entre as empresas pode ser compreendida através dos conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas e de bases de conhecimento.

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. DOSI (1988) 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?).

Dentro desse contexto, as inovações tecnológicas são vistas como soluções de problemas relativos à busca por certas propriedades e às exigências de custo e de mercado. Não há um algoritmo geral previamente formado que gere automaticamente a solução. São assim indispensáveis ao processo de inovação as atividades de descoberta e de criação, que abrangem o desenvolvimento e o refinamento de modelos e de procedimentos específicos, visto que os problemas geralmente são mal estruturados, isto é, as informações disponíveis são insuficientes à sua resolução.

As soluções dos problemas requerem não somente essas atividades de descoberta e de criação, mas também a exploração da base de conhecimento, que é um conceito relacionado à busca inovativa. A base de conhecimento caracteriza o paradigma tecnológico que está sendo explorado pelo agente econômico e envolve um grupo de informações (*inputs*), conhecimentos e capacidades dos inventores. Isso explicita o vínculo do processo de solução à informação, sendo que o uso desta é baseado na experiência prévia e no conhecimento. E a existência de uma grande variedade de bases de

conhecimento resulta nas diferenças entre os setores no que tange à organização típica das suas atividades de pesquisa.

O conhecimento que é usado na inovação tecnológica pode ser de duas naturezas: público ou universal, em que não há restrição ao seu acesso, e tácito ou específico. Este compreende elementos do conhecimento que são mal definidos, não-codificados, não-públicos, que não podem se expressar totalmente e que diferem de pessoa para pessoa (DOSI, 1988: 1126). Dessa maneira, o conhecimento tácito não pode ser comprado ou vendido e depende das habilidades relativas à cumulatividade. No entanto, esse conhecimento não é totalmente imóvel, já que pessoas podem ser contratadas, o que possibilita a imitação da tecnologia por outra empresa. Os dois tipos de conhecimento são complementares entre si.

As atividades de inovação têm características específicas à firma e ao local e de cumulatividade, que podem ser reconhecidas através de estudos empíricos. A especificidade e a cumulatividade tornam o desenvolvimento da tecnologia menos sujeito ao acaso e mais restrito a zonas, as quais, se identificadas, permitem previsão sobre os futuros padrões de inovação de firmas, de indústrias e de países.

As trajetórias tecnológicas são os 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)⁵. A trajetória é dita ordenada quando há cumulatividade do conhecimento tecnológico. Um exemplo de trajetória é o da microeletrônica, o qual se baseia no melhoramento da relação entre densidade, velocidade de processamento e custo da informação.

Então, o paradigma tecnológico seleciona as atividades de inovação, finaliza-as em direções precisas (estabelecendo as trajetórias) e gera a acumulação de capacidade para a resolução de problemas. Isto é, o processo de busca tecnológica é cumulativo para cada firma, tendo em vista que esta o realiza dentro de áreas que permitam o uso da base de conhecimento existente.

⁵ Uma outra definição sobre trajetórias tecnológicas, coerente com as já expostas, se refere a “seqüências temporais de mudanças progressivas das escolhas (*trade-off*) entre variáveis técnico-econômicas, específicas a uma dada tecnologia, que indicam o progresso tecnológico e que baseiam os esforços inovativos das firmas e instituições” (POSSAS *et alii*, 1996: 934). POSSAS *et alii* ainda afirmam que um paradigma pode ser compreendido por várias trajetórias, cada uma correspondendo a um produto ou a um processo. Com a progressiva exaustão de uma trajetória, ela pode ser transformada e até substituída por outra. E na transição entre diferentes paradigmas, os dois podem coexistir em virtude das incertezas e dos investimentos necessários para a implantação do novo paradigma.

As formas dominantes de organização do processo de busca inovativa, ao menos nas grandes empresas, são as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) internas à firma, o que pode ser justificado pelo aumento da complexidade das tecnologias e das atividades de pesquisa. Essas atividades de P&D se referem a um “trabalho criativo empreendido sobre uma base sistemática para aumentar o estoque de conhecimento e o uso desse estoque volta-se à invenção de novas aplicações” (DOSI, 1988: 1123). As vantagens para a internalização das atividades de P&D são:

- confiança nos laboratórios, principalmente no caso em que aspectos da tecnologia são tácitos e idiossincráticos (P&D “sob medida” à firma);
- há integração da pesquisa com as unidades de produção e de marketing, o que implica na facilidade de transmissão da informação do laboratório de P&D ao agente responsável pela implementação da nova tecnologia.

As atividades de inovação envolvem incertezas derivadas da falta de conhecimentos precisos sobre os custos, os resultados das diferentes alternativas e, até mesmo, sobre todas as alternativas, o que implica em uma incerteza de forte grau. As empresas reduzem tal incerteza e lidam com a complexidade do processo de inovação por meio da rotinização, ou seja, da adoção de regras ou políticas inflexíveis, e da internalização da pesquisa nas corporações, de forma a explorar mais efetivamente as características tácitas e cumulativas do conhecimento tecnológico.

DOSI (1988) também classifica a mudança tecnológica em duas fases, a saber:

- Pré-paradigmática: um período altamente exploratório e que possui dupla incerteza - de um lado, sobre o resultado da busca inovativa e de outro, sobre os princípios científicos e tecnológicos e os procedimentos de resolução de problemas que formarão a base tecnológica;
- Paradigmática: em que o paradigma já está estabelecido (direção estabelecida da busca e formação de expectativas tecnológicas e mercadológicas) e a incerteza é, deste modo, reduzida.

O mesmo autor distingue entre a busca técnica considerada “normal” e a exploração “extraordinária”: esta implica em novos paradigmas e em forte incerteza.

Ao explorar o conceito de trajetórias tecnológicas, DOSI *et alli* (1990) expõem uma classificação de grupos de firmas ou indústrias baseada em Pavitt, cujas trajetórias têm a mesma natureza (cada grupo tem capacidades de geração de tecnologias e oportunidades tecnológicas semelhantes):

1- Firmas Dominadas pelos fornecedores

Esse grupo de firmas envolve principalmente setores tradicionais de manufatura, a agricultura, a construção, os serviços profissionais, financeiros e comerciais. São geralmente firmas pequenas, cujas atividades de P&D e capacidades de engenharia são baixas.

A natureza da trajetória tecnológica engloba primordialmente o corte/redução de custo, mas também a tecnologia de processo. A intensidade e a direção da diversificação tecnológica são, respectivamente, baixa e vertical. Desse modo, a maioria das inovações vem dos fornecedores de equipamentos e de materiais, incluindo as firmas baseadas em ciência (identificadas a seguir), sendo que, em alguns casos, as inovações vêm dos clientes e das atividades de P&D financiadas pelo governo. Isso revela que a maioria dos processos de inovação usados por essas firmas foi produzida por outros setores que não se relacionam a elas.

As formas de apropriação dos benefícios advindos com a inovação não são relacionadas a vantagens técnicas, mas sim a marcas registradas, a marketing, a propaganda e a privilégios de acesso a certos recursos.

2- Firmas de Intensivas em Produção: Intensiva em Escala e Fornecedores Especializados

2.1- Intensiva em Escala:

Abrangem os setores de aço e de vidro, de bens de consumo duráveis e veículos, a indústria de fertilizantes químicos, sendo que o tamanho das firmas é normalmente grande. As atividades internas de P&D representam as origens da tecnologia, mas existem firmas pequenas e especializadas que fornecem equipamentos e instrumentos e com as quais há um relacionamento fechado e de complementaridade. Os mecanismos de apropriação são: segredo, *know-how*, *technical lags*, patentes. A trajetória tecnológica se refere a corte/redução de custos e a projeto de produto, enquanto que a intensidade e a direção da diversificação tecnológica são, respectivamente, alta e vertical.

2.2- Fornecedores Especializados

São os setores de maquinário, inclusive agrícola, e de instrumentação, em que o tamanho das firmas geralmente é pequeno. A natureza da trajetória tecnológica se refere à inovação de produto para aumentar a performance (produto, design). A intensidade e a direção da diversificação tecnológica são, respectivamente, baixa e concêntrica. As formas

de apropriação envolvem o *design*, o *know-how*, as patentes, os conhecimentos dos usuários.

3- Firmas baseadas em ciência

São firmas normalmente grandes e pertencentes aos setores de química, inclusive a indústria de pesticidas, e elétrico/eletrônico. A natureza da trajetória tecnológica é misturada. A intensidade e a direção da diversificação tecnológica podem ser, respectivamente, tanto baixa e vertical, quanto alta e concêntrica. A origem da tecnologia é representada por atividades de P&D das firmas, que são baseadas no rápido desenvolvimento da ciência em universidades e em outros locais. Então há um forte relacionamento entre desenvolvimento tecnológico e processos científicos. As formas de apropriação são: *know-how* de P&D, patentes, processos secretos e *know-how*, *dynamic learning economics*.

* * *

A taxa e a direção da mudança tecnológica, em qualquer setor, são influenciadas por três características:

- as fontes e a natureza das oportunidades tecnológicas;
- a natureza das necessidades dos usuários de mercados atuais ou potenciais;
- as possibilidades de apropriação de uma suficiente proporção dos benefícios gerados pelo processo de inovação de forma a justificar os esforços de pesquisa.

As formas de apropriação dos benefícios que são normalmente usadas por inovadores de sucesso são: conservação do segredo; proteção natural e atrasos prolongados à imitação; patente de proteção; restrição dos conhecimentos e habilidades relacionadas à tecnologia ao âmbito da firma, o que dificulta a imitação por outras firmas.

Vale destacar que a agricultura é considerada um setor que recebe as inovações produzidas por outros setores, como a química, maquinário não-elétrico, produtos eletrônicos e elétricos, instrumentação e automobilístico. Nesses setores, são altas as oportunidades para a inovação.

2.3. Dinâmica tecnológica na agricultura

De acordo com POSSAS *et alii* (1996), a análise das forças competitivas de uma determinada indústria e seu mercado correspondente deve ser realizada através das vantagens estruturais competitivas e assimetrias, das oportunidades tecnológicas, da cumulatividade e da apropriabilidade relacionados à trajetória tecnológica. No caso

específico da 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 equipamentos, fertilizantes, sementes e pesticidas; e também por instituições públicas e políticas públicas que geram fundos para pesquisas⁶.

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. As complexas relações entre solo, clima e organismos trazem a necessidade do uso de outra(s) tecnologia(s) relacionada(s) à já introduzida no sistema produtivo. Por exemplo, o uso de certos pesticidas e fertilizantes acarreta a necessidade de certas máquinas aptas a sua aplicação; a introdução de variedades de alto rendimento gera a necessidade do uso intensivo de certa fórmula específica de fertilizante etc.

As características básicas e específicas da agricultura que justificam uma análise específica e dinâmica são:

- 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 firmas ou produtores bem localizados se referem ao cultivo e à tecnologia específicos, às rotas de transporte e à distância aos centros consumidores. Já 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

⁶ Dentre as indústrias fornecedoras de insumos agropecuários, têm-se as empresas de base tecnológica (EBTs), nosso objeto de estudo.

diversificação. Grandes unidades estão associadas a uma integração vertical ascendente pelas agroindústrias, em função dos custos de transação⁷ com o mercado fornecedor de insumos.

- 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 fornecedores⁸.

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, que evidenciaria uma situação homogênea tecnológica e competitiva;
- O conceito de trajetória tecnológica deve ser relacionado a tendências dinâmicas e competitivas específicas de mercado, ou seja, a caminhos criados por pressões de assimetria do processo competitivo;
- 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 e estão classificadas conforme as condutas de geração e difusão da inovação:

⁷ Custos de transação são considerados por Coase como “a) os custos de descobrir preços vigentes no mercado (custos de coleta de informações); b) custos de negociação e estabelecimento de um contrato” (FARINA *et alii*, 1997, p. 36). No entanto, essa definição da década de 1930 desconsidera os custos advindos com a assimetria de informações, os custos relacionados a um processamento de informações limitado, os custos de execução do contrato, os de monitoramento das atividades previstas no contrato, os de regulamentação e de cumprimento das regras que limitam a transação. Uma outra definição mais completa é de autoria de Cheung, a qual se baseia nos custos de a) elaboração e negociação dos contratos, b) mensuração e fiscalização de direitos de propriedade, c) monitoramento do desempenho e d) organização de atividades.

⁸ 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.

- 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*”.

O desenvolvimento das trajetórias tecnológicas e a constituição do moderno regime tecnológico dependem da forma como essas diferentes fontes de inovação se relacionam. Embora o regime tecnológico da agricultura seja bastante complexo, há 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.

Identifica-se atualmente uma exaustão do atual regime tecnológico baseado em ganhos de produtividade (rendimentos por área ou por unidade de trabalho). Esse objetivo perdeu importância em relação a outros, notoriamente o relacionado à qualidade. A exaustão se deve a fatores vinculados a mudanças atuais na produção agrícola: 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).

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.

Entretanto, de acordo com POSSAS *et alii* (1996), pode-se estabelecer algumas tendências de transformação da agricultura no curto e no médio prazo, que estão resumidas no quadro 1 a seguir:

Quadro 1: As tendências de transformação da agricultura no curto e no médio prazo

Características Gerais	Mudanças em Andamento e Expectativas (próximos 10 anos)	Mudanças em Andamento e Expectativas (mais de 10 anos)
Bases Científicas	Biologia celular e rotinização da biologia molecular; rotinização da microeletrônica.	Biologia molecular, engenharia molecular, microeletrônica.
Bases Tecnológicas	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
Objetivos do Desenvolvimento Tecnológico	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
Fontes de Inovação	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.

2.4. 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 *et alli*, 2001: 5). Em outras palavras, “um conjunto de tecnologias habilitadoras, que possuem em comum o uso de células e moléculas biológicas para aplicações na produção de bens e serviços em áreas como saúde humana e animal, agricultura e manejo do meio ambiente” (MASCARENHAS *et alli*, 2001: 7).

Como exemplo de tais tecnologias habilitadoras, têm-se: a *Antisense*, usada no retardamento da degradação de produtos agrícolas, dentre outros benefícios; a *cultura de*

células, usada no biocontrole de insetos, dentre outras aplicações; o uso de *biosensores*, que é uma combinação de um componente biológico e um transcritor eletrônico, para a mensuração da qualidade e segurança de alimentos, dentre outros fins.

Apesar de caracterizar Biotecnologia como um setor ou uma indústria específica, já se convencionou o uso de indústria, que é dividida pela “Biotecnologia Empresarial” (geralmente *spin offs* universitários) e pela “Biotecnologia Industrial” ou “Bioindústria” (geralmente corporação verticalizada e multinacional). A “Indústria de Biotecnologia” é a aplicação em escala industrial e empresarial dessas tecnologias juntamente com diversas outras, como a fermentação e a purificação.

A indústria de Biotecnologia pode ser dividida em setores, conforme a classificação da empresa de consultoria e finanças internacionais Ernst & Young ou conforme a da empresa Burril & Co, apresentadas no quadro 2:

Quadro 2: Setores envolvidos pela biotecnologia conforme a empresa classificadora

	Ernst & Young	Burril & Co.
Setores da Indústria de Biotecnologia	<ul style="list-style-type: none"> • Medicamentos • Diagnósticos • Agribusiness • Meio Ambiente • Processamento de alimentos • Bioquímicos • Plataformas tecnológicas • CROs (contract research organisations) • Supridores 	<ul style="list-style-type: none"> • Saúde • Agricultura • Saúde Animal • Nutracêuticos • Biomateriais • Novas Tecnologias, plataformas (Proteomics, Pharmacogenomics, Química Combinatória, Bioinformática, Mass Spectrometry, Parallel Squencing, Positional, Cloning, High Throughput Screening).

Fonte: Adaptado de (MASCARENHAS *et alli*, 2001: 8)

De acordo com SALLES-FILHO & BONACELLI (2000), a biotecnologia vem passando nos últimos vinte anos por uma reestruturação, dos arranjos organizacionais de desenvolvimento da pesquisa e da inovação. Dentro desse quadro de modificações, insere-se o surgimento dos conceitos de sistema de inovação, de redes de inovação e de centros e projetos cooperativos.

Os sistemas de inovação referem-se a “um arcabouço teórico-analítico para compreender as diferenças entre os contextos nacionais de desenvolvimento sócio-

econômico e técnico-científico, as influências das políticas de inovação na recuperação econômica de países e regiões, bem como as diferentes formas de apoio à mudança tecnológica e à inovação” (SALLES-FILHO *et alli*, 2001: 5). Assim, refletem informações sobre a conformação, a dinâmica, as normas e os incentivos oferecidos pelo sistema. 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. Eles ainda podem assumir diferentes âmbitos, dependendo do objetivo do estudo: supra-nacional, nacional, regional, local e, ao mesmo tempo, setorial. Observa-se uma ênfase crescente em sistemas regionais e locais de inovação, devido à maior necessidade de se explorar a diversidade, os processos históricos específicos e os desenhos políticos e institucionais particulares. Além disso, o uso do conceito de sistema de inovação se deve aos seguintes fatores:

- ❑ Percebe-se que é cada vez menos freqüente a atuação isolada das empresas;
- ❑ A interação visa ganhar, desenvolver, trocar conhecimento, informação e outros recursos com outras organizações;
- ❑ A organização é influenciada pelas restrições do ambiente institucional;
- ❑ Há necessidade de avaliar as interações entre a organização e os sub-sistemas dos sistemas de inovação, como o econômico e o político, além da interação com outros atores do ambiente.

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 forma, as redes são um conjunto de atores, tais como laboratórios públicos, centros de pesquisa técnica, companhias, organizações financeiras, usuários e governo, que participam coletivamente na concepção, no desenvolvimento, na produção e na distribuição ou difusão de procedimentos para produção de bens e serviços. O grau de relacionamento entre os atores é medido através da intensidade de relações e não da proximidade geográfica. Caracterizada a intensidade das relações, é possível identificar as sub-redes que mostrarão as eficiências e as deficiências do sistema de inovação. As redes estão, portanto, imersas nos sistemas de inovação e podem descrever as estratégias das organizações e de outros atores.

As vantagens das redes envolvem o aprendizado compartilhado e a complementaridade de qualificações e de outros ativos (principalmente intangíveis, como conhecimentos e habilidades). 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 riscos⁹.

Centros e projetos cooperativos surgiram nas décadas de 70 e 80, devido à necessidade de reunir capacitações mais amplas e complementares e ao maior incentivo para tal organização realizado pelas financiadoras. 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 ou pré-competitiva, não-proprietária, 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.

Como se pode observar, 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-

⁹ Alguns conceitos desenvolvidos pela economia de custos de transação podem ser aplicados para entender as redes de inovação. São eles: ativos complementares (ativos que facilitarão a disseminação da inovação e a captação dos lucros pelo inovador, tais como área de distribuição, equipamentos associados); capacitações dinâmicas (as capacidades organizacionais, de recursos e funcionais internas e externas diante de um ambiente de mudança de forma a adaptar, integrar e reconfigurar); a definição de limites e das estratégias de contratualização (os limites trazem questões como a necessidade ou não de internalização de todas as fases da inovação, ou seja, a escolha entre verticalização e contratualização; a contratualização pode significar economias de escala em P&D, divisão dos riscos, exploração da complementaridade dos ativos e a economia de escopo, através da realização de certas fases do processo inovativo em conjunto com parceiros).

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 incertos¹⁰ 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.

O desenvolvimento da biotecnologia, desde o início dos anos 80, pode ser caracterizado pelos seguintes elementos:

- ❑ Alianças entre grandes empresas farmacêuticas, NEBs (empresas especializadas), grupos de pesquisa de universidades e governo;
- ❑ Tomada de recursos de fundos no mercado financeiro;
- ❑ 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. Desse modo, as instituições reguladoras ainda estão sendo construídas, como as leis de biossegurança, a liberação e a rotulagem de organismos geneticamente modificados; e
- ❑ Há sustentação da superioridade, notoriamente tecnológica, dos EUA em relação a outros países.

Os elementos institucionais que estão sendo construídos há trinta anos nos EUA e que lhe garantem a liderança no desenvolvimento na moderna biotecnologia são: legislação sobre a propriedade intelectual; estrutura de financiamento diversificada e abundante; regulamentação liberal para organismos transgênicos; estruturas de pesquisa diversificadas e ligadas à academia e a agências governamentais, a grandes indústrias e a empresas de alta tecnologia especializadas. Nesse contexto, cabe destacar por fim que as oportunidades biotecnológicas surgidas são diferentemente percebidas, incorporadas e integradas nas

¹⁰ 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).

rotinas de P&D e de produção das firmas, dependendo das particularidades técnicas, econômicas e concorrenciais dos segmentos de mercado, dos conhecimentos acumulados pelas empresas, das trajetórias tecnológicas seguidas. Dessa maneira, as reações dos agentes diante das pressões dependem dos conhecimentos e das competências acumuladas, do contexto técnico-concorrencial, das especificidades do setor. Estas especificidades setoriais se devem ao grau de concentração ou tamanho das firmas; à importância e intensidade dos esforços inovativos e aos caminhos seguidos pela inovação; aos resultados da pesquisa e da inovação; às taxas de crescimento da produtividade.

Para exemplificar, têm-se as diferenças entre a biotecnologia voltada à agricultura e a voltada à saúde humana. Os investimentos e os faturamentos relacionados à primeira área são menores do que aqueles ligados à segunda área; a agricultura apresenta um menor nível de apropriação tecnológica e de concentração econômica. As especificidades da agrobiotecnologia diante da saúde humana são:

- Influências de natureza edafo-climáticas;
- As preferências dos consumidores e as maiores dificuldades de superação das restrições impostas por eles em relação a organismos geneticamente modificados, à propriedade intelectual, à regulamentação, à rotulagem;
- Os maiores volumes de perdas com a atividade biotecnológica.

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:

- incapacidade de transformação dos conhecimentos genéricos em conhecimentos aplicados, que são materializados sob a forma de tecnologia e de riqueza nacional. Essa incapacidade é fruto da falta de investimento das empresas privadas em P&D, da postura passiva diante da dinâmica e da demanda por inovação;
- dificuldades de domínio e de acompanhamento das técnicas de biologia molecular;
- carência de instrumentos de suporte econômico-financeiro adequados, como o capital de risco e o mercado de ações;
- 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, da falta de estímulos ao surgimento de “pesquisadores-empresários”, do baixo envolvimento das empresas com P&D e com inovação de uma maneira geral, da atuação corporativa das instituições públicas de pesquisa (lógica autocentrada de se fazer pesquisa);

- falta de formas organizacionais mais eficazes relativas às atividades de P&D, como a formação de redes de pesquisa.

Há, porém, esforços para reverter esse quadro. Conforme (SALLES-FILHO *et alli*, 2001: 24), o ano de 2000 foi o momento em que mais se criaram grupos de pesquisa relacionados a essa área. De acordo com o Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, havia naquele ano 1.718 grupos cadastrados (14,6% do total), sendo 6.616 pesquisadores e 699 estudantes incluídos em 3.844 linhas de pesquisa.

É evidente um grande desequilíbrio regional referente ao desenvolvimento da C&T no Brasil: a região Sudeste e, mais precisamente, o estado de São Paulo concentram a produção, os estudantes, os pesquisadores e as linhas de pesquisa da área de biotecnologia. Além disso, há um predomínio de grupos de pesquisa ligados a instituições públicas de pesquisa (em que se destacam universidades federais e estaduais e institutos públicos de pesquisa federal) em detrimento das organizações privadas. Além da criação de grupos de pesquisa, nota-se a busca, mesmo tênue, pela formação de redes de cooperação, depois de vinte anos de desenvolvimento da biotecnologia no Brasil.

O contexto de interação entre os agentes de inovação no Brasil está baseado nos seguintes pontos:

- A dinâmica de evolução da moderna biotecnologia no Brasil baseia-se nos conhecimentos dos institutos e centros públicos de pesquisa e das universidades, que formam os nós das redes de inovação;
- 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;
- 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. As principais ações do programa Genoma são:

- Caracterização, avaliação, enriquecimento e conservação de recursos genéticos;
- Bancos de germoplasma e coleções de cultura;
- Fomento a centros de pesquisa e a projetos de biotecnologia relevantes para a agricultura, pecuária e saúde;
- Fomento à pesquisa e desenvolvimento para conservação e uso sustentável da biodiversidade;
- Diretrizes para C&T em biossegurança e organismos geneticamente modificados;
- Patenteamento de produtos oriundos de recursos genéticos”(homepage do MCT, citado por SALLES-FILHO *et alli* (2001)).

O Projeto Genoma, financiado pela Fapesp, teve seu início em 1997 e visava o estudo funcional da virulência e da patogenicidade da bactéria *Xylella fastidiosa*, que causa a clorose variegada dos citrus (CVC), o “amarelinho”. A bactéria é transmitida por uma cigarra, sendo que a doença ataca 30% da produção de laranja do estado de São Paulo, que é o maior produtor de frutas cítricas do Brasil (com 87% da produção nacional) e do mundo (representando 30% da produção mundial). O prejuízo em 1996 devido a essa doença foi da ordem de US\$ 145 milhões. O projeto estabeleceu parcerias entre Estado, a iniciativa privada e universidades, envolvendo 35 laboratórios e 200 pesquisadores, estudantes e técnicos, o que revela a formação de uma rede técnico-científica (portanto, não se considera uma rede de inovação). 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 (foi estabelecido em abril de 1999, busca o mapeamento dos 50.000 genes desta espécie e envolveu a Copersucar - Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Álcool do estado de São Paulo, 23 laboratórios e 12 instituições), o genoma humano do câncer (teve início em 1999 e envolve 30 laboratórios, 150 pesquisadores e um investimento de US\$ 20 milhões) o genoma da *Xanthomonas citri* (bactéria causadora do cancro cítrico).

* * *

A biotecnologia é um paradigma tecnológico emergente na agricultura. Isso é justificado através dos processos de industrialização de suas atividades e, até mesmo, 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.

De acordo com (SALLES-FILHO *et alli*, 2001: 60), as áreas potenciais e genéricas para o desenvolvimento da biotecnologia nos setores agrícola, animal e agroindustrial estão apresentadas no quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Áreas potenciais para o desenvolvimento da biotecnologia nos setores agrícola, animal e agroindustrial

Setor Agrícola	Setor Animal	Setor Agroindustrial
	Disciplinas Básicas	
Biologia molecular Biologia celular microbiologia Bioquímica Biofísica	Biologia molecular Biologia celular microbiologia Bioquímica Biofísica Fisiologia animal Imunologia Epidemiologia	Biologia molecular Biologia celular microbiologia Bioquímica Biofísica
	Disciplinas Técnicas de Apoio	
Conservação de gens Cultivo de tecido/propagação Técnicas agrônômicas Fitomelhoramento Biologia molecular de plantas (seleção, transferência e expressão de gens em plantas) Relação planta-microorganismo Controle biológico Técnicas de diagnóstico Técnicas de avaliação de cultivos e produtos Cultivo de células in vitro	Técnicas de imunização animal Técnicas de diagnóstico (anticorpos monoclonais, antiidiotópicos) Reprodução e transferência de embriões Técnicas de produção animal (crescimento, eficiência) Biologia molecular em animais (identificação, transferência e expressão de gens) Zootecnia Cultivo de células in vitro Engenharia de bioprocessos Métodos analíticos Controle de qualidade	Bioengenharia Engenharia enzimática Tecnologia de fermentação Bioseparações Microbiologia industrial Simulação e controle de processos Micropropagação Anticorpos monoclonais Desenho de equipamentos e instrumentação
	Conhecimentos Gerenciais de Apoio	
Manejo de informação técnica e de mercado Prospectiva e avaliação tecnológica Administração de projetos e engenharia industrial Gestão da transferência tecnológica Manejo da propriedade intelectual Gerência de produto Gerência financeira Planejamento estratégico	Manejo de informação técnica e de mercado Prospectiva e avaliação tecnológica Administração de projetos e engenharia industrial Gestão da transferência tecnológica Manejo da propriedade intelectual Gerência de produto Gerência financeira Planejamento estratégico	Manejo de informação técnica e de mercado Prospectiva e avaliação tecnológica Administração de projetos e engenharia industrial Gestão da transferência tecnológica Manejo da propriedade intelectual Gerência de produto Gerência financeira Planejamento estratégico

Fonte: SALLES-FILHO *et alli* (2001: 60)

3. Caracterização da oferta de insumos agrícolas no Brasil

3.1. A indústria de fertilizantes químicos no Brasil

3.1.1. Características determinantes da indústria nacional de fertilizantes

Observa-se que, muitas vezes, a indústria de fertilizantes tem sua origem em ramificações das indústrias química-petroquímica e de mineração, isto é, dentre as empresas produtoras de fertilizantes, encontram-se empresas químicas ou de mineração. Além disso, é considerada como estratégica por se tratar de indústria geradora de um produto que é utilizado na agricultura, a qual, por sua vez, é o elo básico na produção de alimentos para um país.

De acordo com RAPPEL & LOIOLA (1993: 6), a indústria de fertilizantes no Brasil é composta por três grandes segmentos cujos padrões de atuação são semelhantes, a saber:

- Empresas Integradas: são as que produzem e comercializam matérias-primas, fertilizantes simples e mistura NPK. São geralmente empresas de grande porte;
- Segmento composto por dois subconjuntos: o semi-integrado (empresas que produzem e comercializam matérias-primas básicas (rochas fosfáticas, amônia e enxofre), matérias-primas intermediárias (ácidos sulfúrico, fosforoso e nítrico) e fertilizantes básicos, mas não atuam na etapa de misturas NPK e os produtores e revendedores de fertilizantes simples e/ou misturas NPK, sendo que as matérias-primas são adquiridas de terceiros. Há grandes diferenças entre esses dois subconjuntos a respeito do volume de capital investido, da complexidade das tecnologias produtivas e da abrangência dos mercados. São geralmente empresas de grande porte; e
- Empresas e cooperativas de agricultores que vendem e distribuem fertilizantes simples e misturas NPK. Dessa forma, não produzem tais produtos, mas somente executam a formulação de matérias-primas adquiridas de terceiros. Há uma estimativa sobre a existência de aproximadamente 300 empresas que se enquadram neste grupo, sendo geralmente de menor porte.

A tal indústria é caracterizada como produtora de uma *commodity* química, o que revela o fato de que a produção é globalizada e os mercados são integrados. Isso, por sua vez, implica que os preços de mercado são determinados diretamente pelas relações de oferta e de demanda no âmbito mundial.

Em uma caracterização mais detalhada dessa indústria, adicionam-se a observação da complexidade de sua estrutura de produção, a ocorrência de tecnologias maduras, o fato de

que é estratégico o acesso a matérias-primas e a existência de uma grande escala de produção (escalas mínimas eficientes ou viáveis economicamente). Há, portanto, a interferência de economias de escala no setor.

De uma forma geral, a indústria nacional de fertilizantes, nos seus três segmentos explicitados anteriormente, apresenta uma estrutura de mercado oligopolizada, mesmo havendo um expressivo número de produtores. Nesse contexto, explicita-se o domínio de uma grande parcela do mercado consumidor por um número relativamente pequeno de empresas produtoras. Pode-se distinguir a parcela da indústria que é caracterizada como “oligopólio concentrado” e a outra parcela, como “oligopólio diferenciado”. No primeiro caso, enquadram-se as empresas produtoras de matérias-primas básicas e intermediárias e de fertilizantes simples, em que as vantagens competitivas estão relacionadas a economias de escala e a condições de acesso à matéria-prima (disponibilidade e preço). Já o segundo caso se refere às empresas que realizam apenas as formulações NPK, nas quais as vantagens competitivas dependem das economias de escopo e da diferenciação.

Por outro lado, a estrutura de mercado encontra-se muito pulverizada, ocasionando problemas relativos a escalas de produção. No entanto, verifica-se uma elevada concentração das empresas na região centro-sul, em especial no estado de São Paulo.

Inserem-se também o baixo nível de integração na cadeia produtiva nacional, resultando em entraves ao desenvolvimento de estratégias tecnológicas, mercadológicas e de preço capazes de criar mecanismos de competitividade frente às empresas líderes internacionais (RAPPEL & LOIOLA, 1993: 11).

Ressalta-se a notória presença do Estado, em nível mundial, como detentor de empresas produtoras seja de matérias-primas básicas, de fertilizantes básicos ou de misturas NPK. Tal presença decorre da elevada intensidade de capital necessária à indústria, das baixas taxas de retorno dos investimentos e da característica estratégica dos fertilizantes determinada na sua utilização como insumo da produção agrícola.

Em convergência, na esfera nacional, houve a expressiva presença do Estado como detentor de empresas produtoras de matérias-primas e de fertilizantes básicos nitrogenados, mas que foi revertida com o PND (Plano Nacional de Desestatização) promovido pelo governo. Já nas empresas produtoras de fertilizantes fosfatados, encontram-se de forma expressiva as multinacionais. A maior presença de empresas privadas nacionais, sobretudo de médio porte, ocorre no penúltimo elo de produção da cadeia de fertilizantes, ou seja, no caso em que a empresa produz e/ou comercializa fertilizantes simples ou compostos.

A presença de multinacionais na produção de fertilizantes fosfatados revela que os produtores nacionais operam com custos de produção maiores em relação a produtores de outros países, como dos EUA. A desvantagem em tais custos de produção está relacionada às especificidades das reservas brasileiras desse mineral (baixo teor de concentração desse mineral nas rochas, elevada presença de contaminantes, rochas de natureza ígnea), as quais dificultam a exploração e o processamento industrial. Por consequência, a desvantagem está vinculada também à inexistência de uma tecnologia apropriada para a exploração de tais reservas brasileiras.

Nesse contexto, inferem-se a possibilidade e a necessidade do surgimento de novas empresas produtoras de fertilizantes, relativas à exploração mineral e ao processamento industrial, que desenvolvam novas tecnologias condizentes às características específicas das reservas brasileiras. Isso porque as práticas de aquisição ou de licenciamento de tecnologias desenvolvidas externamente, que ainda podem ser observadas no Brasil, não resolvem o problema das especificidades, já que dificilmente devem se adequar às condições brasileiras. Assim, não solucionam o entrave dos altos custos de produção do Brasil. Enfim, a criação de empresas com capacidade para desenvolver tecnologias apropriadas pode implicar na melhoria das condições de competitividade dos fertilizantes fosfatados diante de outros produtores internacionais.

Salienta-se que o parque produtivo possui um baixo nível de capacitação tecnológica e empresarial condicionado por escassos esforços de modernização. A desatualização ocorre sobretudo na esfera tecnológica, na qual se destacam a falta de utilização de equipamentos de base microeletrônica de controle e de otimização de processos, a baixa eficiência energética do processamento e as insatisfatórias escalas de produção adotadas (que, muitas vezes, não atingem o mínimo eficiente). Ainda, a desatualização na esfera empresarial pode ser comprovada pela existência de administração familiar em detrimento da profissional, pela pouca experiência em negócios de grande escala, pela falta de práticas de gestão mais convenientes, por estruturas organizacionais inadequadas¹¹.

¹¹ Vale destacar as decisões tomadas na década de 1990 relativas a um enxugamento de pessoal com o intuito de reverter o mau desempenho da indústria gerado por mudanças no ambiente competitivo interno (como a retração da demanda, menor nível de proteção da indústria, maior concentração de mercado). A redução da mão-de-obra atingiu, até mesmo, departamentos de P&D e de assistência técnica, o que pode, ao contrário do objetivo estipulado, prejudicar o desempenho de empresas e, consequentemente, do setor.

RAPPEL & LOIOLA (1993) destacam um baixo nível relativo de investimento em P&D na indústria com um todo, o que pode ser inferido a partir da inexistência de tecnologias adequadas à exploração de reservas minerais de fósforo. Em contraposição, pode-se identificar um melhor nível de experiência em atividades de P&D no primeiro segmento de empresas classificado inicialmente (as empresas integradas). Têm-se, em seguida conforme uma escala decrescente de atividades de P&D, o segundo segmento (as empresas semi-integradas, como a antiga Petrofertil). Enquanto que o terceiro segmento (unidades misturadoras) não apresentam tais atividades.

Cabe acrescentar que existe um elevado nível de ociosidade na indústria de fertilizantes. Isso decorre da existência de uma maior capacidade instalada frente à demanda, o que pode ser visualizado na tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Dados de capacidade instalada e de demanda referentes aos anos 1991/1992

Produtos	Capacidade Instalada (A) (em toneladas)	Demanda (B) (em toneladas)	B/A (%)
Fertilizantes Nitrogenados	965.312	781.526	81
Fertilizantes Fosfatados	1.944.664	1.217.375	63
Fertilizantes Potássicos	296.380	1.205.987	(307)
Amônia	1.034.635	772.534	75
Rocha Fosfática	1.630.876	959.235	59
Ácido Fosfórico	844.598	649.069	77

Fonte: Adaptado de RAPPEL & LOIOLA (1993: 35)

O grau médio de utilização da capacidade observado em 1992 foi de 66,82%, abaixo, portanto, dos valores da tabela, visto que ainda existe parte da demanda atendida por importações, prática viabilizada através da política governamental de abertura comercial.

Deve-se considerar as barreiras à entrada de novas empresas na indústria nacional de fertilizantes, a saber:

- O setor requer uma aplicação intensiva de capital;
- A indústria possui baixas taxas de retorno dos investimentos, em função dos baixos preços dos produtos finais frente aos altos custos das matérias-primas, da estagnação da demanda e da sua sazonalidade (o pico da demanda ocorre no

segundo semestre de cada ano, quando as terras estão sendo preparadas para o plantio) (RAPPEL & LOIOLA, 1993: 40);

- ❑ Setor exige alta intensidade tecnológica; e
- ❑ Os altos custos de transporte, pois o meio predominante é o rodoviário.

3.1.2. As estratégias adotadas pela indústria de fertilizantes

Devido às dificuldades enfrentadas pela indústria, a partir da década de 1980, se verificou um processo de racionalização. Este se dá através das estratégias de desinvestimento, ou seja, fechamento definitivo, suspensão temporária ou diminuição no nível das atividades (ocorrida, por exemplo, nas empresas produtoras de fertilizantes fosfatados); das estratégias de reestruturação das empresas (como a profissionalização das estruturas administrativas e o “enxugamento” das empresas buscando maior flexibilidade e racionalidade).

Além da racionalização, houve estratégias de expansão relacionadas à diversificação da produção e à integração produtiva. Tais estratégias ocorrem por meio de movimentos de fusão e de aquisição, que foram incentivados pelo programa governamental de privatização. Há também estratégias de expansão baseadas na conquista de mercados externos.

3.1.3. As principais empresas atuantes na indústria

As empresas que concentram o setor de fertilizantes no Brasil abrangem o Grupo Bunge e a Cargill. A notória participação do Grupo Bunge (de capital multinacional) ocorre através da posse das empresas de fertilizantes Serrana, Manah, IAP e Ouroverde. Tal grupo detém, além dessa divisão de fertilizantes (Bunge Fertilizantes), a de alimentos (cujas empresas são a Santista, a Ceval e a Seara) e a de logística (com a empresa Fertimport).

Já a Cargill, outra multinacional, entrou no mercado de fertilizantes através da compra da empresa Solorrnico. Ela também possui o controle acionário da empresa Fertiza, além de realizar operações próprias de produção do insumo agrícola, resultando em uma participação de aproximadamente 15 % no mercado nacional de fertilizantes.

Outras empresas que apresentam menores mas expressivas participações no mercado são o Grupo Fertipar Fertilizantes do Paraná Ltda (detentor das seguintes empresas: Fertigran - Fertilizantes Vale do Rio Grande -, Fertilizantes Piratini, Fertilizantes Centro Oeste, Fertilizantes do Nordeste, Fertipar Sudeste Adubos e Corretivos, Fertipar Bandeirantes); a empresa Fertilizantes Heringer (de capital nacional); a Fertibrás (que é

uma misturadora mas possui participação no grupo Fosfértil/Ultrafértil, o qual produz as matérias-primas necessárias); a empresa multinacional Mitsui.

Em uma esfera mais específica de análise, podem-se identificar as principais empresas que atuam nas três diferentes cadeias produtivas: a de fertilizantes potássicos, a de nitrogenados e a de fosfatados. Em relação à primeira cadeia, cita-se a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), a qual detém um arrendamento de duração de 25 anos para a exploração de cloreto de potássio da reserva Taquari-Vassouras (única reserva nacional que está situada em Sergipe). Vale destacar que a produção nacional de matérias-primas potássicas não é suficiente à demanda interna, o que expõe a necessidade de importações, que são predominantemente do Canadá, Rússia, Alemanha e Israel.

No tocante à cadeia produtiva dos fertilizantes nitrogenados, tem-se o grupo Fosfértil/Ultrafértil, que fornece matérias-primas e produtos intermediários nitrogenados e também fosfatados. E, por último, a cadeia de fosfatados, na qual se destaca a holding Fertifós, cujo grupo controlador é o Bunge e que possui participação no grupo Fosfértil/Ultrafértil.

3.1.4. As tecnologias presentes na indústria de fertilizantes: oportunidades para o surgimento de novas empresas

A indústria de fertilizantes é classificada com *science-based* e cujas pesquisas estão relacionadas a três tipos de tecnologias (RAPPEL & LOIOLA, 1993: 26):

- ❑ **Tecnologias de Produto:** com a finalidade de formulação de misturas e de fertilizantes compostos cujas proporções dos diferentes nutrientes sejam uniformes em cada partícula ou grânulo;
- ❑ **Tecnologias de Processo:** incluem a exploração de reservas, o beneficiamento e o tratamento das matérias-primas minerais, os processos químicos da produção de intermediários, de fertilizantes simples e de compostos NPK;
- ❑ **Tecnologias de Uso/Aplicação:** para a identificação do fertilizante, da época e do nível de aplicação mais apropriados a cada tipo de solo, lavoura e técnica agrícola. Inclusive para minimizar os desperdícios e os impactos ambientais.

As possíveis inovações, sejam elas incrementais ou radicais, são enumeradas a seguir (RAPPEL & LOIOLA, 1993: 27):

- ❑ Inovações relacionadas a novas formas e a novos níveis de interação dos fertilizantes químicos com a meio ambiente para que sejam atendidos os novos requisitos ecológicos criados pelo consumidor e pela sociedade em geral;

- ❑ Surgimento de produtos alternativos, como os fertilizantes de liberação mais lenta, fertilizantes líquidos;
- ❑ Surgimento de fertilizantes adequados às necessidades tropicais e subtropicais;
- ❑ Criação de catalisadores mais ativos e resistentes;
- ❑ Inovações referentes à automação para possibilitar uma maior produtividade industrial;
- ❑ Inovações relacionadas à melhoria da qualidade do produto final da tal indústria: especificações mais rígidas quanto ao tamanho dos grânulos, a sua porosidade, densidade, acidez e contaminação orgânica, à segurança de aplicação, à proteção contra umidade, à resistência física ao transporte, à estocagem, ao manuseio e à aplicação;
- ❑ Criação de embalagens e de rótulos que permitam maior acesso às informações sobre o produto pelo consumidor e, assim, maior segurança na sua utilização.

3.2. A indústria de sementes no Brasil

Desde a década de 1990, o setor nacional de sementes tem sofrido um processo de reestruturação ocasionado por movimentos de fusão e de aquisição. Tais estratégias de fusão e de aquisição são desenvolvidas através de investimentos de grandes empresas multinacionais agroquímicas sobre as empresas nacionais de sementes. SALLES-FILHO & BONACELLI (2000) acrescentam, nesse contexto de entrada no setor de sementes, as possibilidades de criação de uma divisão de sementes na própria empresa agroquímica, ao invés de utilizar ou adquirir uma já existente.

Tais iniciativas empreendidas pelas multinacionais agroquímicas resultaram em um processo de reorganização e de concentração da indústria sementeira nacional, isto é, tais empresas assumem a liderança neste mercado, tornando escassa a presença de produtores nacionais.

De acordo com SALLES-FILHO & BONACELLI (2000), os fatores que explicam o processo de fusão e de aquisição estão concentrados nos seguintes pontos:

- ❑ Diversificação da área de atuação;
- ❑ Uso do mercado de sementes como fonte de informação;
- ❑ Melhoramento genético da plantas com o intuito de aumentar a sua resistência a pesticidas e as suas respostas a fertilizantes químicos; e
- ❑ Oportunidades abertas pela moderna biotecnologia.

Dentro desse contexto, SANTINI & PAULILLO (2001:1) destacam que o processo foi impulsionado sobretudo pelo interesse em diversificação das atividades, de forma a gerar

sementes híbridas e de variedade comercializáveis, desenvolvidas dentro de um *continuum* de classificação delimitado pela inovação incremental (método tradicional) e pela inovação radical (organismos geneticamente modificados). Ainda nesse enfoque, a diversificação é viabilizada através da união entre os trabalhos de manipulação de genes realizados pelas multinacionais agroquímicas (já desenvolvidos em seus laboratórios) e o melhoramento convencional. Assim, se insere a importância do desenvolvimento da moderna biotecnologia nesse processo de reestruturação do setor de sementes.

Na análise das principais características de mercado, considerar-se-ão os dois segmentos mais importantes do setor: o de híbridos e o de variedades. E ainda, a discussão será realizada a cada um desses segmentos, devido à existência de particularidades, tais como a forma de organização das atividades de pesquisa e desenvolvimento, o papel das instituições públicas de pesquisa, a possibilidade e a forma de apropriação dos resultados dos esforços de inovação e a importância dos mecanismos de proteção à propriedade intelectual. Essas particularidades decorrem das diferenças quanto à apropriabilidade, à cumulatividade e às oportunidades tecnológicas observadas nos dois segmentos, sendo determinadas pelos fatores naturais: taxa de multiplicação, possibilidades de hibridação, facilidade de manutenção do segredo no processo tecnológico (SANTINI & PAULILLO, 2001: 5)

No caso do segmento de híbridos, os produtos mais representativos são o milho, o sorgo, algumas hortaliças e a beterraba e têm como características específicas a homogeneidade de produto, a elevada taxa de multiplicação e o mecanismo natural de proteção relativo à impossibilidade de utilização da semente híbrida por mais de um ciclo produtivo. Já o segmento de variedade é representado pelo trigo, pela soja e pelo arroz e é marcado pela auto-reprodutibilidade sem perda de suas qualificações genéticas.

De modo análogo, existem diferenças quanto às principais barreiras que impedem a entrada de novas empresas no setor de sementes. No segmento de híbridos, as principais barreiras à entrada estão relacionadas às atividades de pesquisa e de desenvolvimento (que têm altos custos e longo prazo de duração), às disponibilidades de material genético das áreas produtoras (para a adaptação das atividades de biotecnologia às condições regionais) e ao nível tecnológico dos produtores rurais (que determina a assimilação dos novos produtos desenvolvidos). Enquanto que no segmento de variedades, a principal barreira à entrada se baseia na existência de mecanismos efetivos de proteção à propriedade intelectual, já que, ao contrário do segmento de híbridos, esse segmento não possui um

mecanismo natural¹². No caso do Brasil, a criação da Nova Lei de Propriedade Industrial em 1996 motivou a entrada de novos concorrentes, pois garante o retorno dos esforços das atividades de melhoramento genético em sementes.

Além dessas barreiras à entrada definidas de acordo com o segmento, há as que afetam o setor de sementes como um todo. São elas: vantagens em termos de custo absoluto (através do controle de técnicas de produção, via patentes ou segredo; imperfeições de mercado que determinam maiores preços de compra dos fatores de produção para os novos entrantes; limitações no atendimento da demanda total das empresas entrantes por fatores; condições de mercado, como taxas de juros mais altas para as entrantes), vantagens de diferenciação de produto (as preferências dos consumidores quanto a marcas e à imagem das empresas; controle dos melhores pontos de distribuição pelas empresas já estabelecidas) e vantagens de economias de escala (economias reais de produção e de distribuição em grande escala; economias pecuniárias de produção em larga escala, como o maior poder de barganha com a compra de grandes quantidades de fatores; economias reais ou pecuniárias de propaganda ou de promoção de vendas em grande escala).

No tocante ao segmento de híbridos, as empresas multinacionais agroquímicas atuantes no processo de aquisição de empresas nacionais são a Monsanto, a Du Pont e a Dow Chemical. SANTINI & PAULILLO (2001) expõem as estratégias de aquisição desenvolvidas pela empresa norte-americana Monsanto: adquiriu, em 1997, a Agrocerec (que era a empresa mais antiga e líder no mercado nacional), a divisão latino-americana de sementes da Cargill (a vice-líder no mercado nacional de sementes de milho) e, em 1999, a empresa de capital nacional Braskalb (que era a representante exclusiva no país da tecnologia da Dekalb norte americana).

A empresa Du Pont adquiriu a Pioneer Hi-Bred International, que era a maior produtora mundial de sementes. E a Dow Chemical comprou, em 1998, a paulista Dinamilho da Carol (Cooperativa dos Agricultores da Região de Orlândia), a Híbridos Colorado, a Sementes Hatã (Dourados, MS), a FT Biogenética (Ponta Grossa, PR) e a Mycogen. Além dessas multinacionais, salienta-se que a empresa Novartis já atuava no setor de sementes, o que justifica a sua não participação no processo de fusão e aquisição.

¹² Vale destacar que as principais barreiras relacionadas ao segmento de híbridos também estão presentes no segmento de variedades, embora não classificadas como as principais.

No segmento de variedades, observaram-se as seguintes aquisições: em 1996, a empresa francesa Dreyfus comprou a Anderson Clayton, que pertencia à Gessy Lever; a Cargill e o grupo Bunge adquiriram empresas de médio porte e, em 1997, a Ceval; a empresa norte-americana Archer Daniels Midland Co (ADM) comprou a unidade de soja da Sadia, as unidades de produção de soja da Granja Rezende (Uberlândia, MG), arrendou a unidade de esmagamento de soja da J.B. Duarte em Santo André (SP); a Monsanto, em 1996, incorporou a empresa que realizava pesquisas na área de soja FT Sementes (Ponta Grossa, PR), o que resultou na Monsoy. Em 1999, a Monsanto em associação com a Delta & Pine Land Company (a maior produtora mundial de sementes de algodão) e o Grupo Maeda (líder na produção e na comercialização de fibras no Brasil) entraram no mercado de sementes de algodão, formando a Maeda DeltaPine Monsanto Algodão Ltda (MDM).

Portanto, é possível identificar uma redução drástica no número de produtores nacionais diante de tal processo empreendido por agroquímicas. Para tanto, é possível identificar um processo de desnacionalização e de concentração no setor de sementes. Em 1997, 50% das empresas eram nacionais, em que destacavam a Agroceres, a UNIMILHO (União de Produtores de Sementes de Milho de Pesquisa Nacional), a Braskalb e a Dinamilho. Enquanto que em 1999, a Monsanto detinha 70% do mercado, seguida pela Dupont/Pionner, Novartis e Dow/Mycogen/Dina, sendo que a UNIMILHO era a única representante nacional de maior importância, controlando 12% do mercado.

É importante destacar que antes do processo de aquisição e de fusão, a estrutura de mercado era formada por cooperativas de produtores rurais, empresas sementeiras de grande porte e empresas de atuação local e regional. Em detrimento a essa configuração, se verifica hoje uma estrutura oligopolística formada por:

- **Grandes empresas inovadoras:** controlam as estruturas de comercialização e distribuição dos mercados; e
- **Empresas menores (de atuação local ou regional):** atuam em nichos considerados pouco atraentes para as maiores.

Salienta-se que a maioria das empresas nacionais estão reunidas na UNIMILHO, que produz sementes de híbridos e de variedades desenvolvidas geralmente pela Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas - MG (SANTINI & PAULILLO, 2001: 2). No entanto, percebem-se fragilidades financeiras nessas empresas nacionais, devido à diminuição do volume de crédito agrícola disponibilizado pelo governo.

Se forem criadas condições apropriadas, como a maior disponibilização de crédito agrícola e de outros instrumentos de fomento mais eficazes, serão viabilizados o surgimento e o desenvolvimento de novas empresas nacionais no setor nacional de sementes, em especial as empresas de base tecnológica. Essa oportunidade está baseada na existência de aspectos regionais no desenvolvimento de novas sementes, isto é, as sementes devem estar adaptadas às influências das condições regionais. Diante desse fato, enquadram-se as iniciativas das empresas multinacionais agroquímicas em unir suas atividades de manipulação de genes aos bancos genéticos existentes em determinada região do Brasil (as características regionais). No entanto, abrem-se oportunidades para o surgimento de EBTs diante de tais iniciativas internacionais, porque elas terão, a priori, condições para competir com as empresas já estabelecidas no mercado nacional. As condições se assentam em seus próprios aspectos definicionais, os quais implicam em um grande esforço tecnológico (em especial a área de biotecnologia) e em uma certa taxa de lançamento de novos produtos acima do convencional.

3.3. A indústria de defensivos químicos

A indústria de defensivos é integrante da indústria química fina e, assim, produz “moléculas complexas do ponto de vista de sua estrutura química, dotadas de alguma atividade praguicida, fungicida, herbicida ou reguladora do crescimento” (SILVEIRA, 1993:1). As principais empresas da indústria química fina também são as principais da indústria de defensivos (há casos de especialização em defensivos, mas são exceções). Além disso, ela lida com uma estreita margem de tolerância, determinada pela alta periculosidade de seus processos e pela toxicidade de suas moléculas resultantes.

Por outro lado, é uma indústria cujo mercado é a agricultura, o que implica na importância da interação produtor-usuário na esfera local, através do esforço de vendas e das redes de assistência técnica. Salienta-se que o desenvolvimento da indústria de defensivos está atrelado ao da produção agrícola e os principais elementos na determinação da sua demanda são a definição da cultura, a área plantada, as características bioclimáticas, a eficácia esperada e o custo de aquisição.

O mercado de atuação de tal indústria é segmentado em herbicidas, inseticidas, fungicidas e reguladores, os quais podem ser novamente divididos conforme as culturas agrícolas.

SILVEIRA (1993:1) realiza uma classificação das empresas atuantes na indústria de defensivos de acordo com o padrão tecnológico:

- **Empresa Formuladora:** atuam somente nas etapas de mistura e de embalagem da cadeia de produção de defensivos, adquirindo de terceiros os insumos necessários;
- **Empresa Produtora de Ingredientes Ativos:** geralmente têm acesso às tecnologias de processo por meio de cópia, de licenciamento ou de contratos de transferência de tecnologia;
- **Firmas Geradoras de Moléculas:** possuem intensivos esforços de P&D de novos princípios ativos, gerando inovações de produto.

Em convergência à classificação tecnológica efetuada por SILVEIRA (1993), uma classificação de produto no âmbito da existência de mecanismos de proteção à propriedade intelectual é mostrada a seguir (revela os dois grupos presentes no setor de defensivos):

- **Produtos Sob Patente:** são protegidos por períodos de exclusividade, que no Brasil são de 20 anos. Outras firmas podem produzir tais produtos somente nos casos de concessão por parte do inventor e de uma correspondente compensação financeira. Durante tais períodos de proteção, o preço tende a permanecer estável, o que permite ao inventor ter altas margens de lucro para compensar o investimento realizado. Cabe destacar o subgrupo denominado de “Produto Especialidade”, abrangido por produtos já sem patente, mas ofertados por um único produtor e que também possuem estabilidade de preços ao longo dos anos.
- **Produtos Genéricos ou em Domínio Público:** são aqueles com patente vencida ou não requerida e, assim, são ofertados por vários produtores. Muitas vezes, o produto permanece sendo também produzido e comercializado pela empresa inovadora. Eles usufruem de um mercado aberto pela companhia inventora, o que evita uma série de investimentos mas, encontram uma situação de desgaste e sofrem uma exacerbada competição devido ao fato de que obsolescência do produto pode estar próximo.

Pelo fato de que o setor se encontra em uma fase de maturação tecnológica, isto é, o ritmo inovativo é menor do que em outros períodos, é significativa participação de empresas produtoras de defensivos genéricos, participação estimada em mais de 70% referente ao volume negociado no mundo. A entrada de novos produtores no grupo de genéricos é motivada através da concorrência crescente nas esferas dos diferentes ingredientes ativos (entrada crescente de novos fabricantes), do conhecimento pleno (gerado durante o período de exclusividade) sobre a eficácia, as limitações e os efeitos toxicológicos e ambientais do produto. O mecanismo de concorrência predominante nesse

grupo é o preço, já que sua eficácia pode ser menor em relação aos defensivos sob patente enquanto que a economia nos custos agrícolas é maior. Vale mencionar a pressão exercida pelos defensivos genéricos sobre os preços dos produtos: pressão decrescente sobre os preços dos produtos genéricos similares e também sobre os dos produtos de oferta exclusiva (sob patente e especialidades). Esta última influência decorre da visão comparativa do agricultor a respeito dos ganhos obtidos pelos dois tipos de produtos (genéricos e exclusivos), isto é, há um grau de substituição entre esses produtos. Dessa maneira, é inferida a influência do preço como uma variável de concorrência também no grupo de produtos sob patente, ou seja, atingindo a indústria como um todo.

O setor é caracterizado como um oligopólio, já que, apesar de existir um expressivo número de produtores, um pequeno número destes detém uma parcela relativamente grande da produção e das vendas da indústria: verifica-se que as 5 maiores detêm 43,8% das vendas, as 8 maiores participam com 64,5% e as 10, com 76,8% . As fusões que estão ocorrendo entre as empresas do setor deverão provocar um maior grau de concentração de mercado. A concentração também pode ser aferida em termos de ingredientes ativos: dos 396 ingredientes ativos existentes no mercado, 290 têm 1 só ofertante (73% do total dos ingredientes ativos), 51 têm 2 ofertantes (12%) e somente 55 ativos com 3 ou mais ofertantes (14%). Dessa maneira, explicita-se que as empresas produtoras de genéricos lidam somente com cerca de 55 princípios ativos.

Observa-se também que os defensivos genéricos, que antes eram representados somente pelas empresas nacionais e de outras estrangeiras dedicadas a genéricos, estão sendo produzidos e comercializados pelas grandes companhias. Portanto, há uma tendência de que as grandes empresas multinacionais, detentoras dos produtos sob patente, possuam o controle também no mercado de produtos genéricos, ou seja, uma tendência de maior concentração de mercado. Isso ocorre através de processos de aquisição de empresas de capital nacional por grandes multinacionais.

As principais empresas atuantes no setor são: Basf, Bayer, FMC, Du Pont, Monsanto, Aventis, Milenia, Zeneca, Novartis, Dow Chemical, Fersol, Hokko, Microquímica, Agripec, Agricur, Oxiquímica. Dessa maneira, pode-se constatar que a configuração das empresas atuantes no Brasil é muito semelhante à de nível mundial.

Os elementos fundamentais que definem as barreiras à entrada e o sucesso competitivo são:

- ❑ *Capacidade de produção*: poucos são aptos a produzir em virtude da alta periculosidade dos processos envolvidos e da toxicidade das moléculas produzidas, já mencionado;
- ❑ *Capacidade de inovação*: sustentação de esforços endógenos e continuados de pesquisa e de desenvolvimento de novas moléculas. Inclui grande densidade de capital;
- ❑ *Requisitos de produto*: determinados pelo produtor rural, pela legislação ambiental e pela sociedade a respeito do grau de generalização de seu uso, da sua eficácia, do nível de toxicidade, dos efeitos ambientais, do custo final do produto (que é fortemente influenciado pelo custo de produção e este, por sua vez, pelo número de fases no processo de síntese);
- ❑ *Dificuldades de acesso a produtos novos*: estabelecidas por meio de patentes ou outras formas de propriedade intelectual;
- ❑ *Tempo requerido para o lançamento de um novo produto é elevado*: envolve cerca de 5 anos (2 anos dedicados ao levantamento de dados e de informações para solicitação de registro e 2 a 3 anos para avaliação dos órgãos reguladores);
- ❑ *Altos custos envolvidos no lançamento de um novo produto*: verificam-se excessivas exigências provenientes dos órgãos federais participantes no processo de registro sanitário.

Vale destacar que a barreira relacionada à capacidade de inovação não ocorre no caso dos produtos genéricos, pois uma vez encontrada a trajetória tecnológica não é preciso inovar para gerar o mesmo tipo de produto. A partir disso, explicita-se que são reduzidas as barreiras à entrada no grupo de defensivos genéricos, ao contrário dos produtos com exclusividade, já que a capacidade de inovação é essencial à permanência neste grupo.

As estratégias empresariais para as empresas líderes (as multinacionais) são distintas das seguidas pelas empresas menores (as nacionais). No primeiro caso, a liderança é exercida principalmente pelas empresas inovadoras e, em menores ocorrências, por grandes corporações diversificadas. As estratégias enquadradas no primeiro caso são divididas em globais e as relativas ao grau de especialização por segmento de mercado (herbicidas, inseticidas, fungicidas e reguladores). As condutas relativas ao grau de especialização dependem da posição diante do risco e do sucesso inovador: a atuação em vários segmentos de mercado é preferível se há uma grande aversão ao risco, enquanto que a atuação restrita ocorre quando a inovação tem uma ampla utilização. Ao passo que as estratégias globais compreendem as seguintes (SILVEIRA, 1993: 39):

- Estratégias Defensivas ou de Reestruturação: são as predominantes na indústria brasileira. Há a atuação em diferentes segmentos de mercado através de processos de aquisição de firmas com ativos complementares (moléculas que reforcem pontos fracos da empresa), de licenciamento e uso de moléculas de terceiros. São estratégias mais seguras, mas que geram menor lucratividade;
- Estratégias Ofensivas / de Reforço: desenvolvimento e/ou comercialização de moléculas novas, altamente seletivas e direcionadas a segmentos sofisticados da agricultura. São estratégias custosas, de alto risco e de lucratividade elevada;
- Estratégias Ofensiva / de Ruptura: relacionadas ao desenvolvimento de produtos biotecnológicos, reguladores do crescimento e juvenóides. Não são estratégias necessariamente muito custosas, mas de elevado risco. Os ganhos dependem de mecanismos de proteção à propriedade intelectual, além da substituição sobre os produtos convencionais.

Já no caso das empresas nacionais, que são normalmente de menor porte, as estratégias abrangem a realização de inovações incrementais na etapa de formulação, a partir da exploração da distribuição regionalizada do produto, isto é, a partir da criação de conhecimentos junto aos usuários de defensivos; e a capacitação tecnológica a partir da cópia de produtos consagrados, sejam eles defensivos protegidos com patentes ou defensivos genéricos.

A capacidade ociosa da indústria elevada e é de aproximadamente 62% (SILVEIRA, 1993: 66). Tal valor decorreu da política de internalização da indústria promovida na década de 1970 pelo governo com base na combinação de uma política tarifária e de restrição às importações. Infere-se, a partir da alta capacidade ociosa, que parte do parque industrial é defasado tecnologicamente.

Existem ameaças à competitividade das empresas do setor. No que tange as empresas líderes, cita-se a capacidade de desenvolver moléculas com uma relação custo-eficácia de grande atratividade na avaliação dos agricultores. Já especificamente às empresas de menor porte, tem-se o estabelecimento de redes eficientes de distribuição e de contratos de importação de princípios ativos com empresas líderes não instaladas no Brasil (SILVEIRA, 1993: 71).

Por outro lado, identificam-se oportunidades criadas pela grande diversificação da agricultura brasileira. Elas são traduzidas na necessidade do desenvolvimento de defensivos que permitam a diminuição da dependência em relação à natureza no caso da

produção de bens agrícolas. Aí se incluem as possibilidades de surgimento de EBTs que atuem no grupo dos produtos com patente e que, a partir de um significativo esforço tecnológico, introduzam novos tipos de defensivos no mercado a uma taxa de lançamento considerável. Assim, ao invés de atuarem somente nas etapas de formulação e embalagem, atuariam no desenvolvimento de novas moléculas. Outra oportunidade ao surgimento de EBTs é aberta pelo desenvolvimento da moderna biotecnologia, pela possibilidade de criação de controladores biológicos de pragas.

3.4. A indústria de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas

A indústria de máquinas e equipamentos agrícolas pode ser dividida em três grandes segmentos, os quais possuem diferentes estruturas de mercado e condições de produção, a saber (GERÊNCIA SETORIAL 4, 1995: 1):

- Segmento formado por tratores de roda: que são as fontes de potência para os implementos agrícolas. Acrescentam-se os cultivadores motorizados, pequenas máquinas de baixa potência com capacidade para acoplar vários implementos agrícolas;
- Segmento formado pelas colheitadeiras;
- Segmento formado pelos implementos de tração mecânica: são acoplados aos tratores e cultivadores motorizados em diversas etapas da produção agrícola.

No segmento de tratores de roda e de colheitadeiras, observa-se a presença de empresas de grande porte, enquanto que no de implementos de tração mecânica, inúmeras empresas de pequeno porte.

De uma forma geral, a indústria de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas é caracterizada como uma estrutura de mercado oligopolizada. Cabe ressaltar que no caso do segmento de equipamentos e implementos, em que se verifica um número muito grande de produtores, existe também uma elevada concentração de mercado. De acordo com PINAZZA e ALIMANDRO (1999:194), no começo da década de 1980, tal número correspondia a cerca de 86 fábricas, sendo 17 destas controlando 80 % da oferta nacional.

VEGRO e FERREIRA (2001: 2) expõem que, entre janeiro e fevereiro de 2002, a liderança do mercado interno de tratores de roda foi assumida pela empresa montadora AGCO do Brasil (com a venda de 1.114 unidades), seguida pela Valtra do Brasil Ltda (842 unidades) e a New Holland / CHN Latino Americana (824 unidades). Sendo assim, essas três empresas concentram cerca de 83 % do mercado total de tratores de roda. A tabela 2, a

seguir, mostra valores de produção, de vendas e de exportação para as principais empresas atuantes no mercado relativos ao ano de 2.001:

Tabela 2: Dados de produção, vendas internas e exportações (em unidades) por empresa no ano de 2.001

Empresa	Produção	Vendas internas	Exportações
AGCO do Brasil	15.113	10.540	4.277
New Holland / CHN Latino Americana	10.353	9.020	1.019
Valtra do Brasil *	7.330	6.549	742
John Deere Brasil	5.707	4.512	944
Yanmar Indaiatuba	1.592	1.481	77
Agrale *	789	771	23
Case IH	31	227	8

Elaboração própria a partir dos dados do Anuário Estatístico realizado pela Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores);

* a empresa produz e/ou comercializa somente a tratores de roda.

Outros fabricantes que atuam no mercado interno são Ursus (empresa polonesa) Marchezan, Baldan, Jato, Casale, Kaise, JF Máquinas Agrícolas, dentre outras.

Além disso, é possível observar que a demanda por máquinas, equipamentos e implementos agrícolas é mais concentrada nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Isso decorre do cultivo de grãos e de cana-de-açúcar nessas regiões. O estado de São Paulo lidera as compras com 8.771 unidades solicitadas no ano de 2.001. A tabela 3 seguinte mostra a distribuição da demanda e a conseqüente concentração mencionada:

Tabela 3: Dados de vendas internas por região

Regiões do Brasil	Vendas internas (em unidades)
Norte	1.222
Nordeste	2.396
Sudeste	12.809
Sul	13.001
Centro-Oeste	6.089

Elaboração própria a partir de dados do Anuário Estatístico realizado pela Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores);

Destaca-se que os principais fatores de concorrência abrangem o preço, a qualidade e a rede de distribuição (GERÊNCIA SETORIAL 4, 1995: 2). Em uma visão mais detalhada, PINAZZA & ALIMANDRO (1999: 194) apontam como tais fatores a vida útil, o custo de manutenção, a adequação o tipo de solo, a robustez e o peso das máquinas, dos equipamentos e dos implementos agrícolas.

Infere-se que as barreiras à entrada de novas empresas no setor envolvem o desempenho da agricultura e a disponibilidade de crédito agrícola para que os produtores rurais tenham condições de adquirir os produtos gerados pelo setor; as dificuldades em se constituir redes de distribuição para as os produtos das novas empresas, já que é de significativa importância a relação entre fabricante e produtor rural; elevados investimentos necessários à constituição de fábricas.

É possível identificar uma tendência de diminuição da quantidade de máquinas produzidas e, simultaneamente, de aumento da potência e do valor adicionado a cada unidade. Isso se dá através do aumento do tamanho médio das propriedades rurais e, conseqüentemente, da diminuição do número delas.

Como tendências para o desenvolvimento de novas tecnologias no setor, têm-se a utilização de máquinas mais leves e menos compactadoras do solo, evitando a sua erosão; a redução da poluição gerada, a economia de combustível e o aumento do conforto e da segurança do trabalhador; e o uso de máquinas informatizadas com o objetivo de aumentar a produtividade.

O desejo de melhoria da produtividade se insere no fato de que está esgotado o paradigma da produção extensiva no campo e, assim, busca-se uma intensificação da produção através, dentre outros fatores, da introdução de máquinas, equipamentos e

implementos mais informatizados e mais adaptados às emergentes trajetórias tecnológicas, como a da agricultura de precisão. Esta se constitui em um monitoramento localizado dos solos através de máquinas e equipamentos agrícolas dotados de computadores de bordo, *software* e monitoramento por satélites. Para tanto, existe apoio das tecnologias de comunicação e da informática que ocorre em três esferas de ação (PINAZZA & ALIMANDRO, 1999: 196):

- Coleta e análise dos dados: sensores são acoplados a plantadoras e a colheitadeiras e analisam características do solo;
- Envio e recepção dos dados coletados através, respectivamente, de satélite e de *Global Position System* (GPS) para que a área possa ser totalmente mapeada, isto é, determinadas todos os aspectos distintivos de cada porção de solo;
- Ajustamento da aplicação de insumos agrícolas a partir das informações contidas no mapa elaborado.

Nesse contexto delineado a respeito das tendências de intensificação da produção, é possível identificar oportunidades para o surgimento de novas empresas no setor, principalmente no que tange à introdução de recursos desenvolvidos pela micro-eletrônica e pela informática em máquinas e equipamentos agrícolas. O conceito da agricultura de precisão se enquadra nessas possibilidades, pois almeja, ao extremo, a minimização de custos e a maximização dos resultados.

Assim, observa-se uma grande possibilidade de existência de EBTs no setor de máquinas, equipamentos e implementos agrícolas relacionado a esforços de desenvolvimento da informática e da micro-eletrônica: área de softwares e de automação.

4. Estratégia e Dinâmica Tecnológicas de EBTs Selecionadas: Estudo de Casos

4.1. Estudo de Caso: Empresa 1

Esta empresa, localizada em Campinas, foi fundada em 1984 por dois engenheiros eletricitistas – modalidade eletrônica e telecomunicações – formados na UNICAMP e no ITA. Anteriormente à abertura do negócio, os fundadores não possuíam experiência em gestão empresarial, a qual foi adquirida ao longo do tempo e também através de cursos específicos. No momento presente, a empresa está sofrendo uma mudança em sua estrutura patrimonial, representada pelo aporte de capital e pela entrada de um novo sócio, com o objetivo de melhorar a sua competência comercial e gerencial. A composição do capital da empresa é totalmente privada nacional.

A Microdesign, que foi uma micro-empresa selecionada devido à sua participação no programa PIPE da FAPESP e também por já estar presente na base de dados “Mapeamento”, tem atuação em três áreas: área de instrumentação agrícola, de equipamentos de telecomunicações e de prestação de serviços. A atuação nas duas primeiras áreas ocorre através da criação, do desenvolvimento e da produção de instrumentos eletrônicos de controle e automação. A prestação de serviços abrange atividades de assistência técnica bem como atividades de consultoria em empresas. Foi revelada a dificuldade encontrada na área de telecomunicações em função da privatização das operadoras de telecomunicações, que passaram a dominar este mercado. Assim, as aplicações na agricultura, o foco desta pesquisa, tendem a ser o “carro-chefe” da empresa, conforme informações dadas pelo entrevistado. Os principais produtos destinados à irrigação na agricultura são:

- ❑ Controlador de Filtro-lavagem: equipamento que automatiza o processo de retro-lavagens em filtros para a irrigação localizada, seja através do tempo ou da pressão diferencial. Para tanto, há uma interface para programação do período, do tempo de operação e do intervalo de tempo entre saídas.
- ❑ Controlador para Estufas: instrumento que controla o ambiente de estufas através da temperatura ou da umidade relativa.
- ❑ Controladores para Pivô Central: equipamento que controla a casa de bomba do pivô central.
- ❑ Percentímetro Digital para Pivô Central: equipamento que controla a velocidade de giro do pivô central e, portanto, a quantidade correta de água a ser aplicada na cultura.
- ❑ Relê de Segurança para Pivô Central: é um equipamento para Pivôs Centrais capaz de impedir a irrigação caso ocorra alguma falha relativa a atolamento ou problemas no painel elétrico.

Além desses produtos, existem outros não relacionados diretamente com a atividade de irrigação agrícola. Dentre eles, destaca-se o “Equipamento para Previsão de Doenças Fúngicas em Vegetais (EPF-100)”, que ainda não foi lançado no mercado. O projeto para o desenvolvimento deste equipamento recebeu verbas da FAPESP em seu programa PIPE (Processo nº: 97/07351-9). Em sua primeira fase, foram disponibilizados R\$ 3.900,00, enquanto que, em sua segunda fase, R\$ 109.797,00 e US\$ 10.439,15. Tal projeto foi desenvolvido em parceria com um professor da ESALQ (Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz) da Universidade de São Paulo. Este instrumento eletrônico proporciona o monitoramento e o processamento de dados meteorológicos para avaliar e prever níveis de

risco de doenças fúngicas em vegetais. Dessa maneira, é possível diminuir o número e a carga de aplicações de agrotóxicos, realizando somente o necessário. O equipamento é constituído por quatro tipos de sensores – molhamento foliar, umidade relativa, temperatura do ar e precipitação pluviométrica – cujos sinais são enviados e processados em um sistema de aquisição. A partir do processamento automático do *firmware* (software embutido no sistema de aquisição e baseado em algoritmos que representam as doenças das plantas), os resultados dos níveis de riscos e as possibilidades de infecção por fungos são disponibilizados pelo instrumento.

Outro produto ainda não lançado no mercado é o “Sistema de resfriamento de ambientes fechados por micro-aspersão”, que pode ser utilizado em diversos locais, como câmaras frias, restaurantes, salões, fábricas, galpões fechados e estufas, e que pode ter grande êxito devido à economia de energia elétrica e de água (evita perda de água por lavagem do telhado).

Portanto, esta empresa, cujo faturamento anual relativo ao período compreendido pelos meses de agosto/2001 a julho/2002 foi de R\$ 153.550,00, desenvolve instrumentos eletrônicos dentro do enfoque de agricultura de precisão. As atividades de produção são terceirizadas, ficando a empresa responsável pela prospecção, pelo desenvolvimento e pela implementação da tecnologia. O mercado consumidor de seus produtos é nacional, com predomínio do estado de São Paulo. Seus fornecedores estão localizados na Ásia (a importação ocorre via EUA) no caso de circuitos integrados e componentes eletrônicos discretos, e no caso de produtos miscelâneos (conectores, parafusos, soquetes), cerca de 60% deles são da região de Campinas.

A empresa tem como estratégia de comercialização para seus produtos destinados à agricultura a revenda para outros agentes com contato direto com o produtor rural. Estes agentes adquirem também máquinas, equipamentos e implementos agrícolas, o que revela a associação aleatória entre estes e os instrumentos eletrônicos da empresa. Uma dificuldade encontrada pela empresa se deve à realização de “venda casada” pela concorrência, isto é, os produtos concorrentes freqüentemente são comercializados em pacotes conjuntos com que acoplam a instrumentação de controle aos equipamentos e implementos agrícolas, cuja estrutura de mercado é oligopolizada.

O entrevistado revelou a vital importância do relacionamento com o cliente final (os produtores rurais). Em primeiro lugar, esta importância decorre da necessidade da assistência desde antes do início da venda, promovendo informações e treinamentos aos produtores rurais para o uso adequado de seus instrumentos. Infere-se que a proximidade

com o cliente é fundamental e que este fator corresponde a uma oportunidade visualizada pelos fundadores da empresa¹³. Uma forma de solucionar a incapacidade de contato direto entre fabricante e produtor rural é a realização de treinamentos aos elementos do setor de revenda. Em segundo lugar, o contato com os produtores rurais através da visita a campo possibilita o surgimento de idéias por parte do inventor. As inovações não são solicitadas pelos clientes, mas o contato com eles somente oferece a visualização pelo inventor das oportunidades de novos produtos com aplicação nas atividades agrícolas. Pode-se dizer, portanto, que o modelo de inovação tecnológica seguido por esta empresa está relacionado a uma inovação “empurrada”.

Deve-se salientar que esta empresa não realiza somente inovação tecnológica propriamente dita, mas também imitação tecnológica. Tal fato foi inferido através das declarações do entrevistado a respeito da grande utilização da internet como fonte de informação. Outras importantes fontes externas de informação abrangem os fornecedores (relativas a processo e ocorrem através de treinamentos oferecidos), clientes/consumidores (relacionadas a produto), universidades e institutos de pesquisa (informações sobre tecnologia de produto através da ESALQ e do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas), eventos e publicações técnico-científicas (tecnologia de produto e de processo) e produtores de equipamentos mecânicos, como pivôs (tecnologia de produto).

Por fim, evidencia-se que as atividades de desenvolvimento tecnológico são realizadas internamente em sua totalidade (apesar de haver um relacionamento informal com um pesquisador da ESALQ em apenas um projeto), mas não existe um departamento estruturado de P&D. Tal conduta da empresa no que tange ao desenvolvimento tecnológico envolve a sua estratégia tecnológica seguida: autonomia no desenvolvimento, mas há a busca de informações em outros atores, como mencionados acima.

4.2. Estudo de Caso: Empresa 2

A empresa 2, localizada em São Carlos, foi fundada em agosto de 2000 por um engenheiro elétrico e por um engenheiro mecânico - os entrevistados – com capital nacional e privado. Seu faturamento no ano de 2002 foi cerca de R\$ 60.000,00. Possui 7 empregados, sendo 6 atuantes na produção.

A empresa atua em quatro linhas de produto através de consultorias¹⁴, a saber:

¹³ Inferem-se ainda outras oportunidades de abertura do negócio: o surgimento do paradigma tecnológico da micro-eletrônica e da trajetória tecnológica agrícola relacionada à agricultura de precisão.

¹⁴ Como as atividades desta empresa envolvem serviços de consultoria, a empresa apenas desenvolve o novo produto, não realizando a sua produção. No entanto, foi observado o interesse dos entrevistados em atuar também na produção, em pequena escala, dos novos produtos criados.

- Desenvolvimento de software em bancos de dados: que corresponde a aproximadamente 40% das vendas totais da empresa;
- Desenvolvimento de software para monitoramento de dados: linha de produto de interesse desta pesquisa e que reflete cerca de 7% das vendas;
- Controle de redes de computador: 13% das vendas; e
- Software de controle de mensagens informativas: 40% das vendas.

A segunda linha de produtos tem aplicação nas atividades agropecuárias, apesar de também ser utilizada em outros setores. O produto ainda não foi lançado no mercado, está em fase de desenvolvimento e seu nome é SIMAD (Sistema de Monitoramento e Aquisição de dados). Este produto monitora dados como temperatura e umidade em ambientes controlados, tais como estufas, secadores e silos. Ele permite a combinação de outros instrumentos que realizariam o controle desses dados, como por exemplo o acionamento da aspersão de água quando a temperatura do ambiente for elevada. Esta tecnologia foi desenvolvida a partir da solicitação de um professor da Unesp – Jaboticabal. Tal produto constitui uma “aposta” em termos de estratégia para a empresa. As vantagens que esta empresa possui em relação aos seus concorrentes desta linha de produto envolvem o menor preço oferecido ao mercado e a proximidade com os usuários, que permite a realização de serviços de assistência técnica. Cabe destacar que o principal concorrente é uma empresa norte-americana que possui apenas um representante no Brasil. Outros concorrentes são pequenas empresas nacionais

No que se referem aos fornecedores, os entrevistados expuseram que cerca de 20% dos insumos e dos componentes são importados dos EUA e a parte restante (80%) proveniente da cidade de São Paulo. Seus clientes abrangem COC/Ribeirão Preto, Objetivo/Araraquara, Tecnomotor, Tyco, Dow Chemical, ESALQ e Unesp/Jaboticabal.

Os entrevistados revelaram que a tecnologia da primeira linha de produto é nova, enquanto a das três últimas, difundida. Conforme a exposição dos entrevistados, a empresa está em vantagem em relação aos concorrentes em todas as quatro linhas de produto, seja em termos de qualidade superior ou preço inferior.

Os principais fatores que determinaram a localização da empresa em São Carlos envolvem, em ordem decrescente de importância, a presença de universidades e centros de pesquisa, a qualificação da mão-de-obra e o local de origem do empreendedor.

As fontes externas de informação e de conhecimento tecnológico abrangem publicações técnico-científicas e pesquisas na internet.

O desenvolvimento de novos produtos ocorre tanto de forma isolada como através de parceria. Uma parceria foi formada com a empresa Tecnomotor para o desenvolvimento de software de bancos de dados, sendo que a realização de atividades intelectuais é de responsabilidade da empresa entrevistada e os custos de tais atividades, da outra empresa. Outra parceria foi formada com a USP/São Carlos para o desenvolvimento de um projeto sobre injeção eletrônica em automóveis. Esse projeto foi enviado à FAPESP, em seu programa PIPE, para a captação de recursos (a solicitação ainda está em julgamento nesta agência de fomento à pesquisa).

Uma falha da empresa, revelada até mesmo pelos entrevistados, refere-se à ausência de atividades de marketing, principalmente propaganda. Assim, a empresa apresenta grandes dificuldades para tornar seus produtos conhecidos pelos usuários (dentre eles os produtores rurais). No entanto, a empresa tem a preocupação de sanar este último problema, através da contratação de um profissional adequado.

É importante salientar que, de acordo com o ponto de vista dos entrevistados, o produto desenvolvido para aplicações agropecuárias não resulta de peculiaridades do mercado nacional, podendo ser utilizado por outros países, mas havendo somente a necessidade de adaptar a linguagem de codificação do instrumento para o idioma específico.

Conclui-se que existem duas estratégias tecnológicas seguidas por esta empresa: uma relacionada ao desenvolvimento isolado da nova tecnologia solicitada pelo cliente e/ou usuário e outra baseada na cooperação com o cliente ou universidade (casos já descritos anteriormente) para o desenvolvimento da tecnologia também requisitada pelo usuário e/ou cliente.

4.3. Estudo de Caso: Empresa 3

Esta empresa está localizada em Sertãozinho e atua com inseminação artificial e com a produção e a comercialização de sêmen bovino. Foi fundada em 1971 por um grupo familiar que atuava na produção de cana-de-açúcar e na criação de gado na região de Sertãozinho. Posteriormente, esta empresa foi incorporada por um Banco e, finalmente, com a falência deste, por um grupo holandês. A motivação deste grupo, que comercializa cerca de 6 milhões de doses de sêmen por ano, para a aquisição da Lagoa envolveu a busca pela expansão do mercado consumidor de sêmen da raça holandesa. Em seu mercado de origem, a empresa se defrontava com dificuldades: por um lado, a determinação de cotas de produção de leite aos produtores rurais da Holanda (devido a problemas de descarte de

dejetos de animais) e, por outro, o programa de melhoramento genético do grupo holandês já atingia cerca de 95% do mercado holandês. A saída encontrada foi a atuação em outros mercados. A operação no mercado brasileiro, através da aquisição da empresa entrevistada, valeu-se da grande experiência que esta empresa já tinha na produção de sêmen e nas atividades de melhoramento genético animal. Vale destacar a oportunidade de expansão visualizada pelo grupo através do mercado brasileiro: este possuía potencial de crescimento de aproximadamente 10% a.a..

Apesar de a totalidade de seu capital investido ser de origem privada holandesa e de seu presidente ser indicado pelo grupo holandês para a atuação no Brasil por determinado período, a empresa possui certa autonomia em relação à matriz. A empresa tem seu próprio Plano Estratégico de Marketing e assessoria da Universidade de São Paulo (unidade de Ribeirão Preto: grupo PENSA/FEA).

A empresa é responsável por 20% da produção total do grupo holandês. No entanto, esta expressiva representatividade da empresa diante de seu grupo é sub-avaliada ao se verificar a porcentagem de vendas, já que o preço de venda praticado pela empresa é muito inferior do que o da matriz. O faturamento do ano de 2002 da filial foi de R\$ 20 milhões, distribuindo a todo o território nacional. A empresa comercializa dois produtos fabricados por terceiros - botijão (proveniente dos EUA) e sêmen importado (Holanda) - os quais representam 30% do faturamento. Outros insumos adquiridos e não comercializados abrangem bainha, que é importado da França, e nitrogênio, proveniente da própria região de Sertãozinho. Os fatores para a aquisição deste insumo na própria região são o preço, a qualidade e a proximidade (portanto, rapidez na entrega e menores custos de transporte).

Os principais concorrentes da empresa são empresas estrangeiras com estrutura própria de vendas e atendimento a clientes no Brasil. Entretanto, o entrevistado revelou a liderança da empresa no mercado brasileiro, com um *market-share* de 27%. Ele ainda expôs a posição de vantagem da empresa em relação aos concorrentes no que tange à qualidade de produto e de processo, visualizados através da qualidade genética, sanitária e de fertilidade. Isso é comprovado por meio da certificação da empresa nas normas ISO 9001 e da obtenção de selos referentes à qualidade do sêmen produzido.

Os principais fatores que definiram a localização da empresa envolveram o isolamento sanitário proporcionado pela produção de cana nas proximidades, a acessibilidade a redes de transporte e o local de origem do empreendedor. A empresa tem cerca de 140 funcionários contratados, mas também funcionários terceirizados, tais como representantes comerciais e técnicos credenciados. A empresa propicia a seus funcionários

várias oportunidades de treinamento, como programas relacionados à qualidade, treinamentos internos, cursos de pós-graduação (mestrado e especialização), congressos científicos e cursos de inglês no exterior.

A principal mudança tecnológica verificada no período 1998-2002 ocorreu na embalagem do sêmen, propiciando aumento da produtividade na área industrial. Esta mudança representou novidade para o mercado nacional e foi gerada na Europa, onde é uma tecnologia de domínio público. Os resultados mais expressivos desta mudança foram o enquadramento em normas e regulações do Brasil, a redução de custos e, conseqüentemente, o aumento da competitividade da empresa.

Cabe destacar que as oportunidades de negócio aproveitadas pela empresa abrangeram o surgimento da Biotecnologia Moderna e existência das especificidades da pecuária nacional. No que tange a estas especificidades, insere-se a necessidade, identificada pelo entrevistado, de desenvolvimento de raças bovinas adaptadas ao clima tropical. Para tanto, foram utilizadas as técnicas da biotecnologia moderna, que viabilizaram a utilização do banco genético holandês e, portanto, a adaptação da raça holandesa ao clima tropical. Além disso, o entrevistado caracterizou a tecnologia da empresa como sendo nova e em mudança constante, que são elementos típicos da biotecnologia.

Por fim, evidencia-se que não há parcerias no Brasil para a realização de atividades tecnológicas internas da empresa, mas existem a interferência e a participação da matriz do grupo holandês. A empresa possui atividades internas de desenvolvimento tecnológico, mas não possui um departamento estruturado para tanto. Essas atividades referem-se ao rastreamento e à seleção dos melhores animais em termos características para a produção de sêmen e o teste de progeniência, que são atividades realizadas continuamente. Inferiu-se, através da exposição do entrevistado, que as atividades de desenvolvimento tecnológico são informais. No entanto, as atividades tecnológicas são auxiliadas por diferentes fontes externas de informação e de conhecimento tecnológico, a saber: clientes, fornecedores, concorrentes, publicações técnico-científicas e, de grande importância, o Conselho Consultivo formado por grandes produtores de carne e leite. Conclui-se que a estratégia tecnológica seguida pela empresa se refere a um desenvolvimento, em certa medida, autônomo e “puxado”, pois, além da interferência do grupo holandês, não há parcerias com outros atores e o estímulo para o desenvolvimento tecnológico ocorre através do contato com os clientes.

4.4. Estudo de Caso: Empresa 4

Esta empresa está instalada na Incubadora de Empresas da Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos (ParqTec), de forma a utilizar sua infra-estrutura de laboratório de informática, salas para reuniões, biblioteca e oficina mecânica, o que possibilita a concentração de seus esforços no desenvolvimento de tecnologias e sua produção. É uma empresa de capital privado nacional, sendo participante do programa PIPE da FAPESP (o qual cedeu à empresa R\$ 165.000). Foi fundada em agosto de 1999 por dois engenheiros eletrônicos e está voltada ao desenvolvimento e à produção, em pequena escala, de software e de instrumentação que possibilitem o gerenciamento agrícola e a agricultura de precisão. Dessa maneira, tais produtos propiciam a aplicação adequada de água ou de agrotóxicos nas culturas agrícolas, reduzindo os danos ambientais.

Seu faturamento em 2002 foi cerca de R\$ 150.000,00, sendo 50% deste montante provenientes de produtos resultantes de inovações incrementais, 20% de produtos de inovações significativas e 30% da prestação de serviços de assistência técnica aos produtores rurais. Possui 14 empregados, dos quais 13 deles atuam na produção. A empresa terceiriza parte de seu processo produtivo no que se refere à confecção da estrutura ou invólucro dos instrumentos.

Os principais insumos ou componentes para a produção são fabricados na Ásia, havendo intermediação pela cidade de São Paulo. Os principais clientes são Herbicat, localizada em Catanduva, e a Metal Lavras, ambas revendedoras de sistemas de irrigação para a agricultura. As empresas concorrentes são empresas estrangeiras com estrutura própria de vendas e atendimento a clientes no Brasil.

O entrevistado revelou que os fatores que definiram a localização da empresa foram a presença da Embrapa (Centro de Instrumentação Agropecuária) em São Carlos, a qualificação da mão-de-obra, o seu baixo custo e sua oferta abundante.

Existem três linhas de produto para a agricultura:

- ❑ **Produto MLC 2000:** Controlador de Irrigação por Aspersão. A empresa possui 50% do mercado e este produto é responsável por cerca de 40% das vendas da Enalta;
- ❑ **Produto MLC 1000:** Controlador de Irrigação por Aspersão (semelhante ao produto acima, diferindo apenas no número de funções). Representa 50% do mercado e 30% das vendas da empresa;
- ❑ **Produto SGP 201:** Coletor de dados e software de gerenciamento da pulverização. A empresa detém todo o mercado nacional, já que não há concorrente (é uma novidade ao

mercado mundial), e este produto traz 30% das vendas. Possui apoio da FAPESP em seu programa PIPE.

A tecnologia dos dois primeiros produtos é classificada como estável e difundida e, assim, a inovação é incremental, enquanto que a tecnologia do último produto, instável ou em mudança constante e nova, o que gera uma inovação significativa. Os elementos para a competitividade no caso dos produtos MLC 2000 e MLC 1000 são preço e adaptação ao mercado nacional. Já no caso do produto SGP 201, é fundamental a assistência técnica. O entrevistado expôs que a empresa está em situação de vantagem em relação a todos esses elementos.

O fato de que o produto SGP 201 substituiu a produto CE 101 revela a substituição do paradigma das tecnologias metal-mecânicas para o da microeletrônica, porque o último produto está na fase de declínio de seu ciclo de vida. Portanto, a aposta da empresa é a comercialização do SGP 201, que foi desenvolvido em parceria com a Embrapa. A previsão de vendas para 2003 está em torno de 20 peças mensais em uma situação realista e de mais de 100 peças mensais em uma situação otimista.

O entrevistado citou que as oportunidades de negócio encontradas pelos fundadores da empresa abrangeram as especificidades nacionais relativas à jornada de trabalho, às unidades de medida e à linguagem. Assim, as existências de trabalho noturno e de unidades de medida padrão e de linguagem de codificação diferentes de outros países acarretaram a necessidade de desenvolvimento de tecnologias direcionadas ao mercado nacional. É importante mencionar que não houve a inclusão de especificidades relacionadas às condições climáticas e agrícolas no Brasil no caso da linha de produtos desta empresa. Apesar disso, como a empresa atualmente está voltada ao atendimento do mercado regional como forma de estratégia de atuação e como a região de São Carlos é predominantemente produtora de cana-de-açúcar, os produtos desenvolvidos pela empresa são utilizados nesta cultura agrícola. No entanto, não existem entraves à aplicação dos softwares e dos instrumentos em outras culturas.

Finalmente, verifica-se que a estratégia tecnológica da empresa envolve a formação de parcerias para o desenvolvimento tecnológico, tendo uma estrutura própria para essas atividades¹⁵. Tais atividades são a adaptação e o desenvolvimento e ocorrem de forma contínua e formal. Existe uma parceria com a Embrapa/Instrumentação Agrícola de São Carlos no desenvolvimento de novos produtos, sendo a divisão de tarefas entre os parceiros

¹⁵ A empresa 4 realiza atividades internas de desenvolvimento tecnológico, mas não possui um departamento estruturado para isso.

atrelada à disponibilidade de tempo e de recursos de cada um. A forma de proteção dos conhecimentos associados às novas tecnologias utilizada pela empresa é a patente – modelo de utilidade, como forma de permissão de uso da patente da Embrapa. São também utilizadas fontes externas de informação e de conhecimento tecnológico para a empresa, que são provenientes dos elos fornecedores de insumos ou componentes. Além disso, o desenvolvimento tecnológico é classificado como “puxado”, pois o processo de identificação de oportunidades é iniciado através da demanda dos produtores rurais, seja por meio de visitas a campo ou seja através da solicitação deles.

5. Conclusões

A primeira etapa do trabalho de graduação enfocou uma revisão bibliográfica referente ao desenvolvimento tecnológico na agricultura e à caracterização da oferta de insumos agrícolas no Brasil. Tal revisão possibilitou a criação de um referencial analítico que pôde ser usado na fase de pesquisa de campo. Além disso, proporcionou a geração de expectativas sobre a definição de setores nos quais as possibilidades de ocorrência de EBTs são maiores.

O passo seguinte foi a identificação de empresas que possuem *a priori* características próximas ao conceito de EBTs, através do cruzamento de diferentes bases de dados. Os resultados desse esforço de identificação abrangeram a confecção de uma listagem de 349 empresas produtoras de insumos agropecuários localizadas em São Paulo e, a partir daí, a seleção de dez empresas candidatas a serem EBTs.

Dessa maneira, essas duas fases da pesquisa (revisão bibliográfica e seleção de empresas a serem analisadas em pesquisa de campo) identificaram de forma semelhante os setores que possuem as maiores possibilidades de existência de EBTs, a saber: biotecnologia vegetal e animal, defensivos agrícolas, automação e software.

O objetivo final deste trabalho foi analisar e caracterizar as dinâmicas tecnológicas das empresas, no que tange à forma como estas atuam no desenvolvimento da tecnologia. Ou seja, devem-se identificar as estratégias tecnológicas seguidas pelas empresas: por um lado, a empresa pode desenvolver a tecnologia internamente (através de atividades internas de pesquisa e de desenvolvimento – P&D); por outro, a empresa pode participar de pesquisa cooperativa, seja esta realizada com empresas a montante ou a jusante da cadeia produtiva, com institutos de pesquisa e/ou com empresas concorrentes.

Para atingir esse objetivo, realizaram-se quatro visitas a campo dentro de um enfoque de estudo de casos. Três empresas atuam na área de instrumentação e software de aplicação agropecuária e somente uma na área de biotecnologia animal.

Apesar da impossibilidade de realizar uma generalização dos resultados obtidos com tais visitas, devido ao pequeno número de empresas envolvidas neste estudo, pôde-se realizar uma comparação entre as três empresas de mesma área (instrumentação e software) e também uma comparação de todas as empresas com os pressupostos formados ao longo da revisão bibliográfica.

A empresa com menor tempo de existência e, assim, menor experiência de mercado é a Empresa 2, que foi fundada em meados de 2000. Pôde-se inferir que seus profissionais não estabeleceram estratégias adequadas. Apesar de os entrevistados declararem que seus produtos não apresentam especificidades em relação à linguagem de codificação, elas existem e podem representar um entrave à utilização do instrumento pelos produtores rurais, que têm, em sua grande maioria, baixo grau de formação educacional.

A Empresa 4 possui um pouco mais de experiência de mercado (foi fundada em meados de 1999) e seus administradores, maiores capacitações gerenciais. Esta constatação é baseada no fato de que os entrevistados realizaram cursos na área gerencial, mostraram maior conhecimento a respeito de linhas de financiamento, inclusive capital de risco, e realizaram contato com a FAPESP para solicitar recursos para investimento.

A Empresa 1 apresenta maior tempo de existência dentre as três empresas de mesma área entrevistadas (fundada em 1984). No entanto, as estratégias tecnológicas e de comercialização seguidas pela empresa são talvez os fatores responsáveis pela dificuldade financeira pela qual está passando. Tais estratégias são baseadas, respectivamente, na inexistência de cooperações nas atividades de desenvolvimento tecnológico e na não-utilização de “venda casada” através de parcerias com empresas produtoras de máquinas, equipamentos e implementos agropecuários. Desse modo, a introdução dos produtos no mercado é dificultada e, até mesmo, impedida e os riscos das atividades de inovação não são divididos com outros agentes nem capacitações são compartilhadas.

Já no caso da Empresa 3, que é atualmente uma subsidiária de um grupo holandês, ela é classificada como pequena empresa, ao contrário das outras três, que são micro-empresas. A Empresa 3 possui efetiva competência gerencial (fundação em 1971 e profissionais qualificados – inclusive com pós-graduação), tendo um faturamento expressivamente superior em relação às demais empresas analisadas. A inexistência de parcerias com outros agentes no Brasil não representa um problema, porque o

relacionamento com a matriz do grupo na Holanda traz a divisão dos riscos oriundos das atividades de inovação e o compartilhamento das qualificações profissionais, que são elementos de vital importância à sobrevivência de empresas com expressivo esforço tecnológico. Sendo assim, por ser uma empresa pertencente a um grupo estrangeiro, não é visualizada uma grande necessidade de formação de redes de inovação no Brasil, as quais foram indicadas, na etapa de revisão bibliográfica, como essenciais à sobrevivência e ao crescimento de pequenas empresas na área de biotecnologia. A essencialidade da formação de redes de inovação para as pequenas empresas de biotecnologia de capital nacional deve ser analisada em um estudo subsequente. Além disso, as inovações realizadas pela Empresa 3 são incrementais, já que ocorrem fundamentalmente adaptações da raça holandesa.

Pôde-se constatar que é de fundamental importância para a área de software e instrumentação a formação de redes de inovação através da cooperação. É importante também a existência de relações formais de cooperação, já que a informalidade não gera muitos benefícios aos parceiros (o que pôde ser verificado no caso da Empresa 2) e pode trazer problemas contratuais. Assim, apesar de a revisão bibliográfica indicar a importância somente na área de biotecnologia, pode-se estender a essa área. Outra questão a ser analisada em estudos subsequentes é a respeito da essencialidade da formação de redes de inovação em qualquer atividade que envolva desenvolvimento tecnológico, independentemente da área na qual a empresa é enquadrada, como forma de dividir riscos inerentes e de compartilhar competências.

As empresas 1, 2 e 4 não possuem contato direto com os produtores rurais, realizando a comercialização de seus produtos através da revenda. Um contato mais direto com o produtor rural tornaria o processo de identificação de oportunidades mais rápido e eficaz. Apesar de a Empresa 3 distribuir seus produtos diretamente aos produtores rurais, estes não possuem poder de definição das características dos produtos comprados, isto é, não possuem poder para comandar as inovações a serem geradas. Essas empresas, portanto, utilizam uma estratégia baseada em inovações “empurradas”. Um estudo a ser realizado futuramente deve analisar se todas as empresas produtoras de insumos agropecuários usam a perspectiva de “empurrar” as inovações geradas, já que a agropecuária é um setor “dominado pelos fornecedores”

Como se pôde verificar, as três empresas atuantes na área de software e instrumentação desenvolvem suas tecnologias dentro da emergente trajetória tecnológica da agricultura relativa aos conceitos de agricultura de precisão. Assim, instrumentos para

coleta de dados proporcionam o monitoramento e, até mesmo, controle das condições ambientais para diferentes propósitos, como a avaliação da quantidade e do momento certos para a aplicação de agrotóxicos. Por sua vez, a outra empresa estudada, Empresa 3, enquadra-se em outro emergente paradigma tecnológico da agricultura: o da biotecnologia.

Por fim, ressalta-se que é necessário um estudo mais aprofundado nestas empresas para concluir se são realmente EBTs. De todo o modo, dentro de uma visão mais qualitativa, pode-se inferir que as empresas ligadas à área de software e instrumentação (empresas 1, 2 e 4) são muito próximas ao conceito de EBTs. Já no caso da Empresa 3, seus esforços tecnológicos são provavelmente diluídos em todo o grupo holandês, não tornando vitais as atividades tecnológicas à sobrevivência do grupo. No entanto, este caso também deve ser analisado mais profundamente. Cabe destacar que um estudo mais aprofundado depende da realização de uma análise mais quantitativa do que qualitativa. Para tanto, é necessário criar critérios quantitativos para se definir uma EBT.

O quadro 5, a seguir, resume os principais pontos discutidos a respeito das empresas entrevistadas:

Quadro 5: Síntese dos principais pontos discutidos na conclusão

Empresa	Porte	Faturamento Aproximado	Estratégia Tecnológica	Sistema de Distribuição	Origem do Capital
Empresa 2	Micro	R\$ 60.000	Inovação com e sem parcerias	Revenda	Privado Doméstico
Empresa 4	Micro	R\$ 150.000	Inovação e com parcerias	Revenda	Privado doméstico e estatal doméstico
Empresa 1	Micro	R\$ 150.000	Inovação e sem parcerias	Revenda	Privado doméstico
Empresa 3	Pequeno	R\$ 20.000.000	Inovação e sem parcerias	Direto com o produtor rural	Privado estrangeiro

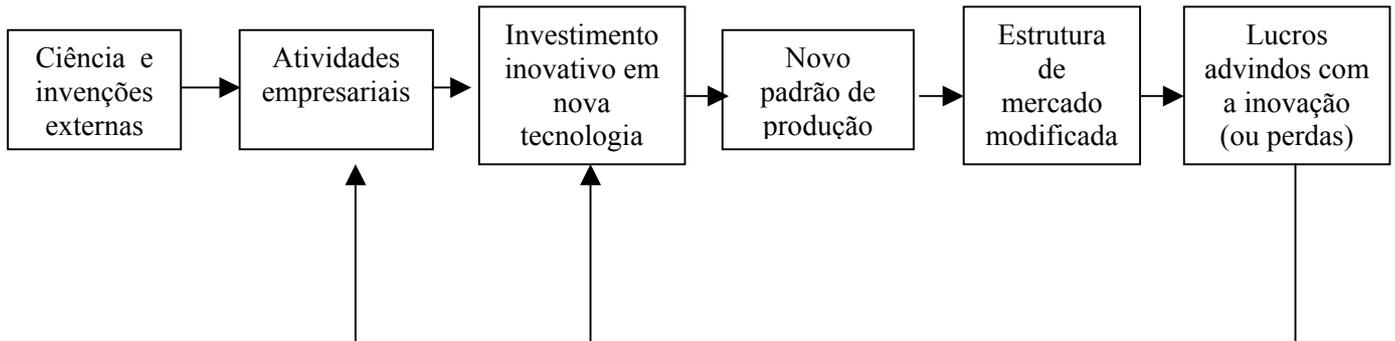
6. Referências Bibliográficas

- BOSERUP, E. (1990) **Evolução Agrária e Pressão Demográfica**. São Paulo, HUCITEC/POLIS.
- DOSI, G. (1988) Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**. Vol. XXVI, September, pp. 1120-1171.
- DOSI, G.; K. PAVITT e L. SOETE (1990) **The Economics of Technical Change and International Trade**. Harvester Wheatsheaf, London.
- FARINA, E. M. M. Q.; P. F. AZEVEDO e M. S. M. SAES (1997) **Competitividade: Mercado, Estado e Organizações**. São Paulo, Editora Singular, Cap. 1 e 2.
- FERNANDES, A. C. e M. R. CÔRTEZ (1998) **Caracterização do Perfil da Pequena Empresa de Base Tecnológica no Estado de São Paulo**. Relatório de Pesquisa. São Carlos: SEBRAE-SP/UFSCar.
- FREEMAN, C.; J. CLARK e L. SOETE (1982) **Unemployment and Technical Innovation**. London, Frances Pinter, Cap.2, item 2.5.
- GERÊNCIA SETORIAL 4 (Setor de Bens de Capital) (1995) Máquinas e Implementos Agrícolas. **BNDES**, número 2, dezembro.
- HAYAMI, Y. e V. W. RUTTAN (1988) **Desenvolvimento Agrícola, Teoria e Experiências Internacionais**. Editora Embrapa, Brasília, Cap.4.
- 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.
- MONTOYA, M. A. e J.J. M. GUILHOTO (2000) **O Agronegócio Brasileiro entre 1959 e 1995: dimensão econômica, mudança estrutural e tendências**. MONTOYA, M. A. & J. L. PARRÉ (Orgs.) *O Agronegócio Brasileiro no Final do Século XX – estrutura produtiva, arquitetura organizacional e tendências*, Vol.1, Editora UPF, Passo Fundo, pp. 3-31.
- PINAZZA, L. A. e R. ALIMANDRO (1999) **Os Emissores de Tecnologia**. PINAZZA, L. A. & R. ALIMANDRO (Orgs.) *Reestruturação no Agribusiness Brasileiro - agronegócios no terceiro milênio*. Rio de Janeiro: Abag, pp. 171-204.
- 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.

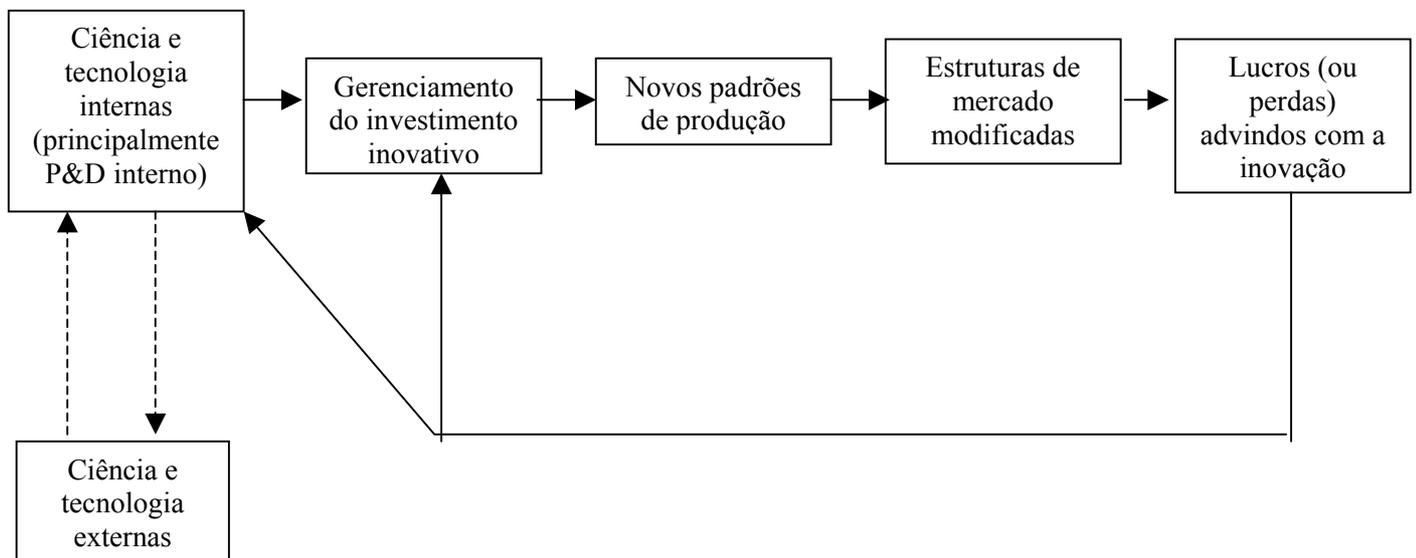
- POSSAS, M. L.; S. L. M. SALLES-FILHO e J. M. J. SILVEIRA (1996) An Evolutionary Approach to Technological Innovation in Agriculture: some preliminary remarks. **Research Policy** 25, pp. 933-945.
- SALLES-FILHO, S. L. M. e M. B. M. BONACELLI (2000) **Estratégias de Inovação no Desenvolvimento da Moderna Biotecnologia**. Biotecnologia em Discussão. Cadernos Adenauer, número 8, outubro.
- SALLES-FILHO, S. L. M.; M. B. M. BONACELLI e D. L. Mello (2001) **Subprojeto 7 - Instrumentos de Apoio à Definição de Políticas em Biotecnologia**. *Estudos em Biotecnologia* - MCT/FINEP, UNICAMP/DPCT/GEOPI, Campinas, maio.
- SAMPAIO, A. V. (2000) **A Inserção da Agricultura na Economia Brasileira de 1985 a 1995: mudança estrutural e multiplicadores setoriais**. MONTROYA, M. A. & J. L. PARRÉ (Orgs.) *O Agronegócio Brasileiro no Final do Século XX – estrutura produtiva, arquitetura organizacional e tendências*, Vol.1, Editora UPF, Passo Fundo, pp. 33-56.
- SANTINI, G. A.. e L. F. PAULILLO (2001) A Reestruturação da Indústria de Sementes no Brasil. **XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador (cd rom).
- SILVA, J. G. (1992) **Fim do ‘Agribusiness’ ou Emergência da Biotecnologia?**. *Economia e Sociedade*, nº 1, agosto, Campinas: IE-Unicamp, pp.163-167.
- SILVEIRA, J. M. F. J. (1993) **Competitividade da Indústria de Defensivos Agrícolas**. *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Ministério da Ciência e Tecnologia, FINEP, PADCT, Campinas.
- VEGRO, C. L. R. e C. R. R. P. T. FERREIRA (2001) **Máquinas Agrícolas Automotrizes: análise do segmento de colhedoras**. IEA, fevereiro.
- VEGRO, C. L. R. e C. R. R. P. T. FERREIRA (2001) **Mercado de Máquinas Agrícolas Automotrizes: mantêm as expectativas de crescimento do segmento**. IEA, julho.

ANEXO 1

A) Modelo 1 de Schumpeter da inovação empresarial



B) Modelo 2 de Schumpeter da inovação dirigida pela grande firma



ANEXO 2

Empresas candidatas a serem EBTs

	NOME DA EMPRESA	CIDADE	ÁREA DE ATUAÇÃO
1	Microdesign Informática	Campinas	Instrumentação
2	Gil Equipamentos Industriais Ltda	Ribeirão Preto	Automação
3	Autsens - Automação e Controle	São Carlos	Instrumentação e Software
4	Unisoma	Campinas	Software
5	Enalta	São Carlos	Instrumentação e Software
6	Select Seed	Monte Alto	Software
7	Gravena - Manejo Ecológico e Controle Biológico de Pragas Agrícolas Ltda	Jaboticabal	Biotecnologia animal
8	Lagoa da Serra Ltda	Sertãozinho	Biotecnologia Animal
9	Comércio e Indústria Matsuda Importadora e Exportadora Ltda	Álvares Machado	Biotecnologia Vegetal
10	Alellyx Applied Genomics	Campinas	Biotecnologia Vegetal