

# INOVAÇÕES E CONCORRÊNCIA EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS E SEMENTES: OBSERVAÇÕES PARA UMA NOVA AGENDA DE PESQUISAS

*Ana Célia Castro<sup>1</sup> e Maria da Graça Derenkowski Fonseca<sup>2</sup>*

## RESUMO

A agricultura constitui um setor tecnologicamente dominado pelas inovações originadas na indústria de insumos e equipamentos e pela pesquisa de ponta gerada em laboratórios privados e instituições públicas de pesquisa. Na medida em que a análise da dinâmica tecnológica incorpora os setores a montante da agricultura, que na realidade são setores industriais, justifica-se o emprego de um quadro teórico que foi originalmente concebido para a compreensão de processos que ocorrem na indústria. O artigo pretende analisar as trajetórias tecnológicas da indústria de equipamentos agrícolas, sementes e insumos, a partir de duas abordagens complementares: a que privilegia a estrutura industrial e, num outro plano, a que se baseia no estudo das rotinas empresariais da firma. As duas abordagens utilizam um quadro teórico de inspiração neoschumpeteriana. Dá-se especial destaque ao progresso técnico, tanto como elemento da estratégia empresarial, quanto como elemento capaz de definir o padrão tecnológico e a evolução da indústria.

## INNOVATION AND COMPETITION IN THE AGRICULTURAL MACHINERY AND SEED INDUSTRIES: OBSERVATIONS FOR A NEW RESEARCH AGENDA

## ABSTRACT

Agriculture is a sector technologically dominated by innovations coming from the input and equipment industries and by leading research developed in private and public laboratories. The upstream industrial sectors underlying modern agriculture explain the use of a theoretical approach originally conceived for the analysis of industry. This article is concerned with the technological trajectories of agricultural equipment, seeds and input industries using two complementary procedures: an analysis of entrepreneurial routines of the firm and a study of the industrial sector structure. Both references employ a theoretical approach of neo-schumpeterian inspiration. We emphasize technical progress, both as an element of entrepreneurial strategy, and as an element capable of defining the technological pattern and the evolution of industry.

<sup>1</sup> Doutora em Economia pelo IE-UNICAMP. Professora do Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Agrícola (CPDA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Av. Presidente Vargas 417, 8º andar, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Doutora em Economia pelo IE-UNICAMP. Professora do Departamento de Economia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, km 47 da antiga Rodovia Rio-São Paulo. Itaguaí, Rio de Janeiro, RJ.

## INTRODUÇÃO

A análise da dinâmica tecnológica da agricultura, que está relacionada à contínua elevação da produtividade pela modernização de seus métodos de cultivo, vem incorporando novas abordagens até então restritas à problemática industrial. Particularmente, a introdução da perspectiva neoschumpeteriana na análise do progresso técnico da agricultura vem acompanhada de uma abordagem que privilegia o recorte do complexo agroindustrial.

Nos últimos cinco anos, um conjunto de pesquisas e teses<sup>3</sup> compartilhou este enfoque partindo da premissa de que a agricultura, assim como outros setores tradicionais, é usuária de inovações desenvolvidas em outras indústrias, que a têm como mercado de seus produtos, sendo que a geração destas inovações ocorre fora dela. A agricultura constitui um setor tecnologicamente dominado pelas inovações originadas na indústria de insumos e equipamentos e pela pesquisa de ponta gerada em laboratórios privados e instituições públicas de pesquisa. Na medida em que a análise da dinâmica tecnológica incorpora os setores a montante da agricultura, os quais na realidade são setores industriais, justifica-se a introdução de um quadro teórico que foi originalmente concebido para a compreensão de processos que ocorrem na indústria.

### O PROCESSO INOVATIVO: A PERSPECTIVA DAS FIRMAS E DA INDÚSTRIA

O enfoque neoschumpeteriano apresenta uma nova agenda de questões para a pesquisa microeconômica, em que a inovação surge como a principal arma de concorrência, capaz de alterar as estruturas de mercado e dinamizar o processo produtivo. A atividade inovativa passa a ser o principal determinante da competitividade das empresas. No processo competitivo, o critério de seleção das empresas mais aptas é resultado da obtenção de capacidades com a ajuda da tecnologia, capacidades que podem-se materializar no novo "design" de um trator, num novo processo produtivo, numa nova estratégia de "marketing" ou numa nova forma de organização.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Ver a propósito: Castro(1988), Fonseca(1991), Conert Naidin(s.d.) e Silveira(1984). Este conjunto de pesquisas não teria avançado tanto sem a contribuição de Mário Possas, do Instituto de Economia da Unicamp, que estimulou e orientou alguns destes trabalhos.

<sup>4</sup> A idéia de seleção também está presente na perspectiva marginalista, só que neste caso ela é devida à "livre" atuação das forças de mercado, que apóiam-se na autonomia do consumidor e nas empresas que buscam maximização de satisfação e de lucros.

Uma empresa como a Agrocerec, por exemplo, garante a liderança nos mercados em que atua – como no caso do milho híbrido – através de grande esforço em atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos. O esforço tecnológico despendido permite que a firma diversifique sua atuação em novas direções, passando a concorrer em novos mercados. Um fabricante de tratores ou de colheitadeiras, por sua vez, estará sempre atento à possibilidade de diferenciar o seu produto, procurando introduzir melhorias e adaptações de forma a aperfeiçoar o desempenho do equipamento. Ao capacitar-se para oferecer produtos inovados ele poderá estar criando oportunidades para atender a novos segmentos de mercado, ignorados por seus competidores. A capacidade de inovar tende a aumentar as chances de sobrevivência e de adaptação das firmas inovadoras em detrimento das demais. No entanto, mesmo que uma firma disponha de todas as condições de ser bem sucedida, ela estará condicionada pelo regime de concorrência da indústria e pelo nível de concertamento entre as firmas e o mercado. Na realidade, o progresso técnico pode funcionar tanto como arma de concorrência, quanto como estratégia de defesa. Em indústrias jovens as firmas usam a tecnologia de forma mais agressiva, enquanto nas indústrias maduras provavelmente atuam defensivamente, utilizando a tecnologia para consolidar barreiras à entrada.

A observação detalhada das mudanças tecnológicas em determinadas indústrias, ao longo de um processo evolutivo, tem evidenciado que as alternativas não são ilimitadas e têm que respeitar certos padrões de regularidade, mesmo quando o processo inovativo é muito rápido, como na indústria de informática. Estes padrões tecnológicos podem ser observados a partir de duas perspectivas: das firmas, por meio de suas rotinas internas, e das indústrias (ou mercados), através das trajetórias tecnológicas.

Vista do ângulo das firmas, a atividade inovativa confunde-se com a tentativa de solucionar problemas que as empresas enfrentam rotineiramente. Envolve tanto questões operacionais quanto atividades de investimento. Segundo Nelson & Winter (1982), rotina é definida como a forma costumeira de solucionar problemas e tomar decisões. De acordo com Dosi et al.(s.d.), rotinas são padrões de integração que representam soluções bem sucedidas de problemas particulares. Nelas estão impressas algumas características idiossincráticas, relacionadas ao conjunto de ativos das empresas. Projetos de melhorias genéticas ou o desenvolvimento de uma nova linha de tratores, por exemplo, dependerão do estoque de equipamentos ou da infra-estrutura de pesquisa, que, em algum momento do passado, representou um investimento. Dependerão, também, de fatores como habilidade técnica acumulada, nível de treinamento da mão-de-obra, regras de organização e outras capacidades adquiridas ao longo do tempo.

Grande parte do conhecimento impresso nas rotinas, subjacente ao desempenho efetivo da empresa, como afirmam Nelson & Winter, é conhecimento tácito da organização (no dizer de Polanyi, "conhecemos mais do que podemos informar"). As firmas carregam sua própria experiência como uma espécie carrega seu código genético. O avanço é determinado por características já impressas nas rotinas das firmas. Nesse sentido, o processo inovativo passa a ser um acontecimento endógeno às atividades empresariais e industriais.

Essa noção é compatível com a idéia de Schumpeter(1943) de que a corporação moderna rotinizou a inovação e que, portanto, as organizações possuem rotinas bem definidas para sustentar a direção dos seus esforços inovativos. As rotinas, no entanto, podem gerar mudanças no comportamento da empresa, mudanças que são decididas nos departamentos de P&D e refletem-se no seu crescimento.

A existência de padrões tecnológicos fica mais evidente quando se observa a evolução tecnológica do ponto de vista de uma indústria ou de uma atividade específica. A idéia fundamental é que o processo inovativo tem direção, ritmo, e evolui através de marcos de referência, que nada mais são do que concepções básicas ou "designs" de produtos, plantas-piloto ou de uma nova linhagem genética. Esses marcos de referência fornecem o conjunto de possibilidades de desenvolvimento e aperfeiçoamento de um produto ou um processo produtivo ao longo de uma trajetória tecnológica. Ao mesmo tempo, orientam as decisões de natureza técnico-produtivas das firmas.

Note-se que a trajetória tecnológica de uma indústria nem sempre segue a direção determinada pelo amplo espectro das condições de demanda, isto é, ela pode não ser "demand-pull". Isso implica admitir que o processo inovativo tem autonomia em relação a algumas variáveis econômicas. Significa reconhecer, também, que há uma lógica (ou uma poderosa heurística, como preferem Nelson & Winter) nesta trajetória, que não é captada através dos mecanismos de preços e das condições mais gerais de demanda.

Ao longo das trajetórias o processo inovativo é impulsionado por desequilíbrios (ou gargalos) tecnológicos, gerando um conjunto de problemas que devem ser esgotados de forma compulsiva.<sup>5</sup> No caso de sistemas mecânicos de certa complexidade, entre os quais se incluem a maioria dos bens de capital, há uma seqüência de aperfeiçoamentos que geram pressões internas

<sup>5</sup> "Meu ponto é que a maioria dos processos produtivos emitem sinais que são apremiantes e muito evidentes; desde logo estes processos, quando são suficientemente complexos e dependentes entre si, supõem uma formulação de problemas quase compulsiva. Estes problemas captam grande parte do tempo daqueles que estão dedicados à busca de técnicas aperfeiçoadas" Rosemberg(1976).

que, por sua vez, reorientam as atividades em outras direções: No caso das sementes híbridas, a seqüência compulsiva ocorre ao longo do trabalho de seleção genética de novos indivíduos. Desta forma, do ponto de vista de uma indústria ou de um conjunto de indústrias, o processo inovativo adquire caráter incremental e cumulativo que depende muito mais de pequenos "insights" e aperfeiçoamentos do que de inovações radicais, embora estas últimas possam reorientar drasticamente certas trajetórias, em determinados momentos.

Nas seções "História de empresa" e "Tratores" deste artigo, as duas perspectivas de abordagem do progresso técnico, a da firma e a da indústria, são analisadas, resumindo-se as principais conclusões extraídas das teses de doutorado sobre sementes (um estudo de caso) e máquinas agrícolas das autoras.

### INTEGRAÇÃO AGROINDUSTRIAL: QUALIFICAÇÕES PARA UMA ABORDAGEM DINÂMICA

Ultimamente, tornou-se um argumento quase recorrente admitir que a agricultura, isoladamente, não possui grande dinamismo. Como alternativa, tenta-se fazer um novo recorte do espaço econômico, agregando-se algumas etapas de transformação industrial de modo a formar cadeias de produtos, "filières" ou agrupamentos sistêmicos. A maioria destas propostas, no entanto, secciona atividades que se interpõem entre a agricultura e os setores e as indústrias fornecedoras de insumos e capitais, classificados dentro de outros complexos industriais.

Os trabalhos de Nelson & Winter(1982) e Dosi(s.d.), fundamentados em pesquisas empíricas, têm oferecido um razoável conjunto de evidências sobre a existência de vínculos dinâmicos entre os setores a montante e a agricultura. Estes vínculos consideram não só as relações de compra e venda, mas também investimentos, inovações, pesquisa de ponta, desenvolvimento de produtos e comercialização. Em seu conjunto, os estudos neoschumpeterianos reforçam a hipótese de que a existência de uma forte demanda agroindustrial não é suficiente para explicar o dinamismo e a competitividade da agricultura e da própria agroindústria. A presença de indústrias de bens de capital, insumos químicos e veterinários, ao lado das atividades de pesquisa e desenvolvimento, é o que provoca grande parte desse dinamismo ao fornecer as condições mínimas para a existência de um padrão técnico modernizante.

Um pouco além das evidências empíricas, a tipologia sugerida por Pavitt (1984) permite enquadrar a agricultura no caso de regimes ou padrões tec-

nológicos dependentes do fornecimento de inovações (Pavitt 1984). Esta tipologia sugere que setores (ou indústrias) em que as inovações originam-se da compra de equipamentos e insumos têm a dinâmica determinada desde fora – são “supplier-dominated”. As inovações de processo, que ocorrem na atividade agrícola, dependem da incorporação de bens de capital e insumos industrializados. Máquinas agrícolas, insumos químicos (fertilizantes e defensivos) e sementes selecionadas explicam não só o aumento de produtividade, mas também o dinamismo da própria atividade da agricultura. Esta tipologia tem a vantagem de ajudar a qualificar o relacionamento econômico entre a agricultura e as indústrias fornecedoras, podendo ser complementada com as noções de trajetórias tecnológicas e rotinas de busca e seleção para esclarecer a questão do “dinamismo”.

É suficientemente reconhecido que a integração agroindustrial (incluindo a indústria a montante) estimula o ritmo de crescimento da oferta agrícola e da produtividade dos produtos agrícolas. A melhoria de qualidade dos alimentos, matérias-primas agrícolas e agroindustriais passa a depender da incorporação de inovações desenvolvidas fora, em indústrias fornecedoras, empresas especializadas na prestação de serviços especiais (como no caso de projetos de irrigação) e em laboratórios privados e públicos. Não se deve esquecer, no entanto, o importante papel de uma demanda industrial minimamente regular e estável. Em alguns países, como Estados Unidos e Brasil, esta demanda é assegurada internamente pela presença da indústria de transformação de matérias-primas agrícolas e industriais de alimentos, o que se expressa na grande participação do “complexo agroindustrial” no valor de produção agregado.<sup>6</sup>

Em especial, a generalização e o aperfeiçoamento dos bens de capital e insumos modernos permitem difundir as práticas agrícolas modernas, ou “best-practices”. O uso constante de insumos químicos e sementes selecionadas apresenta um “continuum” de problemas – tais como na descrição de trajetórias de Rosenberg (1976) – que com a mecanização enviam sinais às atividades industriais, sinais que podem reorientar os procedimentos rotineiros não só dentro dos departamentos de P&D mas também do “bureau” onde são tomadas as principais decisões empresariais. Por outro lado, aperfeiçoa-

<sup>6</sup> Segundo Araújo et al. (1990), o valor agregado estimado do complexo agroindustrial, o “agribusiness” brasileiro, é o maior negócio do País, atingindo cerca de 140 bilhões de dólares. Esta noção está ligada à soma total de todas as operações ligadas àquele complexo, envolvendo bens e serviços destinados ao mercado rural antes da fazenda rural moderna, a produção agropecuária propriamente dita, e as atividades situadas depois da fazenda, incluindo a comercialização. Deve-se adicionar que o perfil urbano-rural do País, com a grande maioria da população vivendo nas cidades, tem incentivado o processo de modernização agrícola, absorvendo cada vez mais tecnologias modernas, o que acentua a interdependência entre a produção de insumos, a produção agropecuária e as atividades de processamento e comercialização.

mentos e inovações destes produtos ensejam mudanças no processo produtivo agrícola, traduzindo, em geral, em aumento de produtividade.

O resultado pode ser descrito como um conjunto de efeitos cumulativos para frente, da indústria para agricultura, e para trás, da agricultura para a indústria. Estes efeitos, freqüentemente, desdobram-se em formas específicas de interação entre o produtor industrial e o usuário agrícola, através da assistência técnica e dos canais de distribuição convencionais, e pode evoluir para o desenvolvimento de rotinas dinâmicas através do aprendizado pelo uso. Os encadeamentos para diante são proporcionados por toda a sorte de avanços tecnológicos nos equipamentos agrícolas e insumos químicos, mesmo que as inovações tenham origem em outra indústria ou sejam resultados de pesquisa fora do complexo agroindustrial.

### HISTÓRIA DE EMPRESA: A BUSCA DE ROTINAS E AS ROTINAS DE BUSCA

A análise do caso Agrocerec insere-se na perspectiva dos estudos de empresas que, pertencentes a setores relativamente dinâmicos como é o setor de sementes, lograram incorporar mudanças tecnológicas capazes de conferir-lhes inegável capacidade competitiva nos mercados em que atuam.

Em artigos anteriores buscou-se difundir alguns resultados obtidos no estudo da empresa. No primeiro deles (Castro 1986), a ênfase esteve localizada na história de uma firma inovadora, para a qual o progresso técnico constitui arma fundamental de concorrência. Resgatando o processo através do qual foi constituída, desenvolveu-se e diversificou suas atividades num ambiente crescentemente competitivo.

Em segundo artigo (Castro 1987), enfocou-se o processo de diversificação produtiva, cujo ponto de partida é o domínio da tecnologia de obtenção de híbridos vegetais, o qual se processou através da busca de produtos que fariam sinergia mediante a dependência de estruturas similares de pesquisa. Desta forma, a existência de parentesco tecnológico, por um lado, e de mercados agrícolas comuns, por outro, constituem os principais fatores explicativos dos rumos da diversificação produtiva da empresa Agrocerec. Na realidade, do ponto de vista da indústria de sementes, a Agrocerec seguiu uma trajetória similar à das outras empresas congêneres, abrindo espaço nos mercados de outras sementes, híbridas ou não (hortaliças, sorgo, forrageiras), de matrizes animais (suínos e aves) e de produtos químicos dirigidos ao setor agropecuário.

O caso da Agrocerec é um bom exemplo de como é possível valer-se da história de uma empresa para aprender suas rotinas empresariais, rotinas de

busca e seleção de novos produtos e processos, e a relação entre rotinas e o meio ambiente competitivo, que seleciona ou refuga sua atividade inovadora. A importância desta questão pode ser remetida às idéias de Schumpeter (1943), de que no capitalismo moderno o laboratório industrial substitui as funções que, anteriormente, seriam atribuídas apenas ao empresário inovador, transformando a inovação numa atividade permanente de pesquisa e desenvolvimento, no interior da empresa. Essa perspectiva desloca a ênfase da análise para os processos de pesquisa e desenvolvimento "in house" e, portanto, para o ambiente institucional no qual a inovação amadurece.<sup>7</sup>

Partindo de uma importante capacitação tecnológica própria, que remonta suas origens à Universidade de Viçosa, a empresa Agroceres tendeu, ao longo de sua existência, a estabelecer rotinas (padrões de interação que representam soluções bem sucedidas para problemas particulares) relativamente estáveis nos seguintes aspectos:

1. a pesquisa no interior da empresa nutriu-se em geral de fontes obtidas no exterior, ou apropriadas de instituições públicas, a partir de processos de imitação, desenvolvimento e adaptação de tecnologias. Existiu uma clara divisão de tarefas entre o setor público e o setor privado, que dependeu do grau de apropriabilidade privada dos resultados da pesquisa, do risco associado às linhas desenvolvidas, e da rapidez com que eram obtidos os resultados esperados. Seguindo a trajetória natural da indústria, a empresa incorporou a pesquisa de sementes, hortaliças, sorgo, forrageiras, suínos, aves, rações, defensivos e medicamentos veterinários. Em outros casos, a busca de novas soluções originou-se de problemas procedentes da própria pesquisa, como na adaptação regional de híbridos, na introdução de plantas de porte reduzido e adaptado à mecanização, ou capazes de produzir mais de uma espiga por pé (híbridos prolfíficos, mais adaptados à produção em condições climáticas adversas), ou ainda, híbridos de milho precoces, que, nas condições climáticas do extremo sul, podem obter preços superiores no período da entressafra. Os processos de busca foram também suscitados pela relação entre departamentos: em grande medida por viagens internacionais de diretores da empresa – em geral os programas de diversificação produtiva foram precedidos por estas viagens de busca; e, por fim, nas relações com os centros públicos de pesquisa,<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Na concepção de Araújo (1985), esta mudança de enfoque reduz as diferenças entre inovações primárias (descontínuas e com forte capacidade de destruição criadora) e secundárias (destinadas a ampliar o escopo dos princípios coordenadores da base técnica).

<sup>8</sup> A pesquisa genética na empresa pode beneficiar-se ao longo do tempo dos contatos internacionais abertos pela IBEC, não apenas junto aos Centros Internacionais, como o CIMMYT (Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo), no México, mas também junto a importantes empresas privadas internacionais. Ressaltamos, entretanto, a importância decisiva da capacitação própria em pesquisa tecnológica, adquirida no Brasil e no exterior pela empresa.

marcadas tanto pela cooperação quanto pela concorrência (especialmente com o Instituto Agrônomo de Campinas, ao longo das décadas de 40 e 50, e com a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, nos anos 60 e 70.

2. É possível observar também o estabelecimento de rotinas na relação com fornecedores (no caso, produtores cooperados), com clientes e com o sistema de crédito rural. Em geral, essas relações pautaram-se pela confiança mútua e pelos códigos de comportamento reciprocamente respeitados (Lundvall 1988). Na realidade, a incerteza normalmente envolvida nas relações deste tipo exigiu uma formalização de contratos capazes de conferir-lhes estabilidade.
3. Rotinas são também estabelecidas nas relações entre a empresa de semente e o usuário rural, consubstanciadas na assistência técnica, na propaganda, no "marketing". A importância destas relações levou à montagem de grandes estruturas de comercialização, baseadas na pulverização de pontos de venda e na obtenção de economias de escala, através da venda do "mix" de produtos da firma. Do aprendizado decorrente do uso do produto, Lundvall (1988) explora as múltiplas implicações dos fluxos de informação qualitativa e de cooperação direta que podem ser estabelecidos. Os produtores de tecnologia possuem numerosos incentivos para aproveitar o "feed-back" proveniente dos usuários de produtos: as interdependências tecnológicas e os gargalos ("bottlenecks") podem representar mercados potenciais para os produtores de inovação. Este é o caso dos usuários de matrizes de suínos e aves, cujas exigências justificam a melhoria dos padrões de qualidade através da produção e venda de rações e de medicamentos pecuários. Mais importante, no entanto, é a consciência de que a evolução da competência e do aprendizado potencial dos usuários são importantes estímulos à adoção de novos produtos. Em outras palavras, a introdução de novos produtos, de elevado grau de sofisticação e de qualidade, pode requerer um monitoramento dos usuários para ampliar a demanda. Outra implicação é a de que a qualidade da demanda ou do mercado consumidor tem poder de influenciar os processos de geração e absorção de tecnologia, o que foi de grande relevância no caso do mercado agroalimentar, haja vista sua importante evolução tecnológica recente.
4. Por fim, pode-se observar a generalização de procedimentos nas relações com outras empresas. Por exemplo, pode-se citar a formação de "joint-ventures" – algumas muito bem sucedidas, como a que se estabeleceu com a Norquisa, em química fina, à diferença de outras, posteriormente desativadas, como a estabelecida com a empresa Yates, de sementes de

forageiras, na década de 70. De grande importância foram também os processos de compra de tecnologia – como no caso da PIC, no negócio de matrizes de suínos, e da Ross, na avicultura. Os processos de controle (“take-over”), muito presentes nas estratégias de empresas sementeiras e de agroquímicos nas duas últimas décadas, também estiveram af presentes, com a aquisição de importante participação na empresa Biomatrix, recentemente desativada.

Caberia, neste ponto, perguntar qual a relação entre rotinas e meio ambiente onde está inserida a firma (Nelson & Winter 1982). Se existem firmas que, munidas de suas rotinas, sobrevivem, crescem e diversificam-se, isto quer dizer que, em certa medida, a ambiência seleciona as rotinas. A adequação, maior ou menor, das rotinas determina quais delas se tornarão predominantes. Entretanto, esta adequação depende das características do ambiente, especialmente das condições da concorrência e dos preços entre outros elementos.

O pioneirismo da empresa, fundada em 1945, conferiu-lhe uma posição de destaque no mercado de sementes, sendo responsável por cerca de metade do total de milho híbrido comercializado. Os importantes concorrentes, as grandes empresas internacionais do ramo (Cargill, Pioneer, Continental, Ciba-Geigy), só vieram a se instalar no País a partir de meados dos anos 60, e mais pesadamente na década de 70, tendo tido alguns problemas na adaptação de germoplasmas de seus países de origem às condições climáticas do País. Partindo de uma estratégia<sup>9</sup> que não buscava alcançar tetos de produtividade, mas sim produzir milhos adaptados às principais regiões produtoras e que fossem competitivos em custos, a Agrocerec de certa forma condicionou o mercado de milho às suas normas produtivas, barrando a entrada de milhos mais caros, cujas produtividades não compensassem a elevação de preços.

Por outro lado, dadas as condições de enorme instabilidade macroeconômica ao longo da década de 80, pode-se perceber a existência de maior flexibilidade e de alta taxa de mutação nas rotinas empresariais. Entende-se que num ambiente em constante mudança existe grande quantidade de busca por sobrevivência, através de processos de mutação – novos procedimentos de informatização das atividades e dos controles, diversificação de aplicações financeiras, novas normas de remuneração de empregados e de diretoria; mudanças no planejamento estratégico da empresa.

<sup>9</sup> A estratégia pode estar afinada às variáveis do tipo tamanho da firma, sua lucratividade, o que os competidores estão fazendo, como se avalia o retorno da pesquisa e/ou as facilidades ou dificuldades de alcançar certos tipos de avanço tecnológico face às habilidades e a experiência particular que a firma possui.

Parece interessante exemplificar um comportamento típico da empresa diante de choques não previsíveis. Neste caso é de se esperar respostas de adaptação positiva antes do que maximizadoras, a partir de processos de busca. Estes, segundo Nelson & Winter (1982), diferem das respostas rotinizadas em três aspectos fundamentais.

Em primeiro lugar, envolvem a aquisição de informação, o que é intrinsecamente um processo irreversível. Note-se que os custos de retenção e uso de informação são mais baixos do que o custo inicial, de aquisição; as novas regras de decisão tenderão a dominar as velhas, na medida em que sejam mais lucrativas do que estas. Em segundo lugar, a busca caracteriza-se pela incerteza: "a busca é um processo estocástico não formalizável", segundo os autores. Em terceiro lugar, a busca distingue-se pelo seu caráter contingente ou incidental, na medida em que ocorre em contextos históricos específicos. A rigor, como advertem os autores, não há distinção clara entre irreversibilidade, incerteza e contingência. São aspectos relacionados ao fato de que a busca é um processo histórico. Os diferentes mecanismos de filtragem e seleção das novas tecnologias são captados pelos tomadores de decisão, que, através de certas regras, determinam a direção da busca ou a estratégia da busca. O que virá a seguir é também um bom exemplo da importância da relação interna entre os departamentos.

No Brasil, até o início dos anos 70, os cooperados da Agroceres adotavam um processo de colheita de milho-semente similar ao dos Estados Unidos: o produto era colhido manualmente quando obtinha maturidade fisiológica e atingia menos de 30 a 35% de umidade, ou nos melhores casos de 20 a 25%. O agricultor colhia o milho, levava as espigas para casa e à noite descascava-as, em geral com a ajuda da família.

Em 1971, a empresa sofre um imenso prejuízo pela perda da totalidade da safra de sementes, como resultado do ataque do fungo *Helminthosporium maydis* às suas plantações.<sup>10</sup> Tendo sido necessário plantar uma safra de emergência, percebeu-se que a semente, apesar de não vir de um campo preparado com as mesmas especificações técnicas, era de boa qualidade e havia sido obtida através de colheita mecânica, devendo-se isto às condições mais

<sup>10</sup> O ataque só ocorreu porque a empresa produzia sementes a partir de híbridos com esterilidade de pendão, o que dava maior segurança nos cruzamentos duplos, além de reduzir os custos de produção de sementes. No Brasil a Agroceres era, na época, a única empresa a adotar a macho-esterilidade, processo comum nos Estados Unidos, onde começou a helmintosporiose. A introdução de plantas macho-estéreis, nos trabalhos de obtenção de híbridos, induziu a pesquisas adicionais em variedades adaptáveis e restauradoras da fertilidade nos campos de experimentação. A descoberta da macho-esterilidade Charrna nos campos de produção da Agroceres, durante muito tempo guardada nas prateleiras como fonte alternativa de macho-esterilidade, seria logo a seguir extremamente útil para permitir a continuidade dos cruzamentos duplos sem necessidade do despendoamento.

secas das regiões produtoras (nas regiões de São Paulo, Triângulo Mineiro, sudoeste de Goiás, Patos de Minas, no alto Paranaíba, a umidade relativa do ar é muito baixa no período de colheita, e a umidade relativa cai bruscamente de 20% para 15% durante cerca de 10 a 15 dias). Esta característica foi aproveitada pela Agrocereis para introduzir a colheita mecânica de milho destinado à semente, ou a colheita de milho debulhado. Por outro lado, este tipo de colheita veio ao encontro das características do produtor cooperado nestas regiões, em geral produtores de grande porte, que enfrentavam problemas de escassez de mão-de-obra.

Na atualidade, mais de 50% das sementes da Agrocereis são colhidas à máquina. O processo de colheita de milho debulhado é mais brusco do que à mão (neste caso, a palha é retirada com uma luva e é a espiga que passa pelo secador, de forma que o grão permanece protegido por mais tempo). No caso da colheitadeira, o grão é arrancado junto com a palha e o sabugo. O vigor da semente é ligeiramente afetado, mas a germinação não é alterada.

A colheita do milho debulhado desencadeou modificações no processo de beneficiamento da semente, distanciando-se do padrão norte-americano. Neste caso, as espigas descascadas passam por uma mesa de seleção, onde são eliminadas as que possuem defeitos. Daí passam por um secador de espigas, pelo debulhador e por uma pré-limpeza. O processo continua com a passagem por uma mesa, onde são eliminadas outras impurezas, para passar pelos classificadores de tamanho. O processo de beneficiamento é concluído com o tratamento das sementes com inseticida e posterior ensacamento.

No caso do milho debulhado, o processo é diferente, pois desencadeia a introdução de novas máquinas, que simplificam o processo de produção. Primeiramente, foram introduzidas as mesas gravitacionais. Quando a colheita era manual os grãos estragados eram retirados na mesa de seleção. No novo processo estas foram eliminadas e substituídas pelas mesas gravitacionais, que separam os grãos estragados por densidade, aperfeiçoando o processo e ampliando as escalas de produção. Por outro lado, os secadores de espigas foram também eliminados e substituídos pelos secadores de grãos, que trabalham sob menor temperatura para proteger a capacidade de germinação da semente. Com isto o tempo de secagem é bastante reduzido. Esse processo de inovação/adaptação foi realizado por tentativa e erro, já que não existia experiência anterior a respeito.

Em resumo, ocorreu no período uma forte expansão da produção de sementes híbridas, impulsionada pela introdução de inovações de processo que engendraram, por sua vez, reações em cadeia – especialmente as modificações introduzidas nos equipamentos de beneficiamento de sementes. Isso acarretou economias de aprendizado, surgidas da decomposição do processo

produtivo em diferentes partes componentes, acarretando significativas reduções de custo ou ganhos internos ao processo de produção.

## TRATORES: A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA POR MEIO DE PROJETOS DOMINANTES<sup>11</sup>

A investigação sobre trajetórias tecnológicas na indústria de tratores acompanha a evolução internacional da tecnologia dos equipamentos e máquinas agrícolas, desde a concepção inicial, como projetos, passando pelo processo de fabricação, ao longo do qual são incorporadas as melhorias e inovações incrementais, até a etapa de comercialização e seu desempenho na atividade agrícola, em que estas máquinas representam um investimento para quem compra e, freqüentemente, inovação de processo para quem as utiliza.

Fonseca(1991) procura analisar o que leva os fabricantes de equipamentos agrícolas, em especial tratores, a desenvolver inovações de produto e incorporar inovações de processo. Destaca-se, principalmente, a existência de um padrão de desenvolvimento tecnológico, específico à indústria, de caráter não-radical e cumulativo. Este padrão está associado à presença de fortes economias de escala na planta e empresas, bem como de diferenciação de produtos.

O padrão específico a esta indústria é resultado de um esforço tecnológico iniciado muitos anos antes de tornar-se referência ("guidepost") do desdobramento do processo inovativo, orientando mudanças técnicas mesmo depois de materializarem-se em protótipos e modelos e muito depois de seu lançamento comercial(Sahal 1981)<sup>12</sup>. Este esforço dá lugar a duas formas de aprendizado: uma, entre as etapas de fabricação e as atividades de P&D, pode resultar em economias de custo, e outra, entre a atividade de P&D e as atividades agrícolas – onde o trator tem o seu desempenho avaliado pelos usuários –, pode incentivar e acelerar a diferenciação de produtos.

<sup>11</sup> Nesta seção, a análise privilegiará basicamente a trajetória tecnológica mundial da indústria de tratores, pois elas contêm as principais características da evolução dos demais equipamentos agrícolas. Uma análise mais detalhada do processo de instalação da indústria no País pode ser encontrada em Fonseca(1987).

<sup>12</sup> A noção de "guidepost" de Sahal enfatiza a idéia de que uma inovação depende do refinamento de padrões tecnológicos, o projeto dominante, que embute concepções técnicas fundamentais de um produto. A emergência de um marco de orientação tecnológica depende da culminação de avanços anteriores, o que se dá de forma gradual e cumulativa. Trata-se, raramente, de uma questão de dar saltos radicais, mas de superar problemas que vão se apresentando nas diferentes atividades. Neste processo, ficam determinados o ponto de partida e a direção do progresso técnico, a partir de um conjunto de circunstâncias específicas a uma indústria ou a um conjunto de indústrias.

A história da tecnologia de tratores agrícolas destaca o aparecimento, na década de 20, de dois padrões básicos – “Fordson”, da Ford e “Farmhall”, da Harvester –, que moldaram o curso da trajetória tecnológica naquela indústria durante muito tempo.

O sucesso comercial do Fordson, um modelo muito simples, fundido a ferro, deve-se ao fato de ser montado em série, o que proporciona um custo de produção mais baixo. O Fordson não era exatamente um trator versátil, e sim uma espécie de locomotiva agrícola, uma máquina de arrastar. O seu uso era ainda limitado, pois permanecia inútil para um conjunto de operações agrícolas, exceto as de arar e gradear, e, mesmo para estas operações, o projeto Fordson estava longe de representar o ideal. A ausência de estabilidade destes modelos era um de seus principais problemas e acabava por tornar o modelo muito inseguro.

No início da década de 20, o Fordson domina o mercado americano e canadense e, em 1925, suas vendas representam cerca de 70% dos 158 mil tratores vendidos nos Estados Unidos. Durante algum tempo, as especificações técnicas básicas deste projeto mantêm-se praticamente inalteradas, embora novos aperfeiçoamentos sejam introduzidos.

Mais versatilidade da máquina só foi atingida em 1925, com o desenvolvimento de um trator de uso geral pela International Harvester, o Farmhall, novo projeto dominante. O seu “design” representa a primeira concepção de trator genérico, adaptado para diferentes operações agrícolas. Entre as melhorias que apresenta, incluem-se a elevação do eixo traseiro, que aumenta a distância do solo, e o ajustamento do espaço entre rodas dianteiras. Estas melhorias vão permitir o deslocamento do trator entre as linhas agrícolas, estendendo seu uso aos sistemas de cultivo extensivamente alinhados, como o praticado nas pradarias norte-americanas. Outra novidade é a introdução de mecanismos que facilitam a elevação dos implementos acima do solo.

Entre os anos 20 e 40, a concepção do Farmhall orienta o desenvolvimento tecnológico dos tratores, servindo de referência ao desenvolvimento dos “designs” dos concorrentes. Pouco a pouco, a sucessiva incorporação de melhorias incrementais aumenta o grau de complexidade do trator – na realidade, do seu sistema mecânico –, levando o potencial do padrão Farmhall a atingir seu nível máximo, esgotando rapidamente a possibilidade de introduzir aperfeiçoamentos adicionais e pressionando o surgimento de um novo projeto básico.<sup>13</sup>

Este novo projeto dominante viabiliza-se a partir do desenvolvimento do

<sup>13</sup> Nesta época, a John Deere lança o seu modelo “D”, uma máquina não muito versátil, mas de baixo custo.

sistema hidráulico, com hastes em três pontos no mecanismo de engate, que resolve um dos problemas principais dos "designs" anteriores: o mau desempenho do trator causado pela forte resistência do solo aos implementos. A nova concepção de engate do mecanismo de junção do trator aos seus implementos confere maior estabilidade às operações agrícolas, permitindo que o trator opere com implementos cada vez maiores e mais sofisticados.

Patenteada em 1926 por Ferguson, a inovação só é adaptada a um trator americano em 1939, depois de longo processo de tentativas e experimentações, apesar de existir evidências de que antes de 1920 já se tentava acoplar arado a tratores através de um mecanismo de engate semelhante. Foram necessários quase 20 anos para que o novo sistema, junto com as mudanças de "designs", fosse bem sucedido. Só em 1946 o trator Ferguson é oferecido em escala comercial.

O "design" Ferguson constitui uma inovação, na medida em que representa, assim como os anteriores, a emergência de um novo projeto dominante, que vai guiar a evolução tecnológica posterior. Com ele, no entanto, o objetivo de transformação tecnológica deixa de ser apenas o trator e passa para o sistema integral (conjunto trator/implemento).<sup>14</sup> Se, até a Segunda Guerra, os tratores apresentavam características bastante diferenciadas, a partir do projeto Ferguson estas diferenças passam a se atenuar, manifestando-se forte tendência à convergência dos "designs". O seu sucesso e a sua ampla difusão favorecem a padronização dos projetos, dos componentes e das peças. A evolução tecnológica tende a ser congelada em torno dos "designs" dominantes, atenuando o ritmo de introdução de inovações e melhoramentos associados à diferenciação de produtos. A partir daí, esta evolução parece tomar outra direção, orientando-se através da adequação dos produtos a normas de qualidade e níveis de tolerância dos sistemas mecânicos, agora mais exigentes e sujeitos à regulamentação.

A padronização vem facilitar o intercâmbio de partes e subsistemas dos tratores, aumentando a integração da indústria mundial e gerando uma nova divisão de tarefas, que permite, por exemplo, que o motor seja fabricado na Inglaterra e a montagem final seja realizada nos Estados Unidos. A sua grande vantagem, do ponto de vista interno da empresa, é a redução dos

<sup>14</sup> Entre as melhorias introduzidas na pós-guerra, algumas foram compartilhadas com a indústria automobilística e de autopeças, outras foram aperfeiçoadas na própria indústria de tratores, como o mecanismo de tomada de força contínua, que permite ao trator desengrenar sem interromper a transmissão de força aos implementos, e a introdução de tração nas quatro rodas. O conjunto de melhoramentos e inovações posteriores tem encorajado o aumento da capacidade de tração associado à maior potência. Entre 1948 e 1968 a potência média destas máquinas praticamente dobrou, passando de 27 para 70 HP, e de lá para cá continua a aumentar.

custos associada a ganhos de escala no processo de fabricação e nas compras.

Às vésperas da década de 60, as maiores manufaturas norte-americanas fabricam tratores cada vez mais semelhantes, adotando motores e sistemas mecânicos de um número menor de fornecedores. A tendência à padronização influi decisivamente as práticas de concorrência oligopolizadas, por sua vez fortemente baseadas em economias de escala. Os maiores fabricantes de tratores passam então a controlar a oferta de quase toda a linha de máquinas agrícolas (a "full-line"), mesmo que não fabriquem os implementos diretamente, como estratégia de controle de vendas. Em alguns casos, tentam associar os implementos definitivamente aos próprios tratores, incompatibilizando-os com modelos dos concorrentes. Esse processo estimula uma reorganização dos mercados, reunindo fabricantes especializado de implementos com produtores de tratores.

A tendência de padronização, no entanto, não é única. A necessidade de adaptação dos equipamentos às condições específicas de uso continua a ser uma das causas mais importantes da introdução de melhorias e inovações associadas à diferenciação qualitativa de produtos. Mesmo o trator, um equipamento de uso genérico, tem que se adaptar a certas situações específicas, o que não significa que o projeto tenha de ser redesenhado frequentemente, mas que haverá um estímulo constante a mudanças e alterações no "design".

Após a Segunda Guerra ocorre grande expansão dos mercados de tratores nos países desenvolvidos. Esta expansão coincide com a consolidação do padrão Ferguson, o que traz grande dinamismo às firmas e à concorrência. A partir da década de 50, a busca de padronização e as economias de escala contribuem para dar uma certa rigidez às estruturas de mercado, ajudando a reorganizar e hierarquizar as relações entre empresas. Desde então, alguns grupos abandonam seus mercados tradicionais e partem para países como Brasil, Austrália, África do Sul e Argentina.

Identifica-se, ainda, um terceiro movimento, que se inicia no final dos anos 70, de aquisições e fusões de empresas, o que vem reforçar o processo de concentração de capitais e oligopolização da indústria mundial de tratores e equipamentos agrícolas. Este terceiro movimento também coincide com a difusão de tecnologias "genéricas" associadas a inovações na indústria de informática. Estas inovações vão permitir a combinação de ganhos de escala e de tamanho, com maior flexibilidade no processo (e nas linhas) de montagem dos produtos.

Mesmo com a forte tendência à padronização, o processo de concorrência ainda continua a orientar-se pela possibilidade de diferenciação "qualitati-

va" dos produtos, dentro de segmentos específicos do mercado. É a partir destes segmentos que as empresas procuram adquirir maior capacidade competitiva, acrescentando melhorias e inovações aos seus produtos. No caso dos tratores, os produtos são classificados por classe de potência; no caso das colheitadeiras, pelas características dos produtos a que se destinam, e assim por diante.

Observe-se que as firmas, ou grupo de firmas, têm relativa liberdade para seguir uma determinada rota ou trajetória tecnológica, seja ela de padronização ou diversificação. Uma vez feita a escolha e realizados os investimentos inovativos, essa liberdade de escolha diminuirá, passando a depender de circunstâncias externas, como incentivos governamentais, subsídios, etc.

A indústria brasileira de equipamentos de agricultura teve sua base implantada a partir da década de 60, no rastro das metas projetadas para a indústria automobilística e de autopeças, no governo JK. Uma vez instalada, e já com caráter de oligopólio, ela vai combinar uma tendência de padronização relativa com diversificação dos produtos. Essa diversificação, por sua vez, é estimulada pela existência de uma agricultura heterogênea e em franco processo de modernização, ainda que com baixa capacidade de investimento. É este potencial de expansão agrícola, ao lado de incentivos governamentais à indústria, que motiva a vinda de empresas do porte da Massey-Ferguson e da Ford. O baixo poder aquisitivo do agricultor brasileiro é compensado, durante muitos anos, pela oferta generosa de crédito de investimento, ajudando a sustentar altos níveis de demanda interna durante quase 15 anos.

Das sete empresas que atuam na fabricação de tratores agrícolas no País (Maxion, Valmet, Ford, CBT, Santa Matilde, Müller e Yanmar), apenas as três primeiras concentram mais de 80% das vendas numa estrutura de mercado fortemente oligopolizada. No entanto, esta situação está mudando em resposta a uma tendência de reestruturação mundial da indústria, sob forte pressão da concorrência e altos níveis de capacidade excedente, que se manifestam desde meados da década de 80. Deste processo de mudança, provavelmente a Fiat emergirá como principal rival da Maxion e da Valmet no País, uma vez que acaba de fazer acordo com a Ford, o que a coloca em segundo lugar no mercado mundial. Esta reestruturação dependerá também das circunstâncias conjunturais e do desfecho da forte recessão que atinge a indústria de equipamentos no País.

Como a competição entre as empresas ocorre em segmentos do mercado distribuídos de acordo com as classes de potência, é a partir delas que as empresas estabelecem suas estratégias de concorrência, entre as quais uma das mais importantes é a incorporação de melhorias tecnológicas. Estas melhorias ajudam a diferenciar o produto e a melhorar o seu desempenho ope-

racional, ou "moral performance", condição fundamental para o sucesso comercial de um trator ou colheitadeira e de sua aceitação pelo usuário.

As empresas procuram combinar esta estratégia com a busca constante de menores custos e economias de escala. Esta última tendência é incorporada com grande naturalidade pelas filiais de empresas multinacionais, reforçando a tendência de padronização dos produtos<sup>15</sup>. No entanto, os fabricantes de tratores também procuram maior qualificação de seus produtos, atingindo os usuários através da rede de revenda e da assistência técnica.

É desta tensão entre a tendência à padronização – associada à reestruturação da indústria mundial – e ao estímulo à diversificação – por meio da introdução de melhorias e inovações que se destinam a adaptar o trator às circunstâncias específicas de uso – que se definirá um novo padrão de evolução tecnológica para as máquinas agrícolas, com as conseqüentes implicações sobre o processo de produção agrícola.

## CONCLUSÕES

É intenção deste artigo chamar a atenção para o fato de que a lógica de integração agroindustrial pode ser observada por meio das trajetórias tecnológicas, que se estendem desde a indústria de equipamentos agrícolas, sementes e insumos até o setor agrícola. Esta lógica também se manifesta nas rotinas internas das firmas. As duas abordagens são complementares e utilizam o mesmo referencial neo-schumpeteriano, destacando, em especial, a importância do progresso técnico tanto como elemento de estratégia empresarial como dado da estrutura (agro) industrial.

Esta abordagem permite mostrar como o padrão tecnológico agrícola é altamente dependente das inovações oriundas de outras indústrias. A atividade agrícola, isoladamente, não é capaz de gerar um processo de dinamismo tecnológico endógeno e auto-sustentado. O seu dinamismo está, por exemplo, atado ao ritmo de introdução de inovações, que ocorrem em função da rápida necessidade substituição e diferenciação de produtos finais na indústria de defensivos. A indústria de equipamentos, em especial, está sempre sendo bombardeada com mensagens que orientam a adaptação da maquinaria a certas especificações. A mecanização da colheita acena para a indústria em função da urgência de colher grãos e cereais num curto lapso de tempo, para evitar danos físicos e perdas pecuniárias. Ao mesmo tempo, a complexidade dos equipamentos e sistemas mecânicos (e a resolução dos problemas que

---

<sup>15</sup> Uma análise mais minuciosa da influência do progresso técnico sobre a indústria de máquinas pode ser encontrada em Fonseca (1990, cap. 5).

surtem no processo de fabricação) atua como incentivo ao desenvolvimento tecnológico dos tratores e outros equipamentos.

Para que sejam bem sucedidos do ponto de vista econômico e proporcionem retornos para quem as introduz, as inovações genéticas e biológicas exigem o aporte de insumos químicos em condições especiais – e mecanizadas – de cultivo, o que enseja uma forte complementaridade entre as diferentes técnicas. As novas variedades de alto rendimento de trigo, soja, milho e arroz podem não ser mais produtivas do que as tradicionais, se cultivadas de acordo com técnicas de manejo tradicionais. Outro exemplo desta complementaridade é o alto grau de sensibilidade aos fertilizantes provocada pela manipulação genética. A capacidade de potencialização de um ingrediente ativo de um defensivo ou pesticida depende de adaptação aos equipamentos e à forma de aplicação. O uso de herbicidas exige o desenvolvimento paralelo de equipamentos para aplicação, estimulando sua venda na indústria de máquinas e implementos. A pesquisa genética procura incluir nas futuras plantas características que as adaptem ao uso da colheita mecanizada. Esta complementaridade tende a reforçar o padrão tecnológico para a agricultura na medida em que assegura ganhos diferenciais ou extraordinários para as indústrias que desenvolvem as inovações. Na agricultura o resultado faz-se sentir em termos de mudança no seu processo produtivo, traduzindo-se em aumento de produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.T. **Tecnologia, concorrência e mudança estrutural**; a experiência brasileira recente. São Paulo: IPEA-PNPE, 1985.
- ARAÚJO, N.B. et al. **Complexo agroindustrial**; o "agribusiness" brasileiro. São Paulo: Agroceres, 1990.
- CASTRO, A.C. **Crescimento da firma e diversificação produtiva**; o caso da Agroceres. Campinas: Unicamp-IE, 1988. (Tese de Doutorado). Mimeo.
- CASTRO, A.C. **Empresa e complexo agroindustrial**; caminhos da diversificação produtiva. IEI/FINEP, 1987. Apresentado no Seminário sobre Complexos Agroindustriais.
- CASTRO, A.C. **Inovação tecnológica e crescimento da firma**. Anais da ANPEC, 1986.
- CORNET NAIDIN, L. **Crescimento e competição na indústria de defensivos agrícolas no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRRJ-CPDA, s.d. (Dissertação de Mestrado).
- DOSI, G.; TEECE, D.J.; WINTER, S.G. **Towards a theory of corporate coherence; preliminary remarks**. [s.n.t.]. Mimeo.

- FONSECA, M. da G.D. **Concorrência e progresso técnico da indústria de máquinas para a agricultura**; um estudo sobre trajetórias tecnológicas. Campinas: Unicamp-IE, 1991. (Tese de Doutorado).
- FONSECA, M. da G.D. **Indústria de máquinas e implementos agrícolas e processos técnicos na agricultura**; uma visão intersetorial. Anais da ANPEC, vol. II, 1987.
- LUNDEVALL, B.A. Innovation as an interactive process; from user producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. et al. **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.
- NELSON, R.; WINTER, S.G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: The Belknap University Press, 1982.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change; towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v.13, p. 343-375, 1984.
- ROSEMBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- SAHAL, D. **Patterns of technological innovations**. New York: A. Wesley, 1981.
- SCHUMPETER, J. **Capitalism, socialism and democracy**. New York: Harper & Row, 1943.
- SILVEIRA, J.M. da. **Progresso técnico e oligopólio**; as especificidades da indústria de sementes no Brasil. Campinas: Unicamp-IE, 1984. (Dissertação de Mestrado).