

# UMA CRÍTICA À TEORIA NEOCLÁSSICA SOBRE A GERAÇÃO DE TECNOLOGIA PARA A AGRICULTURA \*

Altivo Roberto Andrade de Almeida Cunha \*\*

## 1 INTRODUÇÃO

A recente bibliografia econômica tem dedicado um crescente espaço para a questão tecnológica na busca da compreensão dos fenômenos do florescimento e fenecimento das economias contemporâneas. Do solo schumpeteriano têm germinado concepções que colocam o progresso técnico no cerne da definição dos novos padrões de desenvolvimento decorrentes da reestruturação em curso das economias capitalistas na virada deste século.

O reconhecimento da predominância dos capitais urbano-industriais na determinação da dinâmica capitalista e dos impactos intersetoriais advindos desta relação desloca a análise do desenvolvimento da agricultura do campo para a cidade. O que torna peculiar a questão tecnológica na agricultura, no entanto, é justamente a resistência à imposição da lógica industrial de produção no campo. Tal resistência é ditada pelas características inerentes às condições que envolvem um elo natural na cadeia produtiva (Goodman, Sorj, Wilkinson, 1987). Tal embate tem se refletido na apropriação gradual e descontínua de etapas de produção agrícola pela indústria. Estas "conquistas" têm redefinido constantemente a relação agricultura-indústria, com a emergência de uma ordem que, redesenhando os contornos setoriais, sugere a conformação de uma estrutura agroindustrial regida pelos capitais urbanos.

Apesar desta "nova dinâmica" do desenvolvimento agrícola, marcada pelo estreitamento das relações agroindustriais, as abordagens teóricas preponderantes sobre a geração, difusão e adoção de tecnologia agrícola são aquelas edificadas pela Escola Neoclássica, pautada num enfoque setorializado, atribuindo à agricultura uma dinâmica autodeterminada.

A análise da literatura neoclássica, a despeito das soluções insatisfatórias que apresenta, reveste-se de importância por duas razões: a primeira é que o tema (tecnologia agrícola) tem sido apropriado pela escola neoclássica praticamente com exclusividade. A coleta de dados históricos sobre o desenvolvimento tecnológico é um importante arcabouço de informações, embora sua interpretação possa ser questionada.

A segunda razão deve-se à grande difusão destas abordagens, que têm influenciado a condução de políticas tecnológicas nos países do Terceiro Mundo, em especial o Brasil.

---

\* Agradeço os valiosos comentários dos Professores Maria Regina Nabuco e Mauro Borges Lemos, do CEDEPLAR. A responsabilidade pelas falhas e omissões, no entanto, deve-se inteiramente ao autor.

\*\* Mestrando em Economia pelo CEDEPLAR.

Este trabalho se propõe a uma iniciativa pioneira no sentido de desenvolver uma nova avaliação crítica da Teoria Neoclássica sobre as inovações na agricultura. Trata-se de, resgatando conceitos úteis da literatura neoschumpeteriana, proceder a críticas aos principais pressupostos da solução neoclássica, deixando de lado um possível esforço em "buscar a consistência interna do modelo" para assumir sua incapacidade global em explicar os fenômenos tecnológicos na agricultura.

O embasamento fornecido por autores como Dosi (1985), Nelson, Winter (1985) nos permitirá questionar os principais argumentos da resposta neoclássica sobre os mecanismos indutores da geração de tecnologia para a agricultura. Ao afirmar o caráter autônomo da tecnologia, não estaremos, no entanto, renegando as influências do mercado mas, sobretudo, compreendendo os processos da geração tecnológica que continuamente reestruturam as relações intersetoriais no campo. Os processos de difusão e adoção tecnológica se tornarão objetos de trabalhos subseqüentes à luz destas considerações.

Na primeira parte deste trabalho (Itens 2 e 3) encontra-se uma breve descrição dos fundamentos da Teoria Neoclássica sobre a geração de tecnologia para a agricultura, centrando foco no modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan, peça central da construção teórica neoclássica, como sugere Monteiro (1985).

A segunda parte (Item 4) trata da seleção, naturalmente com certo teor de arbitrariedade, mas objetiva, dos cinco pressupostos centrais do modelo e as limitações analíticas decorrentes desta construção teórica. Tratados em tópicos separados abordamos os seguintes pressupostos:

- 1) concorrência perfeita no mercado de insumos e produtos;
- 2) o preço relativo dos fatores determinando a direção das mudanças técnicas;
- 3) a agricultura "subordinando" a indústria;
- 4) existência de pressões e motivações sobre a pesquisa pública; e, finalmente
- 5) a concepção de seqüências cumulativas de inovações.

O título final conclui pela necessidade de uma nova abordagem teórica que privilegie o papel estrutural da tecnologia no desenvolvimento agrícola e que identifique as motivações do desenvolvimento tecnológico como fruto da concorrência das estruturas industriais com interesse na agricultura.

## **2 FUNDAMENTOS DOS MODELOS DE GERAÇÃO DE TECNOLOGIA PARA A AGRICULTURA**

A análise neoclássica recente tem como origem as contribuições de Theodore Shultz, que conduzem o setor industrial e o Estado a um lugar de relevância (embora ainda timidamente) dentro da análise do desenvolvimento agrícola.

Em linhas gerais, suas contribuições ampliam o espectro analítico neoclássico tradicional, que enfocava a agricultura sob uma visão fechada de equilíbrio parcial. Dois modelos propostos por Schultz lançam as bases do novo viés neoclássico. O

**modelo de impacto urbano-industrial** (Schultz, 1965), desenvolvido com o intento de explicar as diferenças espaciais na renda do trabalho do setor agrícola, tem como principal argumento uma análise centrada na integração entre os setores industrial e agrícola, onde o fator locacional relativo aos centros urbanos industriais exerceria influência marcante no desenvolvimento agrícola. Embora o sucesso do modelo tenha sido bastante relativo, conseguiu incorporar à visão neoclássica a questão da relação da agricultura com o setor industrial fora do receituário tradicional das análises de equilíbrio parcial, ou seja, dentro de uma noção de interação (ainda que, como veremos à frente, de forma insatisfatória). A segunda contribuição, de maior relevância, refere-se ao **modelo dos insumos de alto rendimento** (*high pay off input model*).

O aspecto inovador deste modelo reside na percepção de que a adoção de uma tecnologia agrícola, em determinada região ou país, é influenciada pelos obstáculos específicos impostos pela dotação de recursos naturais e das condições herdadas do ambiente (Dall Acqua, 1983). Considera, portanto, a tecnologia como uma resposta direcionada por determinadas condições específicas que não são abstraíveis. Tal modelo entende que os investimentos conduzidos pelo Estado em pesquisas, voltadas para a adoção de insumos que propiciam uma melhoria de produtividade, são a forma de canalizar conhecimentos disponíveis em outras esferas, para a solução de problemas específicos na agricultura. Com isto, tal abordagem coloca a tecnologia no centro da análise sobre o desenvolvimento da agricultura. A constatação de que as tecnologias agrícolas são fracamente transferíveis, necessitando de uma adaptação aos diferentes ambientes, é importante uma vez que deixa de tratar a tecnologia como dada, como um fator exógeno.

Tais pressupostos são incorporados pelo modelo das **inovações induzidas** proposto por Hayami, Ruttan (1971), que procura explicar o mecanismo de geração de tecnologia, para o que o modelo de Schultz não oferece explicações. Tal modelo aparece como o esforço mais desenvolvido no sentido da explicação da geração de tecnologia para a agricultura e, em linhas gerais, estabelece o paradigma neoclássico sobre a questão.

### 3 O MODELO DE INOVAÇÕES INDUZIDAS

A proposta de Hayami, Ruttan (1971) se apresentou com a sedutora perspectiva de tratar a mudança tecnológica como um fator endógeno, como elemento dinâmico do desenvolvimento da agricultura, em resposta às condições herdadas do ambiente natural e econômico.

Tomando a empresa agrícola como maximizadora de lucros, e sob concorrência perfeita, tanto no mercado de produtos agrícolas, como de insumos, os autores partem da Teoria dos Salários de Hicks para assumir que as mudanças tecnológicas ocorrem em função da alteração dos preços relativos dos fatores de produção. A tecnologia, desta forma, se apresentaria como a resposta poupadora de fatores de produção relativamente escassos (em concorrência perfeita, mais caros) por fatores mais abundantes (mais baratos).

Duas concepções para inovação estão presentes em sua abordagem. Uma de caráter geral, que estabelece que as inovações envolvem um "amplo espectro de novidades na ciência, tecnologia, administração industrial e organização econômica" (Hayami, Ruttan, 1971, p. 54). A generalidade desta definição aparece como a intenção expressa, textualmente, de "ampliar a estreita concepção schumpeteriana de inovação". O propósito, no entanto, parece ser o inverso. A amplitude da concepção de Schumpeter não serve aos autores, pois inviabiliza a tese central de que as mudanças tecnológicas são induzidas pelas mudanças nos preços dos fatores de produção, dentro de uma função de produção dada.

A definição detalhada de inovação se apresenta pouco a seguir e revela a amplitude real da abordagem desenvolvida pelos autores. A mudança tecnológica é definida como "qualquer mudança nos coeficientes de produção resultante das atividades dirigidas para o desenvolvimento de conhecimentos incorporados em projetos, materiais ou organizações" (Hayami, Ruttan, 1971, p. 56). A mudança tecnológica expressa, desta forma, o resultado de uma escolha numa curva de possibilidades técnicas definidas a partir de uma função de produção. Neste sentido, não há uma relação entre "mudança técnica" e "progresso técnico", uma vez que a técnica não é analisada como revolucionadora do processo, mas uma opção dentro de um estoque de conhecimentos pré-existentes.

Sendo a função primordial da tecnologia a de poupadora de recursos, é elaborada uma taxonomia geral das principais tecnologias agrícolas. Assim, as inovações mecânicas de forma geral seriam poupadoras de trabalho, enquanto as biológicas e químicas seriam predominantemente poupadoras de terra. Desenvolvimentos em novas técnicas de plantio, ou novas sementes, são considerados como "elementos catalizadores" (Hayami, Ruttan, 1971, p. 44) que facilitariam a substituição de recursos mais escassos pelos mais abundantes.

Quanto à construção propriamente dita do modelo, esta se dá a partir de quatro dimensões: a do setor privado, a do setor público, a do aparato institucional e na perspectiva de longo prazo para a economia do setor agrícola.

A abordagem da inovação induzida no setor privado é paradoxalmente a menos desenvolvida. A única hipótese presente é a de que é totalmente racional para as firmas em concorrência perfeita alocar fundos para desenvolver tecnologias que facilitem a substituição de fatores crescentemente mais caros por mais baratos.

Quanto à inovação induzida no setor público, trata-se da transposição dos pressupostos do modelo de *high pay off input* ao ambiente do modelo de inovação induzida. Assim, o mecanismo de inovações induzidas no setor público se manifestaria a partir da mudança dos preços dos fatores de produção, sendo as respostas condicionadas pelos resultados das pesquisas conduzidas pelas instituições públicas.

De acordo com a definição formal dos autores, as novas tecnologias geradas nas instituições públicas teriam como linha os sinais de mercado (preços) e como determinante do ritmo a interação destas instituições com agricultores e firmas ofertantes de insumos. A mecânica do processo é bastante linear: dado um aumento da renda dos setores não agrícolas, cresce a demanda por produtos agrícolas, o que eleva relativamente o preço dos fatores de produção cuja oferta é menos elástica. Os

agricultores, induzidos pela mudança nos preços relativos, irão demandar técnicas que economizem os fatores mais caros e, para isto, pressionarão, através de associações, as instituições públicas para o fornecimento de novas alternativas, bem como demandarão das firmas aquelas tecnologias que poupem os recursos mais escassos. Desta forma tanto mais eficiente é o processo quanto mais descentralizada (dispersa espacialmente) for a pesquisa.

Dada a limitação da explicação do mecanismo de indução, os autores admitem alguns "relaxamentos" de suas hipóteses e argumentam que a mudança técnica na agricultura não estaria totalmente dentro da característica induzida, de forma que haveria uma dimensão exógena ao processo. Assim, admitem que "a mudança técnica na agricultura reflete, em adição aos efeitos dos recursos naturais herdados e ao crescimento econômico, o **progresso da ciência e da tecnologia**" (Hayami, Ruttan, 1971, p. 59) (grifo meu). Portanto, uma vez que a mudança técnica reflete também as mudanças na tecnologia, esta é encarada como elemento exógeno de análise, ou seja, é dada, escapando da proposta de trabalho de tratar a tecnologia como elemento endógeno do desenvolvimento agrícola. A solução deste paradoxo não se encontra evidentemente dentro dos limites do modelo de inovações induzidas, porque este tem como pressuposto implícito que o centro dinâmico do desenvolvimento agrícola permanece na esfera rural. Assim, o desenvolvimento tecnológico da indústria para a agricultura é dado, porque o modelo não o comporta.

A outra dimensão do processo de inovações induzidas refere-se ao rebatimento das mudanças técnicas do setor agrícola no aparato institucional. A proposta dos autores é que os indivíduos e a sociedade vão se esforçar no sentido de tirar plena vantagem das novas tecnologias, e isto tem como efeito uma mudança nas normas e papéis que envolvem a ação pública, como a reorganização da propriedade fundiária ou da "socialização da pesquisa". Para os autores, a "socialização de maior parte da pesquisa agrícola, particularmente a que leva a avanços na tecnologia biológica, representa um exemplo de inovação no setor público designado para realizar para a sociedade ganhos potenciais dos avanços na tecnologia agrícola" (Hayami, Ruttan, 1971, p. 60). O modelo admite, no entanto, a existência de interesses contraditórios na esfera institucional, e o fato de que os caminhos da sociedade para realizar otimamente os ganhos das inovações dependem, em última instância, da organização política e da hegemonia de poder.

O último nível de análise é uma tentativa de compreender o processo das mudanças tecnológicas ao longo do tempo. Embora pouco desenvolvido, comporta soluções que ampliam o horizonte analítico do modelo induzido.

Assumem que o desequilíbrio é, sob uma perspectiva dinâmica, o elemento fundamental na indução da mudança técnica e que a sucessão de mudanças causa estrangulamentos que extravazam a órbita agrícola. Textualmente, afirmam Hayami, Ruttan (1971, p. 2):

"um desequilíbrio dentro da agricultura e entre a agricultura e outros setores da economia é uma importante fonte de estímulo para trás e para frente, de forma a transmitir o progresso técnico da agricultura para o desenvolvimento geral da economia".

Os elementos novos que a "seqüência dinâmica" incorpora são:

- a) a existência de uma relação à montante e à jusante da agricultura, um *linkage* através do qual se propagam os efeitos das mudanças técnicas;
- b) os efeitos das mudanças podem provocar estrangulamentos em determinados pontos dos *linkages*, através de descompassos produtivos e estimular uma onda de inovações ("seqüências cumulativas"), deflagrada continuamente devido à constatação de que a solução para um problema resultante de um estrangulamento geralmente cria outro estrangulamento (Hayami, Ruttan, 1971, p. 62). Permanecem intocadas, no entanto, as duas premissas principais, a de que as inovações primárias ocorrem pela indução da mudança dos preços relativos dos fatores, e que na agricultura está o centro dinâmico da acumulação dos *linkages* agrícolas, o que equivaleria a dizer que a agricultura subordina a indústria.

Descritas as principais características do modelo de inovações induzidas, vamos, a seguir, para as principais críticas aos pressupostos que entendo básicos deste modelo.

## 4 PRESSUPOSTOS CENTRAIS E CRÍTICAS

### 4.1 Concorrência perfeita no mercado de insumos e produtos

O pressuposto da concorrência perfeita no mercado de insumos e produtos é um recurso analítico neoclássico de extrema importância para a construção dos modelos de desenvolvimento e mudanças técnicas. As implicações da adoção deste pressuposto se revelam basicamente em três aspectos:

- a) os preços de mercado são perfeitos sinalizadores da escassez de produtos e insumos;
- b) o mercado de insumos é concorrencial, seus produtos são substitutos entre si numa situação de renda limitada e as firmas não podem alterar sua posição no mercado;
- c) o mercado de produtos agrícolas é concorrencial, o produto homogêneo e o mecanismo de preços o único regulador.

A argumentação presente neste trabalho será a de que o mercado de insumos tem uma estrutura oligopolística, comporta-se de forma a constituir e alterar seu mercado por mecanismos que não são explicados pela estrutura de preços, não é composto por indústrias homogêneas e nem de firmas homogêneas dentro das indústrias (Mueller, 1986). Da mesma forma, parte-se da constatação de que o mercado de produtos agrícolas apresenta "imperfeições" que não permitem descrever o crescimento da agricultura pela pura relação de preços, ou seja, o fato de que a agricultura se articula e é subordinada pela indústria impõe uma lógica que não é apreendida pelo prisma da concorrência perfeita.

As críticas a estes aspectos e a proposição de outros recursos analíticos se encontrarão dispersas ao longo deste trabalho. Alguns comentários rápidos sobre a primeira implicação, quanto aos preços como perfeitos sinalizadores da escassez de fatores de produção, se fazem pertinentes.

A despeito do amplo trabalho empírico realizado por Hayami, Ruttan (1971), a admissão da perfeita correspondência preços-quantidade dos fatores de produção (terra, trabalho e capital) na agricultura é dificultada por alguns aspectos peculiares à órbita agrícola. No caso específico brasileiro, a presença de crédito, de subsídios e da especulação fundiária se apresentam como elementos que contribuem para a distorção desta relação e que não podem ser abstraídos. A questão, contudo não é insolúvel para o tratamento empírico, mas reflete a necessidade de um tratamento dos dados sobre preços, o que leva à constatação de que estes não são formados totalmente a partir da intersecção das curvas de oferta e demanda. Não cabe neste trabalho, no entanto, aprofundar a questão sobre a formação de preços dos fatores de produção.

## 4.2 O preço relativo dos fatores de produção determina a direção das mudanças técnicas

A peça fundamental do enfoque neoclássico sobre as mudanças técnicas reside na proposição de que estas ocorrem e são determinadas pelas mudanças relativas nos preços dos fatores de produção. As implicações principais podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- a) a tecnologia é uma resposta à mudança das condições de mercado, sinalizadas pelos preços dos fatores, o que implica em que a mudança tecnológica é "puxada" pelas condições da demanda (*pull demand*) (Dosi, 1985) e que a direção dos desenvolvimentos tecnológicos é definida *a priori* pelo ambiente de mercado. Subjacente a esta proposição está o papel passivo e mecânico da tecnologia frente ao mercado, isto é, não revoluciona o processo produtivo porque se dá dentro de uma função de produção, ou de uma curva de possibilidades técnicas de que se pode lançar mão em função da mudança do ambiente de mercado;
- b) a tecnologia é sempre uma resposta poupadora de recursos, portanto voltada para a minimização de custos (Romeiro, 1988).

A primeira implicação confina a tecnologia a um papel de escolha de técnicas disponíveis, de forma que não guarda proximidade com a visão schumpeteriana de progresso técnico como elemento revolucionador. O papel passivo e mecânico que é atribuído à mudança técnica descaracteriza a feição dinâmica da busca da inovação. Esta passa a ser vista como o resultado de uma escolha de técnicas dentro de um estoque de conhecimentos pré-existentes, e objetiva não a conquista de mercado ou manutenção de mercados, mas tornar a firma racional na maximização de lucros através da minimização de custos.

De acordo com Dosi (1985) há três fraquezas básicas presentes nesta abordagem: a da noção de reação passiva e mecânica da tecnologia em relação ao

mercado; a incapacidade de definir porque e quando um desenvolvimento tecnológico ocorre em detrimento de outros, e num *timing* específico; e a da visão que negligencia as mudanças na capacidade inventiva que não são conduzidas por nenhum relacionamento direto com as condições de mercado determinadas *a priori*. Não se trata, como esclarece Dosi, de desconsiderar as influências de mercado, mas de considerar que "não há evidências suficientes que as necessidades expressas através dos sinais de mercado são o principal motor da atividade inovativa" (Dosi, 1985, p. 10-11).

As críticas de Dosi procuram resgatar a visão do papel central da mudança técnica na conformação das estruturas econômicas, sendo a tecnologia a principal arma da concorrência. A visão neoclássica não consegue captar este papel dinâmico porque coloca a tecnologia no papel de efeito, eco, resposta, e não como motor, impulso.

Diversos trabalhos empíricos realizados têm procurado comprovar a condição precípua da tecnologia como poupadora de recursos. Merecem destaque, no entanto, os comentários de Nelson, Winter (1985) em relação à experimentação de Solow sobre as mudanças técnicas na indústria norte-americana de 1909 a 1941. O trabalho empírico desenvolvido por Solow (1951) citado por Nelson, Winter (1985, cap. 9) procurou demonstrar que houve, neste período, determinadas mudanças tecnológicas que teriam refletido as mudanças dos preços relativos dos fatores de produção. Ao refazer o trabalho de Solow, Nelson e Winter comprovam a existência de um padrão temporal que expressa uma mudança no uso e preço dos insumos e produtos, semelhante aos resultados obtidos por Solow. A análise deste último, no entanto, se mostra incapaz de identificar a gênese da técnica, e apenas considerar que esta tem sido motivada por uma mudança *a priori* dos fatores de mercado.

A proposta de Nelson, Winter (1985) é a de inverter a relação causal aventada por Solow, de forma que a tecnologia passasse a ser encarada como o fruto dos esforços de determinadas empresas para melhorar sua posição de mercado, ou garanti-la, e que teria como efeito, e não causa, a redução dos preços dos fatores. Assim, o movimento dos preços dos fatores seria um fenômeno *a posteriori* da inovação. A discussão caminha pela argumentação de que a premissa básica, visão que coloca no centro causal da mudança tecnológica a resposta aos preços de mercado, é que há um estoque de conhecimentos pronto para ser utilizado assim que mudem as sinalizações de mercado. A tecnologia assume uma característica de plena mobilidade em função das mudanças de curto prazo em preços de mercado, e não inovadora, na medida em que se faz a partir de conhecimentos já disponíveis, o que é frontalmente oposto a uma proposta que leve em conta o papel dinâmico da tecnologia.

Especialmente para a agricultura, é lícito admitir que as tecnologias não incidem somente sobre a produtividade de um ou mais fatores,<sup>1</sup> mas para ajustar etapas do processo às necessidades decorrentes das relações intra e intersetoriais (Aguiar, 1986).

-----  
<sup>1</sup> De acordo com a visão neoclássica, o aumento da produtividade de um fator equivale a dizer que está ocorrendo uma economia deste mesmo fator. Uma vez que, dada a função de produção, se o nível de produto ótimo já tiver sido atingido, este deverá ser mantido pela correta alocação dos fatores, de forma a maximizar lucros. Se admitirmos, porém, uma nova tecnologia pode deslocar a função de produção para a direita, a demanda para o fator que tem sua produtividade acrescida pode aumentar ao invés de ser economizada.

A definição de Hayami, Ruttan (1971) de que toda tecnologia agrícola é poupadora de recursos, ou então catalizadora de um processo que economize um recurso, é útil para a lógica interna de seu modelo, mas pouco consistente e relativamente forçada. Para estes autores, as tecnologias mecânicas são geralmente poupadoras de trabalho e as químicas e biológicas geralmente poupadoras de terra, embora admitam que possa se dar o contrário. As que não forem diretamente poupadoras, como as expressas em grãos ou novas técnicas de plantio, podem propiciar a economia de um ou outro fator. Ainda mais, num pacote tecnologicamente articulado, tais desenvolvimentos (químicos, mecânicos, biológicos ou de processo) podem assumir papéis duplos quanto a poupar recursos.

O que fica omitido pelo viés poupador é que a tecnologia pode alterar a forma e as relações de produção. Outro aspecto é que nem todas as tecnologias podem ser forçadas a se enquadrar na categoria poupadora como, por exemplo, as destinadas a melhorar a qualidade do produto e propiciar uma maior homogeneidade para o processamento industrial. Tais mudanças tecnológicas não parecem, apesar da evidência real de desenvolvimentos nesta área, ser reconhecidas pelos autores, principalmente em função da camisa de força imposta pelo pressuposto da concorrência perfeita, onde os produtos são homogêneos.

Da mesma forma, tecnologias que procuram garantir a entrega do produto ao comprador contratual (aquelas que visam ciclos biológicos regulares e menores, armazenamento pós-colheita) não podem ser consideradas estritamente como poupadoras de recursos. Igualmente técnicas de administração e gerenciamento como o desenvolvimento de *softwares* agrícolas escapam da definição poupadora (novamente o suposto da plena informação, dentro das condições de concorrência perfeita, turva a capacidade analítica da proposta das inovações induzidas). A suposição de equilíbrio sem incertezas também impede que se verifique a principal função da irrigação, que seria a de redução de risco e garantia de fornecimento de um elemento fundamental para o desenvolvimento biológico que é a água. Tal argumentação objetiva demonstrar apenas a dificuldade de se analisar as tecnologias nesta relação tradicional de suas dicotomias e seus objetivos. A alternativa será desenvolvida a partir de uma visão da articulação de várias tecnologias que cumprem simultaneamente vários objetivos, inclusive o de poupar recursos escassos, mas atendendo a uma estratégia não mais ditada pela economia de recursos, mas fortemente influenciada por um movimento apropriacionista (Goodman, Sorj, Wilkinson, 1987).

Aliada à limitação da concepção poupadora de recursos, os próprios dados gerados pelo modelo de inovações induzidas não confirmam tal hipótese no caso da agricultura brasileira. Tomando como base o trabalho empírico realizado por Santos (1987), que, aplicando o modelo de inovações induzidas para o Brasil, concluiu que as mudanças tecnológicas ocorridas na agricultura do princípio da década de cinquenta ao início de oitenta, não indicaram o comportamento poupador preconizado pelo modelo,<sup>2</sup>

<sup>2</sup> De acordo com o autor "os resultados obtidos indicam a presença de mudanças técnicas na agricultura brasileira, direcionada para poupar o uso de fatores relativamente mais abundantes no Brasil (terra e trabalho) e utilizar o fator máquinas, relativamente escasso" (Santos, 1987, p. 703).

o que referenda a posição da inadequação teórica da redução da tecnologia como puramente uma resposta poupadora de recursos.

### 4.3 A agricultura "subordinando" a indústria

A principal limitação do poder analítico das propostas de cunho neoclássico, quanto ao desenvolvimento agrícola, refere-se ao *status* que é atribuído ao setor agropecuário: como um setor particularizado, estanque, com sua dinâmica ditada por fatores endógenos ao próprio setor, sendo capaz de subordinar as indústrias a que esteja eventualmente articulado.

Tal *status* é conferido nem tanto por uma "herança fisiocrata", mas de acordo com o conceito de equilíbrio parcial, onde os produtos agrícolas e industriais são competidores – via preços – de uma renda limitada. A questão é que a admissão de fortes relações intersetoriais envolvendo a agricultura e ditando a dinâmica de um complexo agroindustrial, inviabiliza a análise da formação de preços dentro do *framework* neoclássico. A solução freqüente tem sido a de admitir as evidentes relações intersetoriais (Paiva, 1975), mas mantendo a suposição de que a maioria dos fatores que condicionam o desenvolvimento agrícola ainda é endógena ao setor, sendo que os fatores exógenos poderiam influenciar, mas não determinar tal dinâmica de crescimento. Se tal dinâmica é preponderantemente endógena ao setor agrícola, tal abordagem daria margem a uma interpretação de subordinação da indústria pela agricultura.

Partindo da evidência empírica de uma forte relação da agricultura com a indústria, tanto na compra de insumos industriais, quanto na venda do produto para a indústria,<sup>3</sup> não há razões para admitir que a dinâmica destas relações seja comandada pela agricultura. Deve-se esperar que aqueles setores que detenham maior poder de comandar preços e apresentam um maior grau de concentração tenham maior poder relativo dentro de uma estrutura articulada. De acordo com Hoffmann (1985), a forma como a agricultura se insere no Complexo Agroindustrial (categoria que define as relações intersetoriais envolvendo a agricultura no Brasil) é uma forma subordinada, "pois encontra-se pressionada por ambos os lados, por compradores e vendedores com poder suficiente para impor-lhe preços e outras condições de mercado, submetendo a uma espécie de tesoura de preços" (Hoffmann, 1985, p. 89).

Alguns trabalhos, como o de Schultz, com o modelo de impacto urbano-industrial, e o de Paiva (1971) (mecanismo de autocontrole), principalmente o último, admitem a influência das relações intersetoriais no desenvolvimento da agricultura, e a perda conseqüente deste de seu poder de determinar a própria expansão. No modelo de Paiva, a ativação do mecanismo de autocontrole implicaria em que "a agricultura perde seu papel dinâmico no processo de desenvolvimento econômico e passa a agir como setor induzido, apenas reagindo ao aumento da produção e à melhoria tecnológica determinada pelo setor não-agrícola" (Paiva, 1975).

<sup>3</sup> No caso brasileiro, o estudo do Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (1988) estima que os segmentos que compõem os complexos agroindustriais respondem por alimentares atribuída a responsabilidade por 17% da FBKF para 1980. Para os EUA e América Latina, há uma boa descrição em Burbach, Flynn (1980).

O problema do modelo de Paiva, centrado na difusão de tecnologia, é que o mecanismo de autocontrole permanece dentro dos pressupostos neoclássicos que impedem um maior poder de análise (Riff, 1976), como a concorrência perfeita no mercado de produtos e insumos, tecnologia passiva e poupadora de recursos, e principalmente a ausência de uma relação formal, direta e identificada da agricultura com indústrias específicas.

A conclusão é a de que hoje uma análise sobre o desenvolvimento da agricultura não pode mais ser feita fora das relações intersetoriais em que se insere a atividade agrícola, e que a dinâmica da agricultura reflete determinada macro-dinâmica, que não é ditada pela órbita agrícola.

#### 4.4 Existência de pressões e motivações sobre a pesquisa pública

Um aspecto importante dos trabalhos de orientação neoclássica sobre a geração de tecnologia é a percepção de uma teia de pressões e motivações que envolvem a geração de tecnologia nas instituições de pesquisa pública.

Alguns trabalhos têm sido realizados com o intento de identificar e explicar a dinâmica destas pressões e motivações, de forma a suprir as lacunas da análise de Hayami, Ruttan (1971) incorporando ao seu modelo as pressões dos setores industriais, de distintos grupos sociais (Monteiro, 1985) e do setor externo.<sup>4</sup> Tais análises preservam, no entanto, duas referências básicas e problemáticas.

A **primeira** diz respeito à atribuição de neutralidade do Estado no tocante à questão tecnológica. Duas implicações decorrem deste suposto:

- a) a pesquisa realizada por instituições públicas é a forma da sociedade como um todo se beneficiar com os avanços na tecnologia agrícola;
- b) o Estado não exerce nenhum papel ativo na conformação do padrão tecnológico.

A **segunda referência básica** diz respeito ao mecanismo de geração de conhecimentos nas instituições públicas. As inovações se dariam, ou pela ação dos pesquisadores e cientistas, movidos por percepção própria, ou pela pressão de grupos, em função da mudança dos preços relativos de mercado, ou por avanços independentes na ciência – o que Dosi (1985) chama de geração "empurrada pela tecnologia" (*technological push*).

As implicações decorrentes da **primeira referência** omitem, ou tendem a conduzir à omissão de aspectos importantes da geração de tecnologia pelas instituições públicas. A ausência de uma análise que privilegie as relações agricultura-indústria, e a dinâmica desta articulação, deixa de evidenciar o papel central do Estado na manutenção desta estrutura. Diversas situações têm mostrado que o Estado procura assumir os custos e riscos do desenvolvimento tecnológico em prol do capital industrial.

-----  
<sup>4</sup> Por exemplo, os trabalhos de De Janvry, Pastore, Dias e Castro etc. A respeito ver Santos (1988).

Um exemplo é o caso da pesquisa sobre milho híbrido nos EUA pelas instituições públicas de pesquisa, que pressionadas pela demanda e pelo *lobby* das companhias produtoras de sementes, abandonaram a linha de desenvolvimento de sementes híbridas em pequena escala, com tecnologia acessível a produtores individuais, para se concentrar em linhas não comerciais, mas que serviam de matriz para as indústrias de sementes. De acordo com Kloppenburg, "a pesquisa pública agrícola financiada com recursos públicos acabou subsidiando e servindo de modo eficaz a indústria privada. As sementes híbridas desenvolvidas em instituições públicas eram usadas em 72% das linhas híbridas comerciais em 1979 (nos EUA)" (Goodman, Sorj, Wilkinson, 1987, p. 41).

Não se pode, portanto, abstrair o fato de que boa parte dos ganhos da pesquisa são apropriados por setores mais fortes ou hegemônicos. Os agentes de pressão sobre os órgãos de pesquisa não são, como consideram os trabalhos de cunho neoclássico, igualmente influentes e dispersos. Não se trata de abstrair a importância da pressão dos agricultores por tecnologia, mas de avaliá-la dentro de um contexto geral. A pressão direta dos agricultores parece muito mais relacionada à adaptação dentro de uma estrutura tecnológica vigente, apresentando-se como um sinal de *feedback* de usuários que pressionam geralmente mais por adaptações do que por inovações primárias [tendo em vista a relativa resistência dos agricultores a mudanças técnicas que signifiquem o abandono completo da técnica anterior, fato, aliás, acentuado por Paiva (1971)].

Assumir também o Estado como agente passivo na questão tecnológica é abstrair uma forte evidência verificada nos países onde emergiu o *agribusiness*. Uma vasta literatura para o caso brasileiro abordando a modernização da agricultura atribui ao Estado um papel crucial (Kageyama, 1987).

A **segunda referência básica**, que diz respeito ao processo de geração de tecnologias nas instituições públicas, parte de uma válida percepção presente na literatura neoclássica, de que determinado conjunto de situações potenciais direciona as pesquisas, e em decorrência as inovações, de forma que o processo de inovação deixa de ser encarado como aleatório. Para a análise neoclássica, tais situações são determinadas *ex-ante*, isto é, podem ser sinalizadas pelo mercado, via preços, ou então se dar a partir de desenvolvimentos autônomos na ciência, inovações "empurradas pela tecnologia" (Dosi, 1985).

O primeiro conjunto de forças pressionadoras tem como hipóteses algumas condições problemáticas já levantadas. A primeira seria de que a inovação é uma resposta a mudanças *ex-ante* nas condições de mercado. Assim excluem-se aquelas inovações que procuram caminhar no sentido de responder às mudanças potenciais no ambiente econômico. Igualmente, a hipótese da eficácia da resposta da pesquisa pública a mudanças nos preços de mercado esbarra em alguns aspectos problemáticos.

O primeiro é que o tempo de maturação das pesquisas públicas, dado seu caráter básico, principalmente em relação à genética, é elevado, de forma que não é lógico supor que certos desenvolvimentos, que demandam anos, sejam motivados por oscilações nos preços de mercado a curto prazo (Goodman, Sorj, Wilkinson, 1987). Ainda que se considere o comportamento de preços no longo prazo, esta referência só é válida se assumirmos que não haverá mudanças significativas na estrutura de mercado

– demanda, preços e tecnologias – o que significa assumir riscos significativos uma vez que as sinalizações de preços são um instrumento muito deficiente para ser usado isoladamente na definição de estratégias para alterações estruturais.

O segundo seria o de que já haveria um estoque de tecnologias de que se poderia lançar mão, dada uma variação nos preços, como se a geração de tecnologia se pautasse unicamente numa simulação de preços relativos para gerar alternativas *ex-ante* às mudanças ocorridas, o que é uma suposição de difícil comprovação.

Há a hipótese, mais realista, de que as inovações se originariam de uma matriz determinada e o conhecimento anterior acumulado seria a base para a solução do problema criado. Tal concepção é plenamente plausível e próxima ao conceito de paradigma tecnológico, desenvolvido por Dosi (1985).

Quanto à hipótese das inovações empurradas pelo desenvolvimento científico, certamente não pode ser desconsiderada dentro da esfera de pesquisa pública, uma vez que esta é continuamente realimentada pela pesquisa básica que é seu atributo consagrado. Trata-se, portanto, não de desconsiderar, mas de compreender que tal análise, se radicalizada, esteriliza qualquer possibilidade de se considerar as pressões originadas do mercado e dos setores potencialmente beneficiários.

#### 4.5 Sequência cumulativa de inovações

Um dos elementos que os modelos de inovações induzidas considera é a existência de um processo cumulativo de inovações no longo prazo. É uma virtude do modelo, infelizmente pouco desenvolvida. Baseia-se na percepção de que a solução de um estrangulamento tecnológico conduz geralmente a outro estrangulamento na cadeia produtiva. Duas implicações principais decorrem da aceitação deste suposto:

- a) o estrangulamento pode ocorrer dentro do processo produtivo agrícola, indicando que a agricultura não tem um processo de produção unificado como a indústria;
- b) o estrangulamento pode se dar dentro de uma cadeia produtiva, indicando que os diversos capitais ligados a estas cadeias podem ter interesses contraditórios, e mais, que determinados estrangulamentos na indústria podem estimular o progresso técnico na agricultura.

Tais implicações contêm os elementos básicos para se pensar como se dá a subordinação tecnológica da agricultura na cadeia produtiva intersetorial (ou no complexo produtivo). Assim, de acordo com a proposição de Goodman, Sorj, Wilkinson (1987), a especificidade da relação tecnológica da indústria com a agricultura se dá de forma que se encontrem obstáculos à imposição de uma forma de produção industrial unificada. Este fato implica que os interesses dos capitais agroindustriais podem ser, e se manifestam muitas vezes, contraditórios.

A concepção de "seqüências cumulativas" poderia ser desenvolvida à luz dos conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas tais como desenvolvidos por Dosi (1985). O ganho analítico resultaria na percepção de que determinadas trajetórias tecnológicas teriam impactos de tal magnitude que poderiam redefinir a seqüência de

estrangulamentos subseqüentes. Tal perspectiva amplia a base de projeção para a construção de cenários futuros, uma vez que admite a possibilidade de diferentes seqüências cumulativas deflagradas por diferentes trajetórias tecnológicas, como pode ser o caso das biotecnologias.

## 5 CONCLUSÕES

A análise crítica dos pressupostos centrais do modelo de inovações induzidas teve como propósito demonstrar a virtual incapacidade de tal enfoque em realizar aquilo a que se propõe: compreender e analisar o papel central que a tecnologia desempenha no desenvolvimento da agricultura. Tal incapacidade revela-se na omissão do reconhecimento do papel estrutural da tecnologia, como elemento central da reestruturação das atividades econômicas capitalistas, bem como da permanência de uma visão setorial "estanque", que assume implicitamente a determinação endógena (ao setor) da dinâmica tecnológica.

Alguns argumentos básicos que nortearam este trabalho constituem, a meu ver, peças fundamentais para novas abordagens teóricas que se proponham a compreender a geração de tecnologia para a agricultura.

O primeiro é o reconhecimento da subordinação tecnológica da agricultura em relação à indústria, ou seja, trata-se de assumir e incorporar teoricamente o fato de que no setor industrial à montante da agricultura está o principal *locus* decisório quanto à geração de tecnologia. Tal argumentação é oriunda das abordagens das teses agroindustriais e das abordagens intersetoriais.

O segundo é o reconhecimento de que a indústria encontra na agricultura um obstáculo à imposição de sua lógica produtiva e, por isto, a dinâmica tecnológica na agricultura é marcada por peculiaridades ditadas pelas condições determinadas pelos fatores naturais. Tal argumentação é a base da teoria do desenvolvimento agroindustrial como proposta por Goodman, Sorj, Wilkinson (1987).

O terceiro argumento é o de que as estruturas industriais atreladas à agricultura são essencialmente oligopolísticas e que suas estratégias de crescimento determinam o ritmo e a direção da geração de tecnologias para a agricultura. Tal argumentação tem como base, evidentemente, a moderna teoria do oligopólio.

Por fim, o último elemento é a consideração de que o processo de geração de tecnologia se dá dentro de limites determinados pelo conhecimento acumulado, pelos regimes tecnológicos vigentes e das trajetórias oriundas da seleção dos problemas e soluções pelas estruturas "dominantes" tecnologicamente. Tal argumentação tem como base a literatura neoshumpeteriana, em especial de autores como Dosi e Nelson e Winter.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Ronaldo. *Abrindo o pacote tecnológico: estado e pesquisa agropecuária no Brasil*. São Paulo : Polis, 1986.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Mudanças estruturais nas atividades agrárias: uma análise das relações intersetoriais no complexo agroindustrial brasileiro*. Rio de Janeiro, 1988. 126p. (Estudos BNDES, 9).
- BURBACH, Robert, FLYNN, Patricia. *Agribusiness in the Americas*. New York : Montly Review, North American Congress of Latin, 1980.
- DALL ACQUA, Fernando. O problema da agregação de capital: uma crítica ao modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 13. n. 3, p. 921-944, dez. 1983.
- DOSI, Giovanni. *Technical change and industrial transformation: the theory and application to the semi conductor industry*. Londres : MacMillan, 1985.
- GOODMAN, David, SORJ, Bernardo, WILKINSON, John. *From farming to biotechnology*. Oxford : Basil Blackwell, 1987.
- HAYAMI, Yujiro, RUTTAN, Vernon. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore : The Johns Hopkins, 1971.
- HOFFMANN, Rodolfo et al. *Inovações tecnológicas e transformações recentes na agricultura brasileira*. São Paulo : FINEP/USP/FEALQ, 1985. mimeo.
- KAGEYAMA, Angela et al. *O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais*. Campinas : Instituto de Economia/UNICAMP, 1987. mimeo.
- MONTEIRO, José. *A geração de tecnologia agrícola e a ação de grupos de interesse*. São Paulo, 1985. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Econômicas.
- MUELLER, Geraldo. A economia política dos CAIS. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 1986. Lavras. *Anais...* Lavras : SOBER, 1986.
- NELSON, Richard, WINTER, Sidney. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge : Harvard University, 1985.
- PAIVA, Rui M. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro, v. 1, 1971.
- . Dualismo tecnológico na agricultura: uma reformulação. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro, v. 5, 1975.
- RIFF, Tito. A difusão da inovação tecnológica na agricultura: mecanismo de autocontrole versus modernização induzida. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro, v. 30, set. 1976.

- ROMEIRO, Ademár Ribeiro. O modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 469-476, ago., 1988. Resenha bibliográfica do livro de HAYAMI, Y., RUTTAN, V. W. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore : The Johns Hopkins University 1985. 527 p.
- SANTOS, Robério. Processo de modernização da agricultura: um teste da hipótese de inovação induzida. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 679-710, dez. 1987.
- . Análise crítica da interpretação neoclássica do processo de modernização da agricultura brasileira. *Revista de Economia Política*, v. 31, n. 3, jul-set. 1988.
- SCHULTZ, Theodore W. *A transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro : Zahar, 1965. 207 p.