

Padrão tecnológico da agricultura brasileira

*Ivan Sérgio Freire de Sousa
Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho*

RESUMO. Identifica-se e discute-se a evolução e as características dos padrões tecnológicos mais gerais da agricultura brasileira: o tecnológico colonial ou agroexportador, o agroexportador com informações técnico-científicas e o multissetorial. Para a afirmação desse último padrão são apontados fatos como a construção (incompleta) de um setor industrial de bens de produção para a agricultura, a importância do planejamento estatal, os papéis da indústria produtora de insumos e das agroindústrias processadoras, além da ampliação da estrutura de pesquisa agropecuária. É indicado que a não ocorrência, como seria de se esperar, das grandes e mais profundas mudanças sociais internas se liga ao fato de os setores mais criativos do processo de modernização — o de pesquisa, o de desenvolvimento e o de projeto do processo de fabricação — não se constituírem ainda num fenômeno local.

Ao expressar um termo de conteúdo coletivo, o título deste artigo traduz uma preocupação analítica com relação à pluralidade de usos e de padrões tecnológicos existentes na agricultura brasileira. Por padrão tecnológico entende-se o conjunto de conhecimentos e técnicas utilizados por grande número de agentes sociais, seja na produção, na conservação, no armazenamento e no processamento,

Ivan Sérgio Freire de Sousa é sociólogo, PhD, pesquisador da Secretaria de Administração Estratégica (Sea), da Embrapa.

Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho é engenheiro agrônomo, doutor, professor assistente do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências (IG), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Recebido para publicação em setembro de 1993.

seja na venda de bens e serviços. A esse conjunto está sempre associado um paradigma de desenvolvimento, em torno do qual se reúne uma longa série de elementos como relações sociais, organizações, interesses e compreensões alternativas de transformações prospectivas.

Por outro lado, pelo termo paradigma entende-se algo aproximado à contribuição de Kuhn (1970) para a compreensão das transformações das ciências físicas. Assim é que o paradigma de desenvolvimento é constituído por aquelas realizações técnico-científicas que um número significativo de agentes sócio-econômicos reconhece, por um certo período de tempo, como fornecedoras das fundações das suas práticas sociais, econômicas, científicas e tecnológicas. Dentro de um determinado paradigma encontrar-se-iam não apenas estilos de pensamento (Fleck, 1935, que antecipa muitas das idéias de Thomas S. Kuhn), mas também de ação. Duas características importantes estão associadas ao paradigma: 1) o caráter satisfatório dos seus feitos, que atraem um grupo duradouro de participantes que permanecem, assim, numa situação competitiva mais ou menos estável; e 2) a sua característica não determinista, que permite que muitos problemas sejam deixados para a análise de grupos diferenciados, no sentido de se encontrarem fora das normas de soluções paradigmáticas (Kuhn, 1970: 10 e seguintes; Bunge, 1985: parte I, cap. 4).

O interesse desta análise concentra-se naquelas técnicas e conhecimentos utilizados mais diretamente no setor agropecuário. A indagação que se faz é sobre qual o padrão tecnológico que, efetivamente, empresta a sua marca à mudança tecnológica mais marcante na sociedade.

Apesar da diversidade de padrões tecnológicos utilizados na agricultura brasileira, há sempre, entre eles, um economicamente predominante e inovador, que fornece o perfil de modernidade e de dinamismo da atividade econômica em diferentes momentos históricos. Numa tentativa de distinguir esse padrão dos demais, ele passa a ser aqui denominado de padrão tecnológico moderno, onde moderno tem uma referência histórica e, portanto, variável. Nesse sentido, pode-se identificar um padrão tecnológico moderno ou predominante para a agricultura brasileira dos anos 20 e um outro, por exemplo, para a dos anos 50. É principalmente nesse tipo de padrão e na sua relação com os demais que este trabalho concentra

o seu esforço e foco de análise. Pretende-se, em síntese, identificar o padrão tecnológico moderno atual da agricultura brasileira e as suas tendências de evolução na década de 90.

Apesar de existirem alguns estudos pioneiros, muito ainda precisa ser feito para que se tenha um relato satisfatório da história das técnicas no Brasil, principalmente no que diz respeito àquelas utilizadas na atividade agropecuária. Nessa direção, embora se tenha um intenso e famoso debate sobre a questão das relações sociais na produção agropecuária brasileira (Guimarães, 1974; Prado Jr., 1966; Palmeira, 1971; Martins, 1973 e 1975; Wanderley, 1985), poucos são os estudos sistemáticos sobre as relações técnicas na agricultura (Graziano da Silva, 1981), sobre a evolução das técnicas utilizadas (Gama, 1983) ou sobre as relações intersetoriais que explorem não apenas as relações na direção agricultura — indústria (Silva, 1976) como também na direção indústria — agricultura (Müller, 1981).

Uma pequena incursão histórica

Tendo como ponto de partida as grandes transformações técnicas ocorridas na produção agropecuária brasileira, sugerem-se, pelo menos, três padrões tecnológicos que deixaram a sua marca no desenvolvimento social, político e econômico do país.

O primeiro padrão tecnológico, de existência mais longa (de 1500 a 1887), vigente durante o período agroexportador, foi pautado essencialmente na prática agrícola característica das grandes propriedades ou mesmo das grandes culturas. O segundo, de 1887 a 1965, foi o padrão agroexportador com informações técnico-científicas. O terceiro, de 1965 até o presente, é o padrão tecnológico multissetorial, onde a inovação tecnológica para a agricultura passa a ter origem predominante multissetorial. É importante enfatizar-se que essa é uma macrovisualização das transformações técnicas ocorridas na agropecuária brasileira. Disso deriva-se que análises mais específicas, no sentido de enfatizarem os microaspectos da realidade sócio-técnica, podem encontrar as mais variadas distinções em cada um dos períodos aqui delimitados, principalmente nos mais recentes, onde a mudança sócio-técnica ocorreu mais amíúde. A substituição de um padrão tecnológico por um novo não se dá de um dia para o outro, nem se constitui em uma completa superação dos traços

tecnológicos do anterior. Apesar dos novos vetores técnicos apontarem para uma direção diferente, há, nesse processo, sobrevivências importantes suscetíveis de reinterpretação dentro do novo contexto.

O que se fará, a seguir, é uma caracterização de cada um desses períodos.

O padrão tecnológico colonial ou agroexportador (1500-1887)

Como foi assinalado, o padrão tecnológico que mais tempo predominou na agropecuária brasileira foi aquele associado ao modelo agrário-exportador. Sustentava-o uma correlação de forças sociais representada pela associação de interesses entre o exclusivo metropolitano, até 1808, a grande propriedade e os setores comerciais exportadores. Sua característica básica era a utilização simples das qualidades naturais do solo, de técnicas agrônômicas de plantio, rodízio na utilização do solo (especialmente para as culturas anuais), uso extensivo de terra e intensivo de mão-de-obra (escrava) e tração animal.

Os aspectos sociais, econômicos e políticos desse padrão tecnológico colonial, bem como o papel e a importância fundamentais da grande propriedade a ele associado têm em Oliveira Viana (1939) um dos seus mais brilhantes estudiosos. Segundo o seu estudo, o mundo colonial tinha a sua dinâmica caracterizada pela sesmaria, pelo domínio rural, pela grande fazenda. Assim sendo, a figura central e dominante era a do dono da terra, do fazendeiro, do senhor de engenho. Num contexto como esse, qual a importância da tecnologia agrícola se aquele que era a figura dominante detinha terras férteis e mão-de-obra abundante e barata?

Reforçando esse ponto de predominância da fazenda sobre toda a textura social, econômica e técnica da sociedade colonial, diz Alcântara Machado (1930), um dos mais importantes caracterizadores da formação histórica paulista:

O grande domínio rural dos primeiros séculos constitui em verdade um mundo em miniatura. A população, que abriga, equivale, quando não se avanteja, à dos núcleos urbanos que vegetam à proximidade. As lavouras e os currais abastecem à farta a mesa do senhor e a dos agregados e escravos. É a própria fazenda que fornece os materiais para as construções, para os utensílios agrícolas, para o mobiliário, para a iluminação, para o vestuário comum. É ela que os transforma e aparelha em sua olaria de

cozer telha, em sua tenda de ferreiro, em sua carpintaria, em sua sapataria, em seus teares. Os meios de comunicação e transporte, é ela que os mantém pelo ministério de suas canoas, de seus veículos, de suas tropas, de seus mensageiros.

Tal descrição é muito próxima ao que veio a se denominar de complexo rural.

Em termos técnicos, o que distinguia as propriedades eram, entre outros fatores, a extensão da unidade produtiva, a sua localização, a qualidade do solo, a quantidade de mão-de-obra utilizada, a força de tração animal e o tipo de cultura produzido e, portanto, sua inserção no comércio internacional da época. Em termos econômicos havia o proprietário da terra responsável pela produção, o tropeiro que a conduzia e o negociante que a comprava e vendia. Em muitos casos, o proprietário das terras englobava as outras atividades, o que, quase sempre, o ajudava a se tornar proeminente em termos de poder.

No contexto do Brasil colonial, os engenhos de açúcar, por exemplo, eram, como atestou Azevedo (1948), "poderosas organizações agrícolas e industriais", embora não existisse nessas lavouras o uso intensivo de técnicas de produção consideradas modernas *vis-à-vis* o cenário produtivo mundial do período. A propósito desse ponto, Cirne Lima (1935) cita um cidadão contemporâneo da época da Independência (Gonçalves Chaves) que, entre outras coisas, afirmava: "Nossa população é quase nada, em comparação com a imensidade de terreno que ocupamos há três séculos. ... Nossa agricultura está em maior atraso e desalento, a que ela pode reduzir-se entre qualquer povo agrícola, ainda o menos avançado em civilização."

Devido a uma série de fatores, destacando-se, entre eles, a elasticidade da fronteira agrícola e a escassa população, a grande propriedade não tecnicizada se instalou e se desenvolveu no Brasil. Ela tem origem no próprio sistema de capitânicas que, mais tarde, por volta de meados do século XVI, com a formação dos governos gerais, foi substituída pela legislação das sesmarias. Esse regime de sesmarias estendeu-se, oficialmente, até 17 de julho de 1822, com o surgimento de uma resolução que apenas legalizava uma situação nova, já existente na prática. Isso porque, a essa altura do século XIX, não era mais o Estado que fazia as concessões: um número considerável de bandeirantes e pioneiros interiorizou o país ocupando terras e transformando-as em lavouras e em núcleos urbanos. O poder aqui-

sitivo das terras passou a ser dependente do binômio posse e cultivo. Embora não legal, este passou a ser um costume que foi assimilado sem resistência.

Assim, a atenção dada sobre a característica da grande propriedade reside no fato de que, em quase todo o seu período histórico, a associação entre a terra abundante e a pouca população teve sempre uma influência restritiva ao uso de tecnologias que estimulassem modificações técnicas mais amiúde e significativas na produção agropecuária. O comum era a utilização extensiva das terras para a produção de subsistência e de exportação. O espaço físico-social utilizado pela produção agropecuária do período esteve sempre cercado por uma fronteira agrícola móvel, representada pelo espaço físico de terras ainda não ocupadas socialmente.

Deve-se ainda ressaltar que, além da estrutura de posse e uso da terra, outros elementos estruturais contribuíram para esta relativa estagnação técnica. É esse o caso do mercado interno, de evidente estreiteza. Reprimido por uma organização social escravista, não-industrial, e portanto de economia pouco diversificada, seus efeitos de demanda sobre a produção agrícola estavam longe de emular as transformações que ocorriam nos países de industrialização originária (Inglaterra) ou atrasada (Alemanha, França, Estados Unidos). Os mercados externos, mais dinâmicos, eram induzidos pela metrópole e aproveitados nos limites permitidos pelos recursos naturais disponíveis, mas sem romper o círculo vicioso escravismo-ganhos metropolitanos-estagnação técnica.

Encontra-se, portanto, na essência do desenvolvimento retardatário das forças produtivas capitalistas (Mello, 1984), parcela considerável da lenta transformação da base técnica da agropecuária brasileira. Lenin, estudando a modernização da agricultura norte-americana no século XIX, apontava para a existência de regiões (especialmente no Norte do país) intensivas no uso de capital, insumos e máquinas e para sua estreita ligação ao maior desenvolvimento relativo urbano-industrial. Para o autor, a intensificação da exploração agrícola seria sinal de um maior e mais rápido desenvolvimento capitalista, "um fenômeno geral, comum a todos os países industrializados" (Lenin, 1980).

Durante a maior parte da história brasileira, a base física da produção agropecuária não pode ser entendida apenas pela utilização do espaço físico ocupado, mas pela grande elasticidade dos seus

limites. As repercussões desse fato na transformação da base técnica da atividade agropecuária são intensas. O ritmo das inovações ocorria menos na produção do que no beneficiamento e conservação do que era produzido. Além disso, as inovações tinham a sua origem montada basicamente na atividade prática. Assim, o fato para o qual se chama a atenção não é sobre a inexistência de técnicas — sem elas não haveria produção —, mas sobre as bases de sua utilização relativamente rudimentar e o seu ritmo lento de substituição.

O país, mesmo no século XIX, não acompanhou o padrão moderno de nível internacional, que já estava baseado, em boa parte, no uso de insumos provenientes de fora da agricultura. Máquinas agrícolas adaptadas às diversas condições edáficas e fertilizantes químicos e orgânicos vindo corrigir os desbalanceamentos nutricionais do solo (a partir de critérios cientificamente estabelecidos desde a segunda metade do século XIX por Liebig), emprestavam uma dinâmica de feições científicas e capitalistas à produção agrícola.

Não menos importante, já se fazia sentir, nos Estados Unidos e nos países europeus mais desenvolvidos, a influência da agroindústria processadora sobre a modernização agrícola. Em 1900, Kautsky já apontava as exigências das indústrias de farinhas e "manteiga artificial" sobre a organização da produção de trigo e algodão, respectivamente. Neste mesmo ano, por exemplo, já havia sessenta fábricas de margarina na Alemanha (Kautsky, 1968).

Enquanto os países que se industrializaram até fins do século XIX já contavam com bem estabelecidas instituições de ensino e pesquisa agrônômica (nos Estados Unidos, por exemplo, até o final do século havia cerca de quarenta, Land Grant Colleges, Hightower, 1978) que davam a necessária sustentação ao processo de modernização da agricultura, no Brasil os arranjos institucionais só começaram a ter alguma expressão no final do século.

Embora o primeiro marco institucional de pesquisa agrícola no Brasil ocorra no início do século XIX, mais precisamente em 13 de junho de 1808, com a criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, por d. João VI, essa iniciativa estava, contudo, afastada da problemática interna das grandes propriedades. É só a partir de 1859, com a criação, por d. Pedro II, do Imperial Instituto Bahiano de Agricultura, que surgem os primeiros institutos de ensino e pesquisa agrícola brasileiros relacionados com demandas técnicas das áreas produtivas da agropecuária do país (Rodrigues, 1987).

Por essa época, devido às dificuldades crescentes impostas pelo império inglês ao tráfico negreiro, aos custos cada vez maiores de manutenção dessa mão-de-obra e aos movimentos abolicionistas, o equilíbrio entre a terra abundante e a oferta de mão-de-obra escrava começava a ser perturbado, dando lugar a tentativas de soluções, as mais diversas, como a facilitação da imigração de mão-de-obra livre, e a demanda e utilização mais dinâmica de tecnologias.

Nesta segunda metade do século XIX o centro econômico do país não era mais o engenho nordestino, mas as fazendas de café do vale do Paraíba, a caminho de São Paulo. No ano de 1860 são criados os Institutos das Províncias do Rio de Janeiro, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Sul, onde, nessa relação, só o primeiro deles — o Imperial Instituto Fluminense de Agricultura — veio, efetivamente, a funcionar. Entre os objetivos desses Imperiais Institutos de Agricultura destacam-se:

- 1.º, facilitar a substituição dos braços necessários à lavoura por meio de máquinas e instrumentos apropriados, promovendo a introdução e adoção daquelas cuja utilidade for praticamente demonstrada e bem assim estudando e ensaiando o sistema de colonização nacional e estrangeira, que parecer mais proflúo; 2.º, fundar estabelecimentos normais, onde se experimentem as máquinas e instrumentos aplicáveis à nossa lavoura, se ensaiem os sistemas mais convenientes da cultura da terra, os métodos adequados ao fabrico, ao aperfeiçoamento e à conservação dos produtos agrícolas, assim como à extinção dos vermes e insetos nocivos; 3.º, promover a aquisição das melhores sementes e renovos de plantas, e, experimentada a sua superioridade, facilitar a distribuição pelos lavradores; 4.º, cuidar do melhoramento das rações de animais úteis, promovendo generalização das melhores espécies; ... (Silva, 1878).

Em 1887, surge, em Campinas, na então Província de São Paulo, por ato do ministro da Agricultura, a Imperial Estação Agronômica de Campinas, o atual Instituto Agronômico de Campinas (IAC). A sua criação e funcionamento inicial estiveram integrados aos problemas técnicos vividos na produção agropecuária, principalmente do café. Os primeiros problemas enfrentados diziam respeito às práticas culturais (adubação, espaçamento, épocas de plantio, métodos de

cultivo, preparo do solo). Não é sem motivo, como mostram Albuquerque *et alii* (1986), que a Estação Agronômica de Campinas foi, durante os seus primeiros anos, denominada de "Escola Agronômica". Misturada à preocupação de criar e adaptar novos conhecimentos técnico-científicos havia também o objetivo de "orientar e ensinar práticas racionais aos agricultores", fato este que aproxima este modelo institucional ao dos Land Grant Colleges americanos, que conjugavam ensino, pesquisa e extensão.

No final do século XIX e durante as primeiras décadas do século XX, a força de inércia dos principais traços do padrão tecnológico colonial, que resistiram aos acontecimentos políticos, econômicos e sociais de quase todo o período imperial, começa a perder a sua vigorosa intensidade, principalmente no que diz respeito aos padrões de utilização da mão-de-obra, radicalmente transformado com a abolição da escravatura. Some-se a isto a construção de uma estrutura de pesquisa agronômica gerando e difundindo novos conhecimentos técnicos e científicos e propiciando condições para mudanças no padrão tecnológico agrícola.

O padrão agroexportador com informações técnico-científicas (1887-1965)

A data formal escolhida para representar o início desse novo padrão tecnológico da agricultura brasileira foi a de 1887, ano de criação do Agronômico de Campinas, sem esquecer que ela praticamente coincide com a abolição do trabalho escravo, em 1888. Na verdade, essa absorção de conhecimentos técnico-científicos à produção ocorre, na cultura do café, ainda em meados do século XIX. Foi visto, por exemplo, que nesse período são criados pelo menos dois institutos de estudos agronômicos de relativo sucesso: o Imperial Instituto Bahiano de Agricultura (1859) e o Imperial Instituto Fluminense de Agricultura (1860). No entanto, é o IAC que oferece a sua marca a um trabalho de pesquisa e de resultados não só mais generalizado, como também próximo e integrado a problemas do cultivo agrícola.

Esse longo período de 1887 a 1965 possui dois grandes momentos: um que vai até 1930 e o outro que se estende de 1930 a 1965. O primeiro deles é quase todo conduzido pela nova elite rural paulista e representado pelo surgimento e crescimento do mercado

interno. No segundo momento, tem-se a perda gradativa dos traços de uma economia essencialmente agroexportadora, a perda relativa do poder da oligarquia e a afirmação da política de substituição de importações. É o momento que, devido à sua importância interna, Bresser Pereira (1968) denomina de "Revolução Nacional Brasileira".

Na primeira parte desse período, principalmente durante os anos 20, há um constante crescimento do processo industrial brasileiro, representado pelo aumento anual do número de novas indústrias. Não são, ainda, unidades industriais da área metal-mecânica, do porte das que surgirão na década de 50, mas significam um espaço econômico que se expande com o aumento dos centros urbanos, com a utilização da mão-de-obra do imigrante trazida pela aristocracia cafeeira (em 1920, 40% dos trabalhadores empregados na atividade industrial de São Paulo eram estrangeiros; em 1913 essa participação era de 90%) e com a complexidade crescente das atividades sócio-econômicas. Essa expansão industrial pode ser detectada já no século XIX, embora não haja censos industriais confiáveis nesse século. Em 1889 haveria 626 estabelecimentos industriais, a maioria situada na capital da república (Rio de Janeiro), nas cidades ao longo do litoral, e em São Paulo (Normano, 1975; 1.^a ed., 1935). Eram indústrias de bens de consumo, de tecnologia simples¹ e um indicador alternativo desse processo de industrialização pode ser visto pela evolução de patentes industriais, e pela ampliação da malha ferroviária e dos equipamentos a ela ligados, no decorrer do século XIX (Tabela 1).

Mas essa indústria incipiente só reforçava a importância econômica crescente da agricultura em novas bases, principalmente aquela destinada ao mercado externo. O novo surto de desenvolvimento agrícola está associado a diferentes acontecimentos como: a) as modificações nas formas de utilização da mão-de-obra; b) a expansão das atividades urbanas; c) o aparecimento de importantes invenções técnicas, principalmente no beneficiamento do café; d) a expansão das estradas de ferro, e) o surgimento de novas indústrias; e f) as descobertas e adaptações técnico-científicas das atividades de pesquisa, o que fez incrementar, de um lado, a utilização da engenhosidade técnica do homem comum afeito à atividade produtiva agropecuária e, de outro, a participação da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas, já numa fase onde começa a exteriorização

Tabela 1
Número de patentes industriais expedidas no Brasil, por quinquênio,
e quilômetros acumulados de estradas de ferro: 1831-89

Quinquênios	Patentes expedidas	Estradas de ferro (km acumulados)
1831-35	1	
1836-40	4	
1841-45	1	
1846-50	15	
1851-55	40	14,5
1856-60	27	222,6
1861-65	41	498,3
1866-70	53	744,9
1871-75	61	1.800,8
1876-80	294	3.397,8
1881-89	955	6.930,2

Fonte: Pinto (1968) e Normano (1975).

da oferta de meios de produção para além dos limites das grandes propriedades. Aos poucos, os constantes problemas de mão-de-obra vão sendo enfrentados com soluções técnicas mais aprimoradas. É o caso, por exemplo, das secadeiras mecânicas inventadas pelos fazendeiros Taunay e Silva Teles. Observa-se, nesse período, a gradual substituição da madeira e da água, principais elementos do beneficiamento mais antigo do café, pelo metal e pelo vapor (Dennis, 1909).

A partir de 1920, começa a haver uma vinculação mais estreita, embora ainda limitada, entre a direção da expansão da base técnica e as demandas de segmentos industriais, notadamente do café e do algodão. A explicação à limitação deste processo encontra-se em parte nos fortes contingentes hostis à industrialização e patrocinadores da crença ideológica então predominante da vocação agrícola do Brasil, que permeou os anos 20 e sofreu grande abalo após 1930.

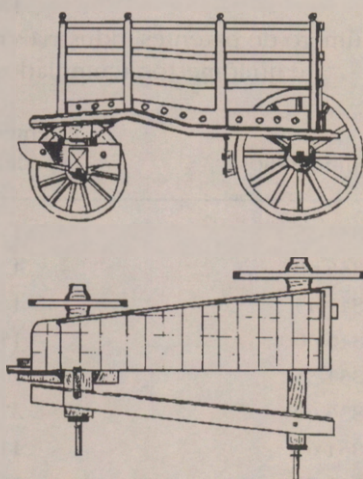
As máquinas e equipamentos mais sofisticados em uso nas fazendas mais complexas, mesmo assim em número reduzido, eram importados de outros países, como foi o caso da máquina tratadora

de café Lidgerwood, importada dos Estados Unidos. As grandes fazendas, verdadeiras unidades agroindustriais, ao incorporarem instrumentos tecnológicos locais e importados, garantiam não apenas uma melhor seleção e qualidade do grão, como possibilitavam o recebimento de um preço de venda mais compensador. Com um café melhor padronizado e livre do excesso de umidade possibilitavam-se, pelo menos, dois resultados importantes: a cobertura dos custos tecnológicos adicionais e a segurança de um lucro líquido comparativo mais elevado.

Embora existam registros da atuação de uma Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional, fundada em 1828, e da criação, em 1880-81, da Associação Industrial, é só com a Primeira Guerra Mundial que ocorre uma expansão mais significativa do setor industrial, principalmente das indústrias alimentícias, de tecidos, de calçados e de chapéus. A Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional, de 1828, por exemplo, voltava-se muito mais para o aperfeiçoamento técnico da agricultura (Luz, 1978) do que para a defesa de interesses puramente industriais. Todos aqueles setores que, no período entre 1914-18, enfrentaram problemas de importação, tiveram um crescimento de produção interna. Há, assim, um salto industrial que se contabiliza já em 1920 (Luz, 1920).

Nesse processo de expansão econômica, um aspecto concreto da luta que se travava entre o capital aplicado na agricultura e na indústria e, muitas vezes, entre indústrias, girava em torno das tarifas alfandegárias. Mas o aspecto mais importante nesse processo de expansão econômica foram as possibilidades históricas de o país efetuar saltos significativos na sua base tecnológica interna, instalando aquilo que Mello (1984) denomina de "capitalismo tardio".

É só a partir de 1930 que os interesses econômicos urbano-indus-



Carroça rural e agricursor. 1882.
Acervo Arquivo Nacional.

triais passam a ter uma presença política mais atuante nos acontecimentos nacionais. Dentro do período do padrão agriexportador com informações técnico-científicas, essa é uma fase de consolidação industrial que lançará as bases para transformações importantes no padrão tecnológico da agricultura. Este é o momento da implantação gradativa do modelo de substituição de importações, que atingirá a sua fase mais dinâmica a partir de 1955. Contudo, dentro do modelo de substituição de importações, não havia ainda chegado o momento da formação do setor industrial de bens de produção para a agricultura, que se dará no período seguinte. A mudança na base técnica da produção agropecuária, iniciada no pós-guerra, constituiu-se em uma gradual substituição de insumos naturais, produzidos na própria fazenda, e de força de tração animal por bens de produção industriais, como fertilizantes, defensivos, tratores e colhedoras mecânicas. Num primeiro momento, esse processo é viabilizado, sobretudo, pelas importações.

Tal como no primeiro período, o Brasil insere-se de forma diferenciada no então padrão moderno de produção que se gestava em nível internacional. Nos países desenvolvidos disseminou-se, na primeira metade do século XX, o uso de fertilizantes químicos e generalizou-se por completo o uso de máquinas agrícolas. Também a produção de sementes melhoradas passou a ter importante papel, especialmente no caso do milho híbrido, que no período de 1930 a 1950 teve sua participação na produção nacional norte-americana ampliada de 15% para 90% (Kloppenburger Jr., 1988).

Na verdade, dos anos 30 aos anos 50, gestou-se, em nível internacional, aquilo que mais tarde foi chamado de Revolução Verde. O melhoramento genético de sementes e o uso de fertilizantes e de irrigação, acompanhados da mecanização da produção e da colheita, tornaram-se a base do modo predominante de produção agrícola neste século. A transferência deste padrão deu-se de forma desigual entre produtos, regiões e produtores, mas alcançou, ainda que de maneira incompleta, a maioria dos países subdesenvolvidos (a respeito dos efeitos desiguais ver Lipton, 1977; Wortman e Cummings, 1978; de Janvry, 1981; Griffin, 1982).

A forma mais evidente da difusão deste padrão foi o estímulo, por parte do governo norte-americano, através da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (Usaid) e das fundações Rockefeller, Ford e Kellogg, à criação dos Centros Internacionais

de Pesquisa Agrícola (Cimmyt e Irry, principalmente), e através da criação de Instituições Nacionais de Pesquisa nos países. Na América Latina, entre 1957 e 1964, foram montados os Centros Nacionais do México, Argentina, Colômbia, Chile, Venezuela e Peru (Trigo, 1989). Os objetivos explícitos eram os de desenvolver sementes que respondessem com elevados rendimentos por hectare a altas doses de fertilizantes e à irrigação.

No Brasil, houve um encaminhamento da modernização neste mesmo sentido, onde a pesquisa agrônômica, já bastante estruturada (como mostram Albuquerque *et alii*, 1986), buscava a diversificação dos produtos agrícolas e desenvolvia firmemente o melhoramento genético para a obtenção de sementes mais produtivas, e onde a produção lançava mão de fertilizantes químicos e de maquinário agrícola. Apesar disso, a adoção deste novo padrão ainda estava muito distante dos níveis verificados nos países desenvolvidos. Em 1950, por exemplo, a frota nacional de tratores contava com cerca de 8,3 mil unidades (atingiria 145 mil em 1970); já o consumo de fertilizantes químicos em 1960 não chegava a duzentas mil toneladas (chegaria a um milhão em 1970 e a dois milhões em 1975) (Delgado, 1985).

Assim, o país contava com uma estrutura institucional de pesquisa importante que respondia pela geração de conhecimento disciplinar e tecnológico e que assegurava a existência de uma base institucional com credibilidade para suprir informações técnico-científicas à crescente pauta de produção agropecuária brasileira. Culturas como o café, o algodão e a cana-de-açúcar eram produzidas com base científica de conhecimentos, utilizando-se largamente das mudas, sementes e das técnicas de cultivo desenvolvidas na pesquisa pública. O uso de insumos vindos das indústrias de sementes, fertilizantes, pesticidas e máquinas apenas começava a ser expandido.

O padrão tecnológico multissetorial (1965 até o presente)

O advento do padrão tecnológico multissetorial tem os seus fundamentos assentados na direção de desenvolvimento tomada após 1930 e reforçada nos acontecimentos do pós-guerra. O sucesso, o ímpeto e a abrangência da política de substituição de importações, que viabilizou a política de desenvolvimento, armaram as pré-condi-

ções à transformação da base técnica da agropecuária. A sua efetiva implantação, entretanto, tem como marco as políticas implantadas a partir de 1965 que forçaram a modernização pelo uso intensivo dos assim chamados insumos modernos (Kageyama *et alii*, 1990).

A afirmação desse padrão em termos nacionais dá-se devido a um conjunto principal de fatores, tais como: a) a construção (incompleta) de um setor industrial de bens de produção para a agricultura; b) a expansão de uma forma de produção integrada a outros setores da economia, notadamente às indústrias de insumos agrícolas; c) o crescimento da agroindústria de beneficiamento e transformação, produzindo para os mercados interno e externo (Szmreczanyi, 1983); d) a ampliação da eficiência das diferentes estruturas organizacionais mais diretamente ligadas ao desenvolvimento agropecuário, como a de pesquisa agrícola, a de assistência técnica e extensão rural e a de armazéns para a produção agropecuária; e e) as expansões dos mercados interno e externo.

Como importante suporte para a implantação desse padrão tecnológico figurou, no setor de planejamento estatal e, portanto, de financiamento direto do Estado, a existência, num primeiro momento, do Plano Estratégico do Governo (Paeg, 1964-67), com atuação decisiva nas reformas fiscal e bancária e no combate à inflação e, num segundo momento, do II Plano Nacional de Desenvolvimento (1974-79) que, apesar da sua desaceleração após 1976 devido ao recrudescimento da luta antiinflacionária, consegue viabilizar novos blocos dentro do processo de substituição de importações de meios de produção para a agricultura (Müller, 1988; Delgado, 1985).

No que concerne ao setor de financiamento, um dos grandes responsáveis pela implantação do padrão tecnológico multissetorial no campo foi a criação, em 1965, do Sistema Nacional de Crédito Rural. Este sistema, ao possibilitar a aquisição por parte dos agricultores de insumos industriais, máquinas e equipamentos, a juros subsidiados (até 1976) e com uma expansão moderada ou mesmo pequena queda na oferta de crédito (de 1976 até 1980), atuou, de forma decisiva, como um agente viabilizador da montagem daqueles setores industriais fornecedores dos meios de produção para a agricultura. A política de crédito rural atuou também no sentido de estimular a utilização de fertilizantes. Uma evidência disto é dada pelo grande volume de crédito concedido para a aquisição daquele

insumo e também pelo valor da taxa de juros cobrada nos empréstimos efetuados para aquela finalidade (Tabela 2).

Tabela 2
Quantidade de crédito concedido pelo sistema nacional de crédito rural para a aquisição de fertilizantes: 1970-82

Anos	Taxa de juros (%)	Taxa de inflação anual (%)	Volume de crédito concedido para compra de fertilizantes (NCZ\$ de 1977)
1970	7	19,95	3.145
1971	7	20,34	10.049
1972	7	17,30	9.173
1973	7	14,91	14.184
1974	7	28,69	16.970
1975	13 e 15	28,65	20.300
1976	13 e 15	40,39	20.013
1977	0	42,65	16.431
1978	0	38,70	16.572
1979	0	53,93	23.067
1980	0	100,23	32.417
1981	45	109,89	29.143
1982	45	95,44	30.892

Fonte: Santana (1984).

Com relação a este último ponto, é interessante observar que as taxas de juros para a aquisição de fertilizantes, além de negativas, foram, em alguns anos, menores do que aquelas cobradas para o crédito de custeio, principalmente durante o período 1977-80, quando o valor dessas últimas era zero. Ademais, a concessão de crédito em certo período esteve associada à compra compulsória de fertilizantes.

No caso do incentivo à agroindústria, as políticas setoriais foram largamente utilizadas. Por exemplo, as quotas de exportação sobre as vendas externas do grão de soja compuseram uma política geral

de estimular a expansão da indústria doméstica de esmagamento, assegurando a utilização da sua capacidade instalada, e de incentivar a exportação dos derivados de soja, em detrimento do grão, objetivando, assim, a apropriação do valor adicionado pela exportação do farelo, torta e óleo (Santana, 1984; 1987; Dias e Lopes, 1983; Lopes e Dias, 1984; Sousa, 1990).

Sob uma perspectiva global da história do desenvolvimento tecnológico da agricultura neste século, parece suficientemente claro que houve um processo de ampliação dos papéis desempenhados, por um lado, pelas indústrias que produzem insumos e, por outro, pelas agroindústrias processadoras. Vários autores vêm de há muito apontando para este fenômeno: da concepção de *agribusiness* de Davis e Goldberg em 1957 (Guimarães, 1979), passando pelos estudos de pólos de desenvolvimento de F. Perroux e A. Hirschman nos anos 50 e 60, até os estudos de *filière* agroalimentar (Malassis, 1973) e de Complexos Agroindustriais (Muller, 1988; Albuquerque, 1984; Vigorito, 1984; Kageyama *et alii*, 1990; dentre outros), inúmeros têm sido os trabalhos que procuraram analisar as interações agricultura/indústria.

Nesse sentido, o padrão tecnológico atual pode ser entendido como a *generalização de algo que já se gestava em nível interno no decorrer do próprio padrão anterior, que foi, de fato, o momento em que se estabeleceram as raízes deste processo de modernização. A diferença específica reside numa postura deliberada de promover internamente aquele padrão predominante em nível internacional*. A expressão cabal disto é o conjunto de políticas adotadas nesta direção, mormente da implantação do crédito agrícola subsidiado e da infra-estrutura para a produção e comercialização (como, por exemplo, armazéns e estradas).

Aqui devemos abrir parênteses para explicar o que entendemos por generalização das interações agricultura/indústria. Antes de mais nada, generalização não significa dizer que toda a agricultura nacional deixou de ser tradicional (na concepção de Schultz, 1965) e passou a produzir com base nos insumos industriais e nas formas organizacionais da produção típicas da integração com agroindústrias, mas sim que, a par da significativa adoção do padrão multisetorial, foram rompidas as restrições à disponibilidade destes meios de produção. Em outras palavras, houve generalização não só porque houve adoção em tipos de culturas e em regiões de forte

expressão no cenário agrícola nacional, mas principalmente porque a oferta de insumos e das técnicas de organização da produção tornaram-se virtualmente irrestritas. A maior parte dos insumos passou a ser produzida no país. Os serviços de pesquisa e extensão, que já tinham papel expressivo, foram reforçados e tomaram uma dimensão nacional. Os serviços de financiamento à produção, ao investimento e à comercialização foram expandidos no limite possível às condições econômico-financeiras do país de então e a infraestrutura teve reforço apreciável entre fins dos anos 60 até a primeira metade da década de 70.

Não se trata, portanto, de ignorar o processo desigual e incompleto de adoção do padrão multissetorial, dado que a realidade da agricultura brasileira comporta uma heterogeneidade de situações produtivas suficientemente evidente para não ser desprezada. Sobrevivem ainda, e em algumas regiões talvez predominem, formas de produção que não se enquadram no padrão multissetorial. Só que tal heterogeneidade se deve, fundamentalmente, aos problemas sócio-econômicos do país, como a heterogeneidade estrutural e os desequilíbrios regionais estudados por Cano (1983 e 1986) e por Kageyama (1986); a forte concentração fundiária (Rangel, 1978; Kageyama, 1986); e a distribuição desigual da renda (Hoffman e Kageyama, 1986); e não a possíveis entraves na oferta de insumos e técnicas. O Brasil pós-65 seguiu a concepção "schultziana" (Schultz, 1965) de desenvolvimento agrícola baseado no investimento em produção de insumos e em estrutura de pesquisa e extensão. Este é hoje o padrão tecnológico predominante.

O consumo de insumos cresceu fortemente desde 1967 (primeiro ano de resultados do crédito rural subsidiado) até o final dos anos 70, quando então entrou em fase estacionária em razão das restrições econômicas e financeiras dos anos 80. A Tabela 3 oferece um panorama desta evolução.

Tabela 3
Consumo de insumos e máquinas agrícolas no Brasil: 1967-88

Ano	Fertilizantes(1) (ton. de nutrientes)	Pesticidas(2) (ton. de ingred. ativo)	Tratores(3) (unidades)
1967	444.900	n.d	8.500
1970	999.076	n.d	14.176
1973	1.679.147	n.d	39.454
1976	2.528.141	48.333	63.776
1979	3.567.039	68.347	49.523
1982	2.718.469	45.062	24.662
1985	3.198.055	50.185	41.243
1988	3.743.748	59.979	

Fontes: (1) Sindicato da Indústria de Adubos e Corretivos do Estado de São Paulo; (2) Andef; (3) Sinfavca e Sindimac/Abimaq. Para 1986-88, Anuário Estatístico do Brasil (FIBGE).

A face mais importante do padrão atual é a crescente articulação entre agricultura e indústrias, que inclusive impõe que qualquer análise que se faça do desenvolvimento agrícola tenha que, necessariamente, tratar das relações que se estabelecem com as indústrias a montante e a jusante. É justamente nestas relações que se encontram os determinantes do atual padrão tecnológico da agricultura brasileira (assim como em nível mundial). A disseminação do uso de insumos é o fato que caracteriza o atual padrão e, portanto, é no processo de pesquisa e desenvolvimento, de produção e comercialização, bem como de adoção destes insumos que ele deve ser entendido. Os vetores da mudança estão localizados no desenvolvimento técnico-científico dos setores responsáveis pela geração das inovações, sejam eles públicos ou privados. A lógica inovativa das indústrias de pesticidas, fertilizantes, máquinas e sementes, assim como das técnicas produtivas agronômicas e das variedades de grandes culturas saídas da pesquisa pública, respondem, em grande medida, pelo perfil tecnológico da agricultura contemporânea. Dessa forma, seria incorreto referir-se ao padrão tecnológico moderno atual sem focalizar os germes da sua transformação técnico-científica.

A internalização das indústrias a montante da agricultura no Brasil, iniciada no I PND e expandida no II PND, foi incompleta. Sem

sombra de dúvida, os investimentos realizados na implantação das indústrias de máquinas e equipamentos agrícolas, bem como na de fertilizantes e pesticidas tiveram um papel fundamental para a generalização do atual padrão moderno de produção. Entretanto, tal não significa que tenha sido este o fato decisivo que diferencia o atual padrão do anterior.

Em primeiro lugar, o processo de implantação do chamado Departamento de Bens de Produção para a agricultura foi longo, tendo se arrastado por cerca de 25 anos: da implantação da indústria de implementos nos anos 50, passando pela de tratores no começo dos 60, até a consolidação da indústria de fertilizantes e o início da produção de pesticidas no final dos anos 70, percorreu-se um longo caminho, que não pode ser considerado como um fato concentrado em um curto período de tempo. Na segunda metade dos anos 60, por exemplo, a agricultura brasileira já tinha uma configuração bastante semelhante à atual, sem contudo contar com ampla produção interna de fertilizantes nem, muito menos, de pesticidas.

Em segundo lugar, a implantação destas indústrias não foi completa do ponto de vista dos seus diversos estágios produtivos. Com exceção da indústria de fertilizantes, onde o processo inovativo é muito menos importante que nos outros setores que estamos abordando, é importante notar que nem a indústria de tratores nem muito menos a de pesticidas internalizaram no país suas principais atividades de pesquisa e desenvolvimento. A forma, a direção e o grau (talvez este com menor intensidade) do processo inovativo derivado das estratégias destes setores, permaneceram fora do país, especificamente nas matrizes das empresas multinacionais que aqui se instalaram.

As implicações disto devem ser entendidas pelo aspecto puramente analítico: não parece correto afirmar que foi a implantação dos setores de bens de produção para a agricultura o elemento distinguidor do padrão atual em relação ao anterior, dado que a implantação destes setores só é totalmente realizada quando o padrão atual já era uma realidade evidente (final dos anos 70). Ademais, nem mesmo hoje pode-se considerar que exista, de forma integral, uma estrutura industrial voltada para a geração de insumos para a agricultura. Veja-se, por exemplo, que a produção de pesticidas depende, fundamentalmente, da importação dos princípios ativos e/ou dos intermediários de síntese.

No que se refere aos impactos sociais deste padrão, é possível analisá-lo, pelo menos, a partir de duas perspectivas diferentes, embora complementares. Uma delas focaliza o impacto do padrão tecnológico moderno sobre o processo de trabalho produtivo no campo e nas fábricas. A outra coloca o seu foco de atenção no surgimento de tipos e processos de trabalhos até então pouco desenvolvidos no país.

No que concerne à primeira perspectiva, o padrão tecnológico moderno que embasa a atual economia agroindustrial brasileira (e que contém vetores dinâmicos de transformação localizados no desenvolvimento das tecnologias de ponta) tem demandado um tipo de trabalhador cujo perfil distingue-se do passado, entre outras coisas, pelo nível educacional mais elevado. As novas máquinas e equipamentos exigem, na organização do processo de trabalho na fazenda, novos grupos de trabalhadores especializados. Há, assim, uma maior diversificação e especialização de funções nos locais de trabalho.

Com relação à segunda perspectiva, o padrão tecnológico moderno, devido ao seu alto teor de importação tecnológica (*know how*), principalmente no seu ramo mecânico, de química fina e de informática (aí incluídos os novos materiais), apesar de muitas transformações, não chegou ainda a provocar as grandes mudanças sociais que seria de se esperar. Isto ocorre, entre outras razões, porque os setores mais criativos desse processo de modernização — o de pesquisa, o de desenvolvimento e o de projeto do processo de fabricação — não se constituem ainda num fenômeno local. É ainda, como já foi mencionado, uma realidade típica dos países desenvolvidos, trazendo consigo uma série de conseqüências importantes para aquelas sociedades, como salários elevados, expansão do mercado interno, maior capacidade de acumular capital, crescimento da capacidade de investir em educação, maior autonomia e diminuição dos desníveis sociais da população. Essa ausência é, sem dúvida, uma das principais limitações sócio-técnicas e econômicas do padrão tecnológico predominante no Brasil atual.

Os avanços mais importantes conseguidos pelo padrão tecnológico moderno atual foram os de possibilitar a produção e o uso interno da tecnologia, cuja especificação, concepção, projeto e processo de produção encontram-se localizados além dos limites da sociedade brasileira. A constituição interna desse novo e dinâmico

tipo de atividade não depende, como era tradicional nos padrões tecnológicos anteriores, da existência de mão-de-obra barata e pouco especializada.

No que concerne à tecnologia agropecuária, a qualificação necessária não se enquadra, exatamente, em requisitos de maior especialização. Evidentemente, o uso intensivo de máquinas, pesticidas e sementes melhoradas requer um nível de qualificação superior ao da agricultura tradicional, não só para melhor aproveitá-los, mas antes até para decidir usá-los. A decisão de investimento, visando a uma produção mais sofisticada, seguida de um uso eficiente do ponto de vista econômico, são os verdadeiros requisitos de qualificação do padrão atual, o que, apesar de representar um salto de razoáveis proporções para quem parte da agricultura tradicional, guarda ainda uma enorme distância das crescentes exigências de capacitação presentes na indústria em geral.

O estudo das tendências de evolução do padrão tecnológico, para os anos 90, deve estar balizado pela evidência de que o padrão tecnológico atual é delineado, em grande parte (mas não exclusivamente), pela atividade inovadora existente nas indústrias a montante e a jusante da agricultura. Neste particular, este elemento, que é uma das próprias características do presente padrão, não deve se modificar. Quer dizer, é das estratégias inovadoras das indústrias e das relações que estas estabelecem com a produção agrícola, que deverão ser forjados novos padrões tecnológicos para a agricultura. Daí que para pensar possíveis modificações no atual padrão é importante atentar para o comportamento dos setores que, de alguma forma, estejam envolvidos na atividade agrícola.

Não se trata mais de identificar a lógica e a predominância dos capitais agrícola, industrial, comercial ou financeiro, dado que tal separação, além de difícil determinação empírica, não ajuda a entender o caminho evolutivo do padrão tecnológico moderno. Trata-se, sim, de conhecer as diferentes trajetórias tecnológicas (no sentido dado por Dosi, 1984) trilhadas por aqueles setores que têm funções claramente ativas na determinação do processo inovativo da agricultura.

Nesse sentido, há setores cujos comportamentos merecem uma atenção especial na difícil tarefa de pensar as transformações futuras. Dentre estes estão, em primeiro lugar, aqueles que investem em novos produtos e processos biológicos, como o de pesticidas e o de

sementes (onde se inscreve também o farmacêutico), e a indústria processadora de produtos agrícolas. Em segundo lugar, encontram-se empresas de serviços, mormente aquelas voltadas à confecção e comercialização de *software*. Um e outro conjunto de setores traduzem as aplicações comerciais da moderna biotecnologia e da informática, e ambos significam modificações na direção de um maior controle da produção agrícola.

Em nível internacional, os impactos destes investimentos, especificamente em biotecnologia, devem-se à evolução do comportamento daquelas grandes companhias frente às oportunidades tecnológicas. Há um mix de postura defensiva e ofensiva que tem determinado, em boa parte, os caminhos preferenciais por onde a biotecnologia agroalimentar vem se desenvolvendo.

De um lado estas oportunidades têm servido ao propósito de recuperação de mercados tradicionais que vinham sofrendo reveses nos anos 80, através da aplicação das técnicas de base biológica como fonte inovadora para a geração de produtos satélites, com interesse comercial secundário, mas que auxiliam no revigoramento dos principais mercados destas firmas. São os casos do desenvolvimento de variedades de diversas culturas resistentes a doses elevadas de herbicidas (pesquisas nas quais estão envolvidas praticamente todas as grandes companhias de pesticidas) e do desenvolvimento de sementes artificiais, seja para possibilitar a geração de novos híbridos interespecíficos, seja para produzir sementes encapsuladas contendo doses de fertilizantes, pesticidas e hormônios. De uma forma ou de outra valoriza-se o mercado de herbicidas, cujas principais patentes expiraram e cujo ritmo inovador desacelerou sensivelmente nos anos 80 em função de custos proibitivos para a obtenção de uma nova molécula — cerca de US\$ 150 milhões. Nestes casos, a biotecnologia é aproveitada pelas empresas em seu potencial defensivo.

De outro lado, ao mesmo tempo em que serve como ferramenta para revigoração de mercados tradicionais, o emprego destas tecnologias propicia um valioso aprendizado para que oportunidades futuras de diversificação de mercados possam ser aproveitadas de forma ofensiva, podendo mesmo chegar ao rompimento dos mercados tradicionais, assim que haja suficiente maturidade dos novos mercados de produtos biotecnológicos, e tão logo seja criada uma competência científica e tecnológica no interior das firmas que as

tornem capacitadas a enfrentar as mudanças de paradigma que ora se anunciam (Silveira e Salles Filho, 1988).

Assim, em razão do enorme volume de recursos que as companhias da química, petroquímica, sementes, farmacêutica e alimentos estão dedicando à P&D biotecnológica (Ducos e Joly, 1988), é lícito ao menos cogitar que alterações da base técnica de produção agrícola venham a ocorrer a médio e longo prazos. Avaliar o momento, o grau, a forma e a direção deste processo é um exercício que transcende os limites deste artigo, dado que, para tanto, seria necessário um estudo do comportamento das trajetórias tecnológicas em conformação nos ambientes concorrenciais onde se encontram estas firmas.

Algumas evidências, entretanto, são reveladoras: a) os resultados dos investimentos realizados em biotecnologia agrícola nos últimos 15 anos mostram que hoje passamos, no máximo, por um período de transição de paradigma, no sentido de que não se pode afirmar que existe um novo paradigma tecnológico, mas tampouco se pode ignorar que mudanças importantes na base do conhecimento estejam em curso; b) a pesquisa biológica agrônômica está crescentemente fazendo parte do interesse do setor privado, devido às oportunidades abertas pela biotecnologia e às perspectivas de maior apropriabilidade dos resultados das pesquisas. Tal fato tem levado a mudanças mais ou menos importantes na divisão de tarefas público/privado, perdendo o setor público atribuições históricas da pesquisa agrônômica; c) ao nível da pesquisa, as novas ferramentas de trabalho do melhoramento genético têm alterado significativamente o perfil do melhorista, tirando-o de um nível de abstração teórico de pequeno embasamento científico (fundamentalmente sustentado na estatística e na observação empírica), para um profundo alargamento da base do conhecimento (a passagem do nível celular, pouco eficaz na explicação dos fenômenos fisiológicos, para o nível molecular, capaz de revelar com maior precisão tais fenômenos); d) ao nível dos produtos, os resultados indicam a possibilidade de maior especialização da produção, a partir de novas variedades e híbridos desenvolvidos com maior diversidade de características, o que resultaria na maior opção de cultivos.

Em termos de Brasil, existe uma defasagem em relação ao verificado nos países desenvolvidos. Isto se revela, de um lado, pelo volume de recursos financeiros, humanos e materiais sensivelmente

inferior e, de outro, pela quase inexistência de setores industriais envolvidos com P&D biotecnológica no país, pelo menos nos moldes em que isto ocorre internacionalmente. Se os impactos da biotecnologia agroalimentar nos mercados norte-americano e europeu não têm ainda expressão quantitativa, no Brasil eles são literalmente nulos. Daí que a transição de nível internacional deverá se dar aqui com certo atraso, ou ainda poderá nem ocorrer, passando-se logo (como aliás tem-se verificado em vários momentos da história do país) ao possível novo paradigma.

Conclusões

Algumas conclusões podem ser extraídas do exposto:

a) Durante os séculos iniciais da formação brasileira, a terra abundante, a estrutura de posse e uso dessa terra, a pouca população, o atraso industrial e a utilização da mão-de-obra escrava representaram uma influência restritiva ao uso de novas tecnologias na produção agropecuária. Não que inexistissem técnicas — sem elas não teria sido possível a produção — mas a sua utilização era relativamente rudimentar e seu ritmo de substituição lento.

b) Os padrões tecnológicos no Brasil seguiram, com maior ou menor atraso, os padrões internacionais de produção agrícola. Ou seja, a base técnica foi sendo crescentemente sustentada pelo uso intensivo de sementes melhoradas, fertilizantes, tratores, implementos e, por último, pesticidas.

c) Os momentos de superação foram marcados por ações institucionais, como a criação de uma estrutura eficiente de pesquisa que trouxe significativos aportes científicos à produção (marco divisório do primeiro e segundo períodos), e a implantação de políticas de estímulo à adoção de uma agricultura baseada no uso de insumos industriais (marco do segundo e terceiro períodos).

d) A exteriorização do processo inovador agrícola, além do caráter setorial (do sentido agricultura-indústria) comum à maioria dos países, deu-se também em caráter nacional, dado que o *locus* decisório do processo inovador, assim como da própria atividade de

P&D, encontra-se nas matrizes das empresas que provêm os chamados insumos industriais, vetores por excelência da inovação na agricultura.

e) A relação tecnologia-sociedade não se verifica apenas na maior eficiência e qualidade dos seus produtos. A evolução dos padrões tecnológicos no Brasil indica que os recursos humanos que se ligam às atividades de ciência e tecnologia vêm a compor setores importantes da classe média. Assim, embora o crescimento tecnológico intersetorial tenha contribuído para a ampliação dos setores médios da população, a sua continuada dependência externa em setores básicos de pesquisa e desenvolvimento tem limitado a formação e expansão de importantes segmentos da classe média nacional, constituída por cientistas, tecnólogos e gerentes.

f) Um dos aspectos mais característicos do padrão tecnológico moderno atual é a sua vinculação a uma composição heterogênea de fontes de inovação, que não podem ser vistas e classificadas apenas quanto à sua origem disciplinar: mecânicas, químicas e biológicas. Isto fica particularmente claro com a simples constatação das profundas diferenças que existem na dinâmica inovadora dos vários segmentos industriais envolvidos, não obstante suas bases disciplinares comuns, como por exemplo entre as indústrias de fertilizantes e de pesticidas (de origem química), entre os segmentos de híbridos e de variedades de grandes culturas (de origem biológica), e entre as indústrias de tratores e de implementos agrícolas (de origem mecânica).

Nota

1. Indústrias de papel, cerâmica, chapéus, calçados, móveis, alimentos, químicos simples (como sabão, velas e remédios), têxteis, equipamentos para agricultura (Cano, 1977).

Résumé

L'évolution et les caractéristiques des modèles de l'agriculture brésilienne sont identifiées et débattues: technologie coloniale ou agraire et d'exportation avec information techno-scientifique et mul-

tisectorielle. Pour confirmer ce dernier modèle, sont présentées des données telles que la construction (incomplète) d'un secteur industriel de production de biens pour l'importance de la planification d'Etat, les rôles de l'industrie de *inputs* et d'alimentation, qui amplifient la structure de la recherche dans le domaine. L'on souligne que l'absence de changements sociaux internes profonds est liée au fait que le secteur le plus créatif du processus de modernisation — celui de la recherche, celui du développement et celui du projet de production — ne se constituent toujours pas en phénomène local.

Abstract

The evolution and characteristics of the most general technological standards of Brazilian agriculture are identified and discussed: colonial technology or agro-exporting, agro-exporting with technical-scientific information and multisectoral. In order to confirm this latter standard, facts are presented such as the construction (incomplete) of an industrial sector of production of goods for agriculture, the importance of state planning, the roles of the production industry of inputs and of agroindustrial processors, besides the increased efficiency of the structure of agricultural research. It is pointed out that non-occurrence, as would be expected, of substantial and more profound internal social changes, is due to the fact that the most creative sectors of the modernization process — that of research, of development, and that of the project of the manufacturing process, do not yet represent a local phenomenon.

Referências bibliográficas

- ALBUQUERQUE, Rui H. P. L. de (1984). *O complexo agroindustrial: uma primeira avaliação técnico-econômica*. Porto Alegre, Ensaios FEE, 2 (1).
- ALBUQUERQUE, Rui H. de; ORTEGA, Antonio C. e REYDON, Bastian P. (1986). "O setor público de pesquisa agrícola no Estado de São Paulo". *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, 3 (1), jan./abr.
- ALCÂNTARA MACHADO (1965). *Vida e morte dos bandeirantes*. São Paulo, Martins.

- AZEVEDO, Fernando de (1948). *Canaviais e engenhos na vida política do Brasil*. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool.
- BRESSER PEREIRA, L. C. (1968). *Desenvolvimento e crise no Brasil: entre 1930 e 1967*. Rio de Janeiro, Zahar.
- BUNGE, Mario (1985). *Seudociencia e ideologia*. Madrid, Alianza Editorial.
- BUTTEL, Frederick H.; KENNEY, M. e KLOPPENBURG Jr., J. (1985). "From green revolution to biorevolution: some observations on the changing technological bases of economic transformation in the Third World". *Economic Development and Cultural Change*.
- CANO, Wilson (1986). *Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil, 1930-1970*. São Paulo, Global/Editora da Unicamp.
- _____ (1977). *Raízes da concentração industrial em São Paulo*. São Paulo, DIFEL.
- CARDOSO, Fernando H (1969). "Condições sociais da industrialização: o caso de São Paulo". *Mudanças sociais na América Latina*. São Paulo, Difusão Européia do Livro.
- CIRNE LIMA, Rui (1935). *Terras devolutas*. Porto Alegre, Livraria O Globo.
- DE JANVRY, Alain (1981). *The agrarian question and reformism in Latin America*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press.
- DELGADO, Guilherme C. (1985). "Mudança técnica na agricultura, constituição do complexo agroindustrial e política tecnológica recente". *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, 2 (1): 79-97, jan./abr.
- DENNIS, Pierre (1909). *Le Brésil au XX^{ème} siècle*. Paris, Armand Colin.
- DIAS, Guilherme L. da S. e LOPES, Ignez G. V. (1983). *Avaliação do comportamento dos preços domésticos em relação aos preços de importação e de exportação algodão, arroz, milho e soja - 1979-83*. Brasília, CFP, vol. 27, Coleção Análise e Pesquisa.
- DOSI, G. (1984). *Technical change and industrial transformation*. Londres, Macmillan Press.
- DUCOS, C. E. e Joly, P. B. (1988). *Les biotechnologies*. Paris, La Découvert.
- FLECK, Ludwik (1935). *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago, University of Chicago Press.
- GAMA, Ruy (1983). *Engenho e tecnologia*. São Paulo, Duas Cidades.

- GIDDENS, A. (1990). *As conseqüências da modernidade*. São Paulo, Editora Unesp.
- GRAZIANO DA SILVA, José (1981). *Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura*. São Paulo, Hucitec.
- (1985). "A relação público-privado na geração de tecnologia agrícola no Brasil". *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, 2 (2): 185-232, maio/ago.
- GRIFFIN, Keith (1982). *La economía política del cambio agrario*. México, FCE.
- GUIMARÃES, Alberto P. (1979). *A crise agrária*. Rio de Janeiro, Paz e Terra.
- (1974). *Quatro séculos de latifúndio*. Rio de Janeiro, Paz e Terra.
- HAYAMI, Y. e RUTTAN, Vernon W. (1971). *Agricultural development*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press.
- HIGHTOWER, J. (1978). *Hard tomatoes, hard times*. Cambridge, Schenkman Publishing Co.,
- HOFFMANN, Rodolfo e KAGEYAMA, Angela (1986). "Posição na ocupação, tempo de trabalho e renda na agricultura brasileira em 1980". *Revista de Economia Política*, 6 (4), out./dez.
- JAGUARIBE, Hélio (1958). *O nacionalismo na atualidade brasileira*. Rio de Janeiro, Iseb.
- KAGEYAMA, Angela (1986). "Modernização, produtividade e emprego na agricultura: uma análise regional". Campinas, IE/Unicamp, tese de doutoramento.
- KAGEYAMA, Angela; BUAINAIN, Antonio M.; REYDON, Bastiaan P.; GRAZIANO da Silva, José; SILVEIRA, José M. F. J. da; FONSECA, Maria da G.; RAMOS, Pedro; FONSECA, Rinaldo B. e BELIK, Walter (1990). "O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais". In Guilherme C. Delgado; José G. Gasques e Carlos M. Villa Verde. *Agricultura e políticas públicas*. Brasília, Ipea, Série 127.
- KAUTSKY, Karl (1968). *A questão agrária*. Rio de Janeiro, Gráfica Editora Laemmert.
- KLOPPENBURG Jr. J. R. (1988). *First the seed*. Cambridge, Cambridge University Press.
- KUHN, Thomas S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, The University of Chicago Press.

- LÊNIN, V. I. (1980). *Capitalismo e agricultura nos EUA*. São Paulo, Alicerces.
- LIPTON, M. (1977). *Why poor people stay poor*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- LOPES, Ignez G. V. e DIAS, Guilherme L. da S. (1984). "Simulação da proposta de abertura do comércio externo conjugada a um mecanismo de estabilização". Brasília, CFP, vol. 32. *Coleção Análise e Pesquisa*.
- LUZ, Nícia V. (1978). *A luta pela industrialização do Brasil*. São Paulo, Alfa Omega.
- MALASSIS, Louis (1973). *Economie agro-alimentaire I: economie de la consommation et de la production agro-alimentaire*. Paris, Cujas.
- MARTINS, José de S. (1975). *Capitalismo e tradicionalismo: estudos sobre as contradições da sociedade agrária no Brasil*. São Paulo, Pioneira.
- _____ (1973). *A imigração e a crise do Brasil agrário*. São Paulo, Pioneira.
- MELLO, João M. C. de: (1984). *O capitalismo tardio*. 3.^a ed., São Paulo, Brasiliense.
- MÜLLER, Geraldo, (1988). *Complexo agroindustrial e modernização agrária*. São Paulo, Hucitec.
- _____ (1988). "Política econômica e política agrícola: a luta sócio-política por uma política agrícola autônoma". *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, 5 (1/3): 21-29, jan./dez.
- _____ (1981). *O complexo agroindustrial*. São Paulo, FGV.
- NORMANO, J. F. (1975). *Evolução econômica do Brasil*. São Paulo, Cia. Editora Nacional [1^a ed. 1935].
- OLIVEIRA VIANA (1939). *Populações meridionais do Brasil*. Rio de Janeiro.
- PALMEIRA, Moacir: (1971). "Latifundium et capitalisme lecture: critique d'un débat". Paris, (mimeo.).
- PINTO, Virgílio N. (1968). "Balanço das transformações econômicas no século XIX". In *Brasil em perspectiva*. São Paulo, Difusão Européia do Livro.
- PRADO JUNIOR, Caio (1966). *A revolução brasileira*. São Paulo, Brasiliense.
- RANGEL, Ignácio (1978). "Estrutura agrária, sociedade e Estado". *Revista Reforma Agrária*, 8 (6), nov./dez.

- RODRIGUES, Cyro M. (1987). "Gênese e evolução da pesquisa agropecuária no Brasil: da instalação da Corte portuguesa ao início da República". *Cad. Dif. Tecnol.* 4 (1): 21-38, jan./abr.
- SANTANA, Carlos A. M. (1987). "Efeitos das políticas econômicas brasileiras sobre o setor doméstico de soja em grão". *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 17 (3): 633-678, dez.
- _____ (1984). "The impact of economic policies on the soy-been sector of Brazil: an effective protection analysis". Tese de doutorado. Saint Paul, Minnesota, University of Minnesota.
- SCHULTZ, T. W. (1878). *A transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro, Zahar [1965].
- SILVA, M. A. da "Agricultura nacional". Rio de Janeiro, R.A.I.I.F.A., 9 (1).
- SILVA, Sergio (1976). *Expansão cafeeira: origens da indústria no Brasil*. São Paulo, AlfaOmega.
- SILVEIRA, J. M. F. J. e SALLES Filho, F. L. M. (1990). "Desenvolvimento da biotecnologia no Brasil: uma análise de casos relevantes". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol.26, n.º 3.
- SOUSA, Ivan S. F. de "Condicionantes da modernização da soja no Brasil". *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 28 (2), abr./jun.
- SZMRECSANYI, Tamás. (1983). "Nota sobre o complexo agroindustrial e a industrialização da agricultura no Brasil". *R. Econ. Pol.*, 3 (2): 25, abr./jun.
- TRIGO, Eduardo (1989). *La participación del sector privado en la investigación agropecuária: notas y comentarios*. San José da Costa Rica, Editorial IICA.
- VIGORITO, Raul (1984). *Transnacionalización y desarrollo agropecuario en América Latina*. Madri.
- WANDERLEY, Maria de N. B. (1985). "O camponês: um trabalhador para o capital". *Cadernos de Difusão de Tecnologia*, 2 (1): 13-78, jan./abr.
- WORTMAN, S. e CUMMINGS Jr., R. W. (1978). *To feed this world*. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins University Press.