



O PROGRESSO TÉCNICO NA AGRICULTURA¹

JOSÉ GRAZIANO DA SILVA²

RESUMO – Discute-se o crescimento da produtividade na agricultura através da aplicação da tecnologia no contexto das relações sociais de classe no sistema capitalista. Analisam-se as relações entre capital (privado e social) e trabalho (tempo de trabalho e de não-trabalho) na agricultura e indústria. Em seguida, enfocam-se as especificidades do progresso técnico no setor primário, no qual os processos biológicos, os condicionamentos naturais e a terra enquanto meio de produção têm suas próprias particularidades, que fazem com que o processo de produção na agricultura seja contínuo, associado, interativo e restrito a determinadas condições. Finalmente, trata-se do papel das inovações tecnológicas na agricultura, considerando-se quatro tipos de inovações: mecânicas, físico-químicas, biológicas e agronômicas.

THE TECHNICAL PROGRESS IN AGRICULTURE

ABSTRACT – The productivity growth due to technological adoption within the social relations of classes in capitalist systems is discussed. The relations between capital (private and social) and labor (working and non-working time) in agriculture and industry are analysed. Afterwards, attention is given to the specificities of the technical advancement in the primary sector, in which the biological processes, the natural conditions and the land as a production factor have their own particularities, turning the agricultural production processes into continuous, linked, interactive and restricted to specific conditions. At last, the role of technological innovations in agriculture is considered as to four innovations fields: mechanical, physical-chemical, biological and agronomic.

INTRODUÇÃO

Qualquer sociedade precisa conhecer o volume de bens e serviços que as pessoas são capazes de produzir num determinado período de tempo, uma

¹ O presente texto é uma versão “didática” de meus trabalhos anteriores no tema (ver bibliografia citada). Agradeço à Ângela Kageyama pela colaboração nesses trabalhos. Ele foi redigido originalmente em 1985 como parte do “Project of Agricultural Research and Organization (PROAGRO)”, administrado pelo International Service for National Agricultural Research (ISNAR), da Holanda.

² Engenheiro-agrônomo, professor do Instituto de Economia da UNICAMP.

vez que toda produção é sempre resultado de algum trabalho humano. Torna-se fundamental, portanto, saber quanto cada pessoa diretamente ocupada é capaz de produzir. Uma pessoa pode trabalhar num dia, por exemplo, T horas. Durante esse período, ela gasta N horas de trabalho para produzir o necessário à sua sobrevivência e reprodução – alimentar-se, vestir-se, morar numa casa decente, educar os filhos, etc. Se $N < T$, haverá um tempo livre que será ocupado com inúmeras finalidades produtivas ou improdutivas (ócio, por exemplo). Caso esse tempo livre seja usado produtivamente, ele produzirá, o que chamamos em economia, um excedente, que será empregado para alimentar e vestir outra pessoa não ocupada produtivamente ou, então, “guardado” (ou investido) para ser utilizado futuramente. É fundamental, portanto, que o tempo de trabalho necessário N seja menor que T, porque, caso contrário, a própria sobrevivência daquela pessoa que trabalha estará sempre ameaçada, no caso de ela não poder num dia qualquer produzir o necessário para comer.

Podemos definir uma **medida relativa da produção por pessoa ocupada** – ou produtividade do trabalho (p) – como sendo a relação entre o que foi produzido e o tempo aí gasto. Assim,

$$p = \frac{P}{T} = \frac{P_N + P_E}{T} \quad (1)$$

onde P_E é o produto excedente obtido com o **tempo de trabalho excedente** (E), que é a diferença entre o tempo de trabalho total (T) e o tempo de trabalho necessário (N).

A existência desse tempo de trabalho excedente é simultaneamente a condição e a mola mestra de todo o desenvolvimento social, econômico e cultural da humanidade, desde os tempos mais remotos até os nossos dias. Condição por que, enquanto o homem não atingia um nível de produtividade tal que lhe permitisse dispor de um produto excedente, as atribuições do dia-a-dia consumiam-no inteiramente na luta contra a fome, o frio, as doenças, as intempéries, etc. Somente quando o homem passou a dispor de uma “sobra” do tempo de trabalho necessário à sua perpetuação é que alguns dos membros da sua espécie puderam se dedicar a outros afazeres ou até mesmo a não fazer nada. Ou seja, a própria **divisão social do trabalho** que daí se seguiu iria permitir inclusive que alguns trabalhassem e outros não, que uns se tornassem escravos e outros senhores.

Pela equação (1) podemos ver que o aumento do produto total (ΔP) pode advir tanto de um aumento da produtividade como da extensão do tempo total de trabalho. Todavia sabemos que o aumento do tempo de trabalho total (ΔT) significa a extensão da jornada de trabalho efetiva, o que evidente-

mente tem limites (inclusive físicos) bastante definidos. Isso só pode ser feito, ou prolongando-se o número total de horas trabalhadas no dia (ou semana) ou reduzindo-se os "poros"³ da jornada, isto é, intensificando-se o ritmo de trabalho durante um dado período de tempo. É claro que não se pode ir muito longe por esse caminho, porque afinal de contas o dia só tem 24 horas e a semana 7 dias; e não há quem não precise de um mínimo de descanso para repor as energias perdidas.

Se nos detivermos na equação (1) veremos que o que interessa na verdade é aumentar o produto excedente P_E , porque, num determinado período curto de tempo, sob dadas condições históricas e sociais, P_N pode ser tomado como uma constante. Assim, o aumento da produtividade será:

$$\Delta p = \frac{\Delta P}{T} = \frac{\Delta P_E}{T} \quad (2)$$

Ou seja, a produtividade aumentará à medida que houver aumento no produto excedente por unidade de tempo de trabalho total.

No entanto, como $T = N + E$, teremos

$$\Delta T = \Delta N + \Delta E \quad (3)$$

Daf segue-se que poderemos manter o tempo de trabalho total (T) constante – ou até mesmo diminuí-lo ($\Delta T < 0$) – sem comprometer o aumento do produto excedente **desde que consigamos uma redução no tempo de trabalho necessário** ($\Delta N \leq 0$). Ou seja, para que se possa aumentar o tempo de trabalho excedente ($\Delta E \geq 0$) sem que seja necessário concomitantemente aumentar a jornada efetiva de trabalho, é preciso haver redução no tempo de trabalho necessário⁴. Mas isso só é possível **aumentando-se a capacidade produtiva das pessoas ocupadas** naquelas atividades que compõem a produção de alimentos, tecidos, sapatos, construção civil, etc. destinadas a satisfazer as necessidades dos trabalhadores.

E como podemos aumentar a capacidade de produzir de um conjunto de trabalhadores? Obviamente isso dependerá da atividade que estão desempenhando. Mas, em geral, podemos dizer que o aumento da capacidade produ-

³ Ou seja, os "tempos perdidos" durante o processo de trabalho, como por exemplo, o tempo de trocar uma ferramenta de mão, o tempo para manobrar, abastecer um trator, o tempo de parada para o almoço, etc.

⁴ Note-se que falamos em redução no tempo de trabalho necessário (N) e não no produto necessário (P_N), o que significaria, objetivamente, reduzir a quantidade de alimentos das pessoas, o tamanho das casas, fazer as crianças trabalharem, etc. Obviamente, essa situação, embora possível, também não é uma alternativa nem desejável, nem viável a longo prazo.

tiva de um conjunto de pessoas pode ser conseguido pela cooperação entre esses trabalhadores, pela sua especialização em determinadas atividades através de uma adequada divisão de tarefas e pelo uso de ferramentas e máquinas apropriadas. O que estamos querendo dizer é que há sempre uma ou mais maneiras de se fazer uma determinada tarefa com mais eficiência, aplicando-se os conhecimentos disponíveis a respeito. Ora, o acervo de “conhecimentos disponíveis” constitui o que chamamos de **ciência** e a aplicação desses conhecimentos a uma determinada atividade produtiva é o que se denomina de **tecnologia**⁵. Resumindo, aumentar a capacidade produtiva das pessoas significa introduzir progressos tecnológicos nas atividades produtivas, especialmente nos setores de bens necessários à reprodução da classe trabalhadora e no de bens de produção.

Evidentemente esse conjunto de conhecimentos disponíveis num determinado momento é um produto social, ou seja, a própria ciência depende do nível de desenvolvimento e das necessidades técnicas da sociedade. Num **sociedade capitalista**, que é uma **sociedade de classes**, a ciência destina-se a colocar à disposição da sociedade o saber “necessário para garantir a produção e a reprodução dos processos vitais da sociedade na forma em que foi determinada pela classe dominante” (Fenzl 1981:14).

Ora, se a própria ciência tem caráter de classe na sociedade capitalista, com muito mais razão o terá a tecnologia, que é a aplicação da ciência ao processo produtivo. **A tecnologia é, portanto, uma relação social** e não um conjunto de “coisas”, como poderíamos pensar ao olhar as máquinas, os adubos químicos, as sementes etc. A tecnologia é o conjunto dos conhecimentos aplicados a um determinado processo produtivo. Ora, sabemos que no sistema capitalista o objetivo da produção é o lucro; portanto, a tecnologia que lhe é adequada é aquela que permite gerar mais lucros.

Em resumo, uma vez que seu conteúdo está dado pelas relações sociais de produção, podemos dizer que a tecnologia cumpre duas funções básicas na sociedade capitalista. A primeira, de natureza essencialmente econômica, é a de, aumentando a produtividade do trabalho, propiciar a formação de um lucro extraordinário para os capitais individuais. A outra, atuando como forma de dominação social, tem por finalidade a reprodução da divisão social do trabalho – portanto, a reprodução das classes sociais – para a manutenção do modo capitalista de produção. Essas duas funções não podem ser separadas entre si a não ser como resultado de um corte analítico envolvendo o capital em geral e/ou os capitais particulares (individuais).

⁵ “A ciência pode ser definida como sendo o saber formal (isto é, o saber *tout court*) e a tecnologia como a materialização deste saber, sob a forma de *savoir-faire*” (Benakouche 1982:32).

Não podemos dissociar a tecnologia da forma da sociedade que a gerou nem das relações de produção onde ela é aplicada. Em poucas palavras, a tecnologia **depende** da forma de poder existente na sociedade onde e para a qual esses conhecimentos foram gerados. Por isso é que não se pode discutir a questão da “adequação tecnológica” sem explicitar o tipo de sociedade que se deseja construir. Na verdade, o problema fundamental não está no caráter científico do conhecimento em si, mas sim no seu aspecto político-ideológico: a quem deverá servir a tecnologia a ser gerada. A resposta é óbvia e demonstra que não existe um problema de “escolha de tecnologias”⁶ ditado por regras “neutras” de eficiência social. A escolha é eminentemente política, porque a decisão depende da relação de poder do sistema onde essa tecnologia poderá ser utilizada; e, no caso de uma economia capitalista, as regras de eficiência são as que maximizam os benefícios privados dos proprietários do capital.

Voltemos ao problema da produtividade. O fundamental a reter é que o progresso técnico implica um aumento da produtividade do trabalho. E **progresso técnico no sistema capitalista, do ponto de vista dos capitais particulares aplicados ao processo produtivo, significa progresso das técnicas capitalistas** destinadas a aumentar o lucro dos proprietários dos meios de produção privados.

É preciso esclarecer que o aumento da produtividade do trabalho não é uma necessidade apenas do sistema capitalista. Como já dissemos anteriormente, em qualquer forma de sociedade, o homem necessita aumentar a sua capacidade de produzir, porque isso lhe possibilitará, inclusive, trabalhar menos. Sempre o homem procurou inventar coisas que lhe facilitassem a labuta diária. A diferença fundamental é que, antes, essas invenções dependiam de pessoas com “idéias luminosas” – os inventores – uma “profissão” vista antigamente como um misto de técnico, prático e poeta; hoje, a invenção é uma indústria: os “cientistas” são treinados para criar problemas e formas de resolvê-los. O próprio sistema capitalista internalizou o processo de geração de conhecimento nos laboratórios das grandes empresas, das universidades e dos institutos de pesquisas. Com isso, o progresso tecnológico deixou de ser uma variável “aleatória” e o desenvolvimento de novos processos produtivos acelerou-se num ritmo vertiginoso.

⁶ Estamos considerando que a **inovação** é o conteúdo concreto do progresso tecnológico, diferentemente da **invenção**; e que o processo de geração de novas tecnologias, ou seja, a materialização do conhecimento científico abstrato, percorre cinco etapas fundamentais: a) investigação básica; b) desenvolvimento (pesquisa aplicada); c) prova técnica (resultados tecnológicos); d) adaptação às condições locais (ensaios, protótipos, saber-protótipos, saber-fazer); e) progresso técnico (incorporado ao processo produtivo em condições de campo). Ver, a respeito, Benakouche (1982).

Embora seja anterior ao capitalismo, o crescimento da produtividade do trabalho acelerou-se nesse sistema devido ao ritmo de desenvolvimento que assumiu af o progresso técnico. **O que o sistema capitalista agregou ao desenvolvimento das técnicas de produção foi a subordinação do trabalho.** Ou seja, tanto quanto propiciar maior eficiência do operário, o objetivo do progresso técnico no capitalismo também é o de submetê-lo cada vez mais ao capital. Assim, por exemplo, um operário numa linha de montagem não tem mais o controle sobre aquilo que está produzindo, nem sobre o ritmo do seu próprio trabalho. É antes a velocidade da esteira que comanda os seus movimentos musculares, é a divisão do trabalho em inúmeras partes que determina quais são as suas tarefas; é, enfim, a seqüência prevista dessas tarefas que determina os seus movimentos e, estes, o seu dispêndio de energia.

Por isso, não se pode dissociar o desenvolvimento de determinada técnica de sua forma de utilização. Não existe a (falsa) questão de que determinada tecnologia é boa, o seu uso é que é inadequado. As máquinas inventadas na era capitalista, por exemplo, supõem uma determinada divisão do trabalho própria desse sistema: elas necessitam de um operário que as maneje, numa determinada velocidade e ritmo que não é o trabalhador que decide. Já no século XIX, em plena época da revolução industrial na Inglaterra, John Stuart Mill dizia que era "duvidoso que as invenções mecânicas feitas até agora tenham aliviado a labuta diária de algum ser humano". Marx o corrigiu: "de algum ser humano que não viva do trabalho alheio. As máquinas aumentaram certamente o número dos abastados ociosos". E esclareceu: "Não é esse (aliviar a labuta diária do trabalhador) o objetivo do capital quando emprega maquinaria. Esse emprego, como qualquer outro desenvolvimento da força produtiva do trabalho (no sistema capitalista), tem por fim baratear as mercadorias, encurtar a parte do dia de trabalho da qual precisa o trabalhador para si mesmo (trabalho necessário) para ampliar a outra parte (trabalho excedente) que ele dá gratuitamente ao capitalista" (Marx 1971: I:423-4) (parêntesis nossos).

Como já dissemos anteriormente, a jornada de trabalho pode ser decomposta no tempo de trabalho necessário a garantir a reprodução do trabalhador e de sua família e na parte que é o tempo de trabalho excedente. No sistema capitalista, o salário que um operário recebe pela jornada de trabalho representa apenas o pagamento do tempo de trabalho necessário. Isso significa que ele nada recebe pelo tempo de trabalho excedente, denominado por isso de **mais-valia**, ou seja, valor excedente não pago pelo capitalista ao trabalhador.

Pode-se definir uma **taxa de mais-valia**, também chamada de taxa de

exploração, pois representa a relação entre o tempo de trabalho excedente não pago (m) e o tempo de trabalho efetivamente pago (v) de todos os operários empregados, o qual representa a massa de salários de um determinado ramo da produção:

$$m' = \frac{m}{v} \quad (4)$$

Poderíamos pensar que o que interessa aos capitalistas é aumentar m' , mas na verdade não é bem assim. Grosseiramente, pode-se dizer que os capitalistas não são "contra os operários", eles são "a favor do capital". O que lhes interessa é maximizar o lucro obtido, ou seja, obter o máximo de retorno do seu capital total empregado na produção num determinado período. Assim, se definirmos o capital total (K) como a soma do capital variável (V), constituída pela massa de salários, mais o capital constante (C) constituído pelo valor das máquinas e equipamentos, matérias-primas, etc, teremos a taxa de lucro (r) definida por:

$$r = \frac{m}{K} = \frac{m}{C + V} \quad (5)$$

Convém destacar que K é o valor do capital variável e do capital fixo adiantado à produção. Ou seja, K "gira" passando pela órbita produtiva onde uma dada quantidade de dinheiro (D) se converte em produto ($D - M$); depois pela órbita da circulação, retornando às mãos de seu proprietário quando da realização (venda) do produto ($M - D'$), onde $m = (D' - D)$. Portanto, uma das maneiras de aumentar r é **aumentar a sua velocidade de rotação**, ou seja, reduzir o tempo em que D sai do bolso do capitalista para retornar como D' . Em outras palavras, diminuir o tempo de produção ($D - M$) e/ou o tempo de circulação ($M - D'$), o que só pode ser conseguido através do progresso técnico na própria agricultura, no setor de transporte e nos equipamentos e métodos de comercialização.⁷

Utilizando (4) e (5) podemos verificar que para um determinado ciclo ou período de produção dado,

$$r = \frac{m'}{C/V + 1} \quad (6)$$

Ou seja, a taxa de lucro r está diretamente relacionada com a taxa de exploração a que estão submetidos os trabalhadores; porém, inversamente

⁷ Como veremos mais adiante, na agricultura há uma dificuldade relativa maior do que em outros setores, em diminuir o tempo de produção e de circulação do capital.

relacionada com a composição orgânica do capital (C/V), que reflete em termos de valor a dotação de meios de produção por trabalhador empregado.

Ocorre que os mesmos fatores que contribuem para aumentar a taxa de mais-valia (e, portanto, reduzir o trabalho necessário e aumentar o trabalho excedente), também elevam a composição orgânica do capital. A mecanização é o melhor exemplo disso: faz crescer m' , mas simultaneamente diminui V e aumenta C .

Como é possível então ao capitalista elevar a sua taxa de lucro pela incorporação do progresso técnico? Para responder a essa questão há que separar duas instâncias: primeiro, a de todos os capitais em seu conjunto, ou seja, do capital social em geral; segundo, a de um capital privado, em particular.

Do ponto de vista do capital social em seu conjunto, o progresso técnico, embora aumente a dotação de meios de produção por trabalhador do ponto de vista físico, não necessariamente o faz em termos de valor. Ou seja, é indiscutível que o progresso técnico vem aumentando a quantidade de máquinas, equipamentos, matérias-primas etc. que um operário terá de manejar num determinado tempo produtivo. Mas nem sempre o valor desses meios de produção tem crescido; ou, pelo menos, a relação C/V seguramente não cresce no mesmo ritmo da sua expansão física. Isso porque o progresso técnico, ao aumentar a capacidade produtiva das pessoas empregadas, reduz o valor das mercadorias por elas produzidas, uma vez que se gasta cada vez menos tempo de trabalho para produzir determinado produto.

A questão é diferente do ponto de vista de um capital particular qualquer, uma fábrica, digamos. O seu proprietário já tem como dado o valor do capital produtivo (C) e o progresso técnico para ele apenas significa uma desvalorização do seu equipamento, que está se tornando cada dia mais obsoleto, do ponto de vista dos novos métodos de produção que são gerados. Assim, para o capitalista individual, o que interessa é usar tanto mais intensamente quanto possível as suas máquinas, para que possa tanto mais rapidamente substituí-las por outras mais modernas, certamente mais aperfeiçoadas e, possivelmente, mais baratas. Há duas razões para esse tipo de comportamento: primeira, que a depreciação mais rápida minimiza as perdas da obsolescência; segunda, devido à competição (concorrência) entre os capitais privados pelo maior lucro, um determinado capitalista sempre procura "sair na frente" dos outros, para, com as novas máquinas mais aperfeiçoadas, baratear seu produto e obter lucro extraordinário antes que seus concorrentes consigam também trocar os equipamentos antigos.

Assim, a elevação da produtividade do trabalho numa determinada empresa, seja por meio da introdução de máquinas e instrumentos de trabalho mais aperfeiçoados, da divisão mais racional do trabalho, ou da simples in-

corporação de condições naturais favoráveis (a incorporação de um solo mais fértil, por exemplo), **possibilita aumentar relativamente a fração do trabalho excedente sobre o trabalho necessário**. E é isso que permite elevar o lucro daquela empresa individual acima do lucro médio, através do rebaixamento dos seus custos unitários, enquanto aquelas condições favoráveis não se generalizarem entre todos os capitais daquela ramo de produção.

Olhando agora o processo de aumento da produtividade, num plano mais geral, podemos avaliar a sua importância na elevação dos lucros no sistema produtivo como um todo, ou seja, no processo de acumulação de capital. Trata-se, aqui, de compreender a importância do aumento de produtividade em **determinados ramos produtivos**, entre os quais destacaremos especificamente a **agricultura**, no processo de acumulação de capital.

Já vimos que o tempo de trabalho total requerido para produzir uma mercadoria compõem-se do tempo de trabalho necessário à reprodução da força de trabalho gasta nessa produção e do tempo de trabalho excedente, o qual será apropriado pelos detentores dos meios de produção empregados. O tempo de trabalho **necessário** representa, pois, o salário pago, entendido como o **valor da força de trabalho** que deverá ser repostado ao final do processo produtivo. Já vimos também que para aumentar o trabalho excedente, dada a duração e a intensidade do trabalho, é mister diminuir a fração do trabalho necessário (ou seja, é mister reduzir o valor da força de trabalho empregada) em termos relativos ao tempo de trabalho total.

Mas o que vem a ser o valor da força de trabalho?

Como em qualquer outra mercadoria, esse valor é determinado pelo tempo de trabalho necessário à sua produção e reprodução, isto é, pelo tempo necessário à produção dos meios de subsistência que vão garantir a existência dos trabalhadores. Em outras palavras, o valor da força de trabalho equivale ao **valor dos meios de subsistência** que são necessários, inclusive do ponto de vista moral e histórico, para manter o nível de vida normal dos trabalhadores e garantir a sua procriação.

Sendo assim, o rebaixamento do valor da força de trabalho só pode advir do barateamento das mercadorias (em termos de valor) que entram direta ou indiretamente no conjunto dos meios de subsistência necessários à reprodução da força de trabalho. Esse barateamento ou redução do valor, por sua vez, será função dos aumentos de produtividade nos ramos correspondentes a tais mercadorias. Além disso, contribui para esse barateamento a redução do valor dos meios de produção (capital constante) necessários à produção das mercadorias essenciais ao trabalhador.

Assim, por exemplo, se a "cesta de consumo" necessária à reposição

do valor da força de trabalho e à sua reprodução é constituída principalmente por alimentos, vestuário e habitação⁸, os aumentos de produtividade na agricultura, na indústria têxtil e na construção civil são fundamentais ao rebaixamento do valor da força de trabalho em geral. O mesmo ocorre em relação aos ramos que fornecem os meios de produção para a agricultura e as máquinas e matérias-primas para a indústria têxtil e a construção civil.

Podemos vislumbrar de imediato a importância que adquire então a elevação da produtividade do trabalho agrícola nesse contexto, pois a agricultura constitui um dos setores prioritários no fornecimento das mercadorias (tanto em alimentos como em matérias-primas, tais como, fibras têxteis, madeiras para construção etc.) que participam diretamente da subsistência e reprodução do trabalhador.

Assim, a introdução de novos processos técnicos, como a mecanização, a adubação química, a irrigação etc., as transformações nas relações sociais de trabalho, a divisão mais eficiente das tarefas agrícolas, enfim, as modificações destinadas a incrementar a produtividade na agricultura, se traduzem não apenas no aumento do trabalho excedente da própria agricultura: elas contribuem também diretamente para rebaixar o valor da força de trabalho na sociedade como um todo. Em outras palavras, contribuem para elevar a taxa geral de mais-valia e, assim, para a acumulação de capital.

AS ESPECIFICIDADES DO PROGRESSO TÉCNICO NA AGRICULTURA

Vimos na seção anterior que o progresso técnico na agricultura é essencial porque se relaciona diretamente com a redução do trabalho necessário através do aumento da produtividade das pessoas ocupadas. Vejamos então algumas particularidades do progresso tecnológico na produção agrícola.

Inicialmente vamos separar dois grupos de determinantes fundamentais da produtividade do trabalho na agricultura:

- a) **Fatores naturais**, como tipo de solo, topografia, clima etc.;
- b) **Fatores fabricados**, como máquinas, equipamentos e meios de produção em geral.

⁸ Por exemplo, a estrutura dos orçamentos da família assalariada em São Paulo, estabelecida pelo DIEESE, prevê os seguintes itens que comporiam a "cesta de consumo" do trabalhador: alimentação, habitação, vestuário, saúde, higiene pessoal, limpeza doméstica, equipamento doméstico, transporte, educação e cultura, recreação e fumo. Os itens alimentação, habitação e vestuário entram com peso relativo superior a 70% nos diversos estratos de renda.

Na agricultura os fatores naturais afetam profundamente a produtividade do trabalho. Um exemplo disso é a fertilidade natural dos solos: mantidas outras condições constantes, uma terra roxa permite a uma família produzir mais café do que uma terra arenosa.⁹

Uma questão crucial, portanto, que se coloca para a produção agrícola é a da disponibilidade de condições naturais favoráveis. E a possibilidade do esgotamento desses recursos naturais sempre foi motivo para preocupação de muitos. Alguns agrônomos e economistas clássicos do século passado temiam que, à medida que a população mundial fosse crescendo, a humanidade teria de ir incorporando terras cada vez menos aptas à produção agrícola, seja em função da sua menor produtividade física, seja devido à má localização (maior distância dos centros urbanos). Malthus, por exemplo, tornou-se célebre ao prever que a produção agrícola crescería numa progressão aritmética, enquanto a população o faria em progressão geométrica, de maneira que cada vez se tornaria mais difícil alimentar novas bocas (ainda que cada indivíduo trouxesse consigo um par de braços.)

A pressuposição teórica que fundamentava essa previsão era conhecida como a "lei dos rendimentos decrescentes", a qual postulava que toda **inversão adicional** de trabalho e capital (do ponto de vista técnico) na agricultura seria acompanhada da obtenção de uma quantidade cada vez menor de produtos. Ora, é evidente que isso pressupõe **dada** uma determinada tecnologia, ou seja, que não haja progresso técnico nesse ramo de atividade. Isto porque uma determinada combinação de meios de produção (terra, sementes, máquinas, por exemplo) e de força de trabalho pode produzir um volume X de produto. Mas, se mudarmos essa combinação (acrescentando-se, por exemplo, adubos, ou ainda simplesmente mudando de semente comuns para sementes melhoradas) vamos obter uma outra quantidade Y de produto. E será sempre possível – e até esperado – que a produção (Y) obtida com essa nova combinação seja maior do que a anterior (X).¹⁰

⁹ É fundamental assinalar que não é a terra por si mesma que é mais produtiva; é o trabalho aplicado ao solo fértil que é mais produtivo que aquele aplicado à terra menos fértil.

¹⁰ A "lei dos rendimentos decrescentes" tal qual formulada em nossos dias pela teoria neoclássica se aplica indistintamente para o caso em que todos os "fatores de produção" (meios de produção e trabalho) variam, com exceção de um deles que é mantido constante. Isso equivale, por exemplo, a tomar 1 ha de terra cultivada com milho – constante tudo o mais, inclusive a força de trabalho ocupada – e ir se acrescentando toneladas e mais toneladas de adubo. É óbvio que, a partir de um certo nível, a adubação já não obterá mais resposta produtiva, podendo até ser prejudicial, em casos extremos, por excesso. Mas esse é um caso simplesmente impossível porque ninguém – a não ser numa experiência agronômica para obter a quantidade ótima de adubo a ser utilizada – irá aplicar doses crescentes desse insumo, mantendo tudo o mais constante.

Está claro, portanto, que a "lei dos rendimentos decrescentes" pressupõe uma análise estática e, se pensarmos dinamicamente, com a incorporação de novas tecnologias ao processo produtivo, não há por que duvidar de que se possa aumentar continuamente a produtividade das pessoas ocupadas também nas atividades agrícolas. Mas **o progresso técnico no campo tem algumas particularidades fundamentais em relação ao que ocorre na indústria**. Vale a pena destacar 3 delas, que são mais ou menos comuns aos distintos ramos da atividade agrícola:

- a) a especificidade dos processos biológicos;
- b) os condicionamentos naturais da produção (clima, luminosidade, chuvas, ventos, tipo de solo, etc.);
- c) o papel da terra enquanto meio de produção.

Vejamos cada uma dessas particularidades com um pouco mais de detalhe:

a) **A especificidade dos processos biológicos**

Todos sabemos que a produção agrícola se assenta basicamente sobre processos biológicos: são plantas e animais que nascem, crescem e se reproduzem.

O fato de a produção agrícola se assentar em processos biológicos tem duas conseqüências particularmente importantes para o progresso técnico nesse setor. A primeira é que, **como os processos de produção biológicos são sempre contínuos**, não permitem que as partes se tornem independentes do todo. Assim, o processo de produção pode ser parcializado além do limite de exigências próprias das atividades, que são necessariamente conexas. Isto impossibilita, por exemplo, a produção paralela das várias partes de um determinado ciclo produtivo, permitindo apenas que elas se façam de maneira integrada e/ou simultânea. Podem-se, por exemplo, consorciar dois cultivos numa mesma área, de maneira intercalada, como feijão e café, ou em rotação, como trigo e soja. Ou ainda integrar atividades, como no caso do confinamento de suínos que se alimentam da "cama de frango" de uma granja, ou da produção simultânea de carne e leite com bovinos. Mas isso, evidentemente, está longe do caso de uma indústria em que as diversas peças podem ser produzidas ao mesmo tempo em seções diferentes e montadas no final.

No caso da agricultura, a continuidade dos processos biológicos impõe que haja um tempo para plantar, outro para crescer e outro tempo para colher. E a seqüência dessas atividades está determinada pelo próprio ciclo produtivo, o que implica certa conexão inevitável entre as diferentes tarefas.

Não se pode, por exemplo, colher sem antes ter plantado; ou plantar sem ter preparado o solo etc. Não é impossível, por outro lado, desenvolver sistemas de produção agrícola em que ocorra a realização simultânea das várias tarefas produtivas durante todo o ano. Existe, por exemplo, um sistema de produção de arroz, em teste nas Filipinas, em que a área total a ser plantada é dividida em quadras, nas quais são feitos plantios defasados ao longo do ano, de forma que são realizadas simultaneamente as diferentes operações: quando numa quadra se está arando, em outra se está plantando, em outra se está colhendo, e assim por diante. O sistema, conhecido como "rice garden", exige irrigação e evidentemente não comporta um nível muito alto de mecanização, devido à reduzida escala. Note-se que tal sistema pode representar uma racionalização da distribuição dos tempos de trabalho e da produção ao longo do ano, mas não elimina obviamente a continuidade dos ciclos biológicos dentro de cada quadra, nem os "tempos de espera" implícitos em cada uma das seqüências de tarefas. Em resumo, a conseqüência dessa **necessária continuidade dos processos biológicos** são as **dificuldades à divisão do trabalho no interior do ciclo produtivo**, não permitindo que os diferentes operários se especializem em determinada atividade específica, ou no manejo de uma determinada máquina ou ferramenta. Por isso, na agricultura o trabalhador braçal ora está usando a enxada, ora a foice, ora o facão; o tratorista ora está arando, ora plantando, ora passando herbicida; e assim por diante.

Esta é a razão pela qual na agricultura muitas vezes a divisão do trabalho dentro de uma determinada operação não pode ir além da **cooperação simples**, em que um conjunto de pessoas realiza simultaneamente a mesma operação adquirindo uma força coletiva maior que o somatório das partes (as vantagens aí advêm tanto de uma redução do tempo para realizar a operação, como das perdas menores). A **cooperação complexa**, na qual um conjunto de pessoas realiza simultaneamente operações conexas dentro de um esquema prévio de divisão do trabalho, tem aplicação muito restrita na produção agrícola. Vejamos, por exemplo, a colheita de laranja: quando muito, alguns poderão ir carregando as sacolas cheias enquanto os demais colhem os frutos. Mas é só; uma divisão de trabalho incipiente que quase não permite uma maior especialização dentro daquela atividade. E ocorre que a divisão de trabalho, ao permitir a especialização do operário numa determinada operação, é um dos fatores mais importantes na elevação da sua produtividade.

A segunda conseqüência derivada da dependência dos processos biológicos, para o progresso técnico no setor agrícola, é a **dissociação entre o período de produção e o tempo de trabalho**. Na indústria, o tempo que um produto leva para ser fabricado é apenas ligeiramente superior (ou quase

sempre igual) ao somatório dos tempos gastos nas diversas tarefas parciais requeridas. Na agricultura, não: existem tempos de não-trabalho dentro do período de produção, como por exemplo, os dias necessários para germinar a semente ou para a maturação dos frutos. Do ponto de vista do capital, os tempos de não-trabalho são períodos em que ele não está sendo valorizado, em que ele está "parado"; representam apenas um prolongamento "desnecessário" do período de produção que se traduz numa menor velocidade de rotação do capital. Daí o esforço do progresso técnico em reduzir esses tempos de não-trabalho, criando tintas de secagem rápida, processos de resfriamento/aquecimento instantâneo etc. Pode-se dizer que o período de produção na agricultura é definido pelas leis da natureza, ao passo que na indústria ele é o resultado do somatório dos tempos parciais do trabalho. Ou seja, na agricultura define-se antes o todo – o período de produção – e na indústria definem-se primeiro as partes – os tempos de trabalho –, sendo que o somatório delas é que faz o conjunto. Por isso é que na indústria qualquer redução nos tempos de trabalho parciais resulta numa redução do período de produção. Mas na agricultura, muitas vezes, o progresso técnico **aumenta** os tempos de não-trabalho, à medida que a dependência do ciclo produtivo de processos biológicos impõe um período de produção mais ou menos rígido. Por exemplo, para se conseguir produzir feijão em menos dias ou madeira em menos anos, há necessidade de uma longa seleção genética para obtenção de variedades precoces, e, ainda assim, os resultados alcançados serão sempre modestos: não se chegará nunca a produzir feijão em horas ou madeira em dias. Embora não seja possível reduzir drasticamente a duração total do ciclo produtivo, a introdução de inovações tecnológicas na agricultura reduz substancialmente o tempo de trabalho; por exemplo, ao mecanizar algumas tarefas, como é o caso do trator no preparo do solo; ou, então, ao eliminar certas práticas como as capinas, quando se aplicam herbicidas pós-plantio; e assim por diante.

Em resumo, na agricultura, devido ao fato de o período produtivo estar condicionado por processos biológicos, dificilmente se consegue reduzi-lo significativamente através de inovações que não as biológicas e, ainda assim, com resultados bastante limitados. Por outro lado, a incorporação do progresso técnico ao longo do ciclo produtivo diminui o tempo de certas tarefas, dissociando cada vez mais o período de produção do tempo de trabalho total. Mas, do ponto de vista do capital, esses "tempos perdidos", no qual ele está submetido aos "caprichos" das forças da natureza, constituem um período em que ele não está sendo valorizado. Em outras palavras, esses tempos de não-trabalho, que não podem ser suprimidos, só fazem aumentar o período em que um dado capital precisa ficar imobilizado naquela atividade. E, quanto menor a velocidade de rotação (isto é, quanto maior o tempo em

que ele necessita ficar aplicado no processo produtivo), menor a taxa de lucro obtida por esse determinado capital, mantidos os demais parâmetros constantes.

b) Os condicionantes naturais da produção agrícola

Como vimos anteriormente, várias das especificidades fundamentais da produção agrícola derivam do fato de que ela se assenta sobre processos biológicos. Na verdade, a questão é mais ampla ainda: na agricultura sempre há uma interação entre processos biológicos e forças da natureza. Em outras palavras, no processo de produção agrícola, sempre intervêm forças naturais que o condicionam e até mesmo o determinam. Na produção vegetal, por exemplo, todo o crescimento se assenta basicamente no processo de fotossíntese provocado pela ação da luz solar sobre as plantas. Assim, dependendo do grau de luminosidade, as plantas poderão crescer mais ou menos, serem altas ou baixas, frutificar ou não. O mesmo se pode dizer em relação ao calor e à umidade, fundamentais no processo de germinação das sementes. Ou, ainda, a necessidade de um período seco por ocasião da colheita de grãos em geral (mesmo quando se dispõe de um secador, é fundamental que o produto não “apanhe chuva na roça”, o que traz sempre uma perda considerável na qualidade e na quantidade colhida). Também na produção animal, os fatores naturais podem determinar o sucesso ou fracasso da exploração, sendo decisivas as questões de vento, chuvas, temperaturas etc.

Na indústria consegue-se quase inteiramente isolar o processo produtivo das condições atmosféricas e climáticas. Uma fábrica tem telhado para eliminar a chuva, paredes para não deixar entrar muito vento, luz elétrica para funcionar à noite etc. Mais do que isso, a fábrica se utiliza de formas de energia cada vez mais potentes para acelerar a produção, da força hidráulica ao átomo, passando pelo petróleo. Na agricultura não; a produção se assenta na forma mais primitiva de conversão energética, a fotossíntese, que depende da iluminação solar.

Essa dependência da produção agrícola da dotação natural de fatores de uma determinada região pode ser bastante modificada pelo progresso tecnológico; podem-se irrigar terras secas, adubar solos de baixa fertilidade natural, aquecer estâbulos no inverno. Mas ainda é economicamente inviável – pelo menos em grande escala – substituir a luz do sol, evitar umidade excessiva nas estações chuvosas, eliminar declividades acentuadas. Ou seja, de um lado, não se pode prescindir inteiramente na agricultura da dotação natural de fatores de uma região, a não ser em pequena escala. Por outro lado, o capital não poderia deixar o ciclo produtivo agrícola inteiramente ao sabor dos caprichos das forças naturais, e sempre lutou para dominá-las. E a sua

grande arma é o progresso técnico.

Mas é exatamente em função dessa necessária interação existente entre processos biológicos e forças da natureza que o progresso técnico na agricultura apresenta uma especificidade muito maior do que na indústria. Por exemplo, um tear mecânico que é fabricado na Inglaterra pode, até sem nenhuma adaptação, ser manejado por um operário chinês, russo ou norte-americano. O mesmo não ocorre com uma variedade de trigo, ou então com uma colheitadeira de cana. A eficiência da variedade de trigo dependerá de sua aclimação às diferentes condições de solo, pluviosidade, temperatura etc. Isso faz com que uma excelente produtividade obtida no Rio Grande do Sul, por exemplo, não possa ser conseguida em São Paulo com a mesma variedade, necessitando-se, quase em cada nova combinação dessas condições climáticas, de uma solução diferente. Evidentemente, a colheitadeira de cana já não terá tantos problemas, mas sempre serão necessários muitos ajustes em função da variedade a ser colhida, da declividade do terreno etc. Ou seja, até mesmo a mecanização de uma atividade isolada na agricultura é mais difícil, porque é aí que a máquina tem de se adaptar ao meio e não o contrário, como acontece na indústria.¹¹

c) O papel da terra enquanto meio de produção

Enquanto para a indústria a terra é mero substrato físico sobre, o qual se desenrola o processo produtivo, para a agricultura a terra é um meio de produção fundamental¹². O processo produtivo agrícola requer uma interação com o solo, o qual não tem um papel passivo como na indústria: além do substrato, ele fornece a "alimentação" das plantas e, indiretamente, dos animais.

As terras são bens naturais limitados em sua disponibilidade física, tanto do ponto de vista quantitativo, como qualitativo. Assim, um papel fundamental do progresso técnico na agricultura é o de "fabricar terras apropriadas" aos diferentes ramos de atividade. Assim, por exemplo, quando adubamos uma certa gleba e obtemos dela o dobro da produção esperada, é como se tivéssemos fabricado uma outra parcela equivalente de terras. O mesmo ocorre quando damos ração ao gado e conseguimos

¹¹ Ver Kautsky (1968) a respeito das dificuldades da máquina na agricultura no capítulo "A Agricultura Moderna".

¹² Sabemos que há certas "produções industriais" de flores, cogumelos, aves, etc. em que a terra funciona como mero suporte físico, como na indústria. Aí a "alimentação" das plantas e animais é artificialmente "fabricada", bem como o próprio espaço físico, na medida em que podemos ter sucessivos "andares" sobre um mesmo substrato. Mas essas são apenas exceções, que confirmam a regra.

obter uma produção que necessitaria de uma área de pastos muito maior, caso não fosse suplementada a sua alimentação.

Mas não é apenas pela fertilização ou pela alimentação "artificial" que podemos "fabricar" novas terras. Importa também a sua localização, o que se consegue com o progresso técnico no setor de transportes, com a ampliação e surgimento de novos mercados urbanos etc. Uma determinada gleba de terra na Amazônia pode ficar "mais perto" do estado de São Paulo quando abriremos uma rodovia ligando as duas regiões; ou também quando as cidades do estado de São Paulo crescerem e precisarem "importar" mais frutas da região Norte; ou, ainda, quando nessa região se desenvolverem cidades que, como a de São Paulo, consumam seus produtos.

Além disso, a própria relação social também condiciona a "disponibilidade de terras". Nas sociedades primitivas, por exemplo, onde tudo era propriedade da tribo, a alocação das terras para diferentes usos era função das necessidades coletivas do grupo. Nas sociedades de classes, onde a propriedade das terras é dos indivíduos de determinada classe, a alocação das terras para diferentes usos não se faz mais em função das necessidades da coletividade. Assim, por exemplo, numa sociedade capitalista, o fato de ser o solo um bem material limitado, possível de ser apropriável privadamente, permite que o seu proprietário possa vendê-lo (ou alugá-lo) em parcelas e assim obter uma **renda da terra**¹³. Daí se origina o poder econômico, social e político dos proprietários fundiários, que podem dispor como lhes aprouver das parcelas de terra que dominam. Mas não interessa ao capital pagar uma renda pelo direito de utilizar produtivamente o solo. Para isso, o progresso técnico é uma arma fundamental: "fabricando" mais terras, o sistema capitalista pode reduzir a renda que o proprietário fundiário exigiria para dispor de uma determinada parcela delas.

O importante a reter nesse momento é que a propriedade fundiária privada do solo se antepõe como uma barreira institucional ao desenvolvimento do capitalismo no campo, na medida em que confere ao "dono das terras" o direito absoluto sobre o que fazer com elas, inclusive o direito de não fazer nada.

É fundamental explicitar aqui as duas **principais pressuposições** embutidas na análise da renda da terra que estamos desenvolvendo. A pri-

¹³ Duas são as formas gerais de renda da terra: a renda diferencial proveniente do monopólio de uma dada terra com condições particulares de fertilidade e localização; e a renda absoluta, proveniente do monopólio de todas as terras pela classe de proprietários rurais. Há ainda uma terceira forma de renda, a renda de monopólio, que deriva do preço do monopólio de determinados produtos, o qual não é uma forma geral de renda da terra por limitar-se a determinadas regiões com características especiais (Ver, a respeito, Graziano da Silva 1981:12-3).

meira é a de que todas as terras disponíveis já se encontram apropriadas privadamente, ou seja, não existem mais "terras livres" para serem incorporadas à produção agrícola. A segunda pressuposição é a de que o proprietário fundiário e o capitalista que cultiva o solo são figuras distintas e têm interesses conflitantes, na medida em que interessa ao primeiro se apropriar da maior parte do trabalho excedente que o outro extrai da exploração da força de trabalho. Evidentemente essas duas pressuposições não correspondem ao caso brasileiro, onde sempre houve uma forte expansão da fronteira agrícola através de incorporação, pela posse, de novas terras e onde o proprietário fundiário sempre foi simultaneamente o dirigente do processo produtivo. Vejamos as implicações disso para o progresso técnico no caso concreto da agricultura brasileira.

O fato de o proprietário fundiário alugar suas terras para serem exploradas por um empresário implica que durante a vigência do contrato de arrendamento a propriedade fundiária não constitui um empecilho para que o arrendatário empregue af seu capital (Marx 1974:III:865). Ou seja, depois de arrendada uma determinada gleba por um preço estipulado, o empresário poderá usufruir, dentro dos limites estabelecidos do contrato, como quiser dessas terras. Evidentemente, o arrendatário não terá nenhum interesse – a menos que seja obrigado – em realizar determinados investimentos, como drenagem do solo, curva de nível, etc., que acabam se revertendo em benefício do proprietário da terra, o qual poderá inclusive valer-se dessas melhorias para aumentar o preço do arrendamento quando findo o contrato.

Mas haverá sempre um estímulo para o arrendatário realizar gastos que elevem a produção nas terras arrendadas, como por exemplo, adubar, utilizar sementes melhores, etc. Supondo-se que esses gastos adicionais compensam – isto é, resultem em aumento no valor da sua produção mais que proporcional –, o seu limite será sempre o preço que teria que pagar pelo aluguel de novas terras em que pudesse obter aquela produção adicional. Seja A o preço de arrendamento de determinados solos que produzem Y com um certo custo mínimo X ; ΔX , os gastos adicionais com adubo que se teria de realizar para aumentar a produção, e ΔY o aumento no valor da produção. Desde que $\Delta Y > \Delta X$, sempre que $\Delta X \leq A$, haverá um aumento na produção daquelas terras e não a incorporação de outras terras. Em outras palavras, o preço de arrendamento funciona como um limite à intensificação da produção nas terras já arrendadas.

No caso de o empresário ser ao mesmo tempo proprietário das terras, como ocorre no Brasil, esse limite ainda persiste, uma vez que ele poderá tanto arrendar parte de suas terras (caso $A > \Delta X$), como tomar outras em arrendamento (caso $A < \Delta X$). Além disso, o acesso do capitalista à propriedade do solo se faz pela compra de determinada parcela de terras. Ora, o preço

da terra é a sua renda capitalizada sob determinada taxa de juros. Assim, ao comprar um pedaço de terra é como se o capitalista pagasse de uma só vez, "à vista", a renda que desembolsaria anos e anos seguidos a título de arrendamento. Por isso, a menos que não haja um mercado de terras estruturado numa determinada região, que permita aos capitalistas o acesso à terra na forma de compra ou arrendamento, o preço do arrendamento funcionará sempre como o limite à intensificação da produção, quer a figura do proprietário rural seja dissociada do empresário que explora a terra, quer não. **Do ponto de vista da difusão do progresso técnico na agricultura, a não dissociação entre o proprietário e o empresário rural** leva apenas a não existir restrição quanto ao tipo de inovação introduzida (por exemplo, o capital-terra), mas isso é de menor interesse no nosso caso.

A pressuposição de que todas as terras disponíveis já se encontram apropriadas privadamente, todavia, nos traz um pouco mais de complicação para a análise do progresso técnico na agricultura brasileira.

Se pensarmos, por exemplo, nas alternativas de que o País dispõe para aumentar a sua produção agrícola, temos grosseiramente a seguinte opção:

- a) intensificar a produção nas terras já utilizadas através da incorporação de progresso tecnológico;
- b) Expandir as áreas utilizadas através da incorporação de novas terras na fronteira agrícola.

Evidentemente não são alternativas mutuamente excludentes e o mecanismo regulador existente entre elas é semelhante ao que já descrevemos no caso do arrendamento¹⁴. Assim, se o custo adicional de intensificar a produção nas terras, já existentes, for menor que o custo de incorporar novas terras para obter o mesmo valor adicional da produção, a alternativa **a** será escolhida; em caso contrário, será **b**. Ou seja, a existência de uma fronteira agrícola em expansão funciona como um mecanismo regulador da intensificação da produção nas terras incorporadas à produção agropecuária.

Convém esclarecer que podemos ter duas "fronteiras": uma "interna", constituída pelas terras não exploradas nas regiões já apropriadas privadamente; outra "externa", constituída de "terras sem dono", que ainda estão por ser convertidas em propriedade privada.¹⁵

¹⁴ Na verdade, a possibilidade de existir um mercado para arrendamento numa região pressupõe também que não existam mais terras sem dono, à medida que tem por condição necessária o monopólio de todas as terras pela classe dos proprietários fundiários.

¹⁵ Essa condição é necessária para se transformar a terra em mercadoria, sem o que não poderá funcionar como meio de produção numa sociedade capitalista.

É fácil compreender que é a existência da fronteira externa – ou seja, da possibilidade de expandir a fronteira agrícola através da incorporação de novas terras – que funciona como mecanismo regulador da intensificação da produção nas terras já incorporadas, inclusive da própria existência (maior ou menor) da fronteira interna. Isso porque a existência de terras apropriadas privadamente, mas não utilizadas na exploração agropecuária, depende fundamentalmente de taxa de arrendamento (A) e do custo mínimo necessário para colocar essa terra em produção (X), o qual, por sua vez, depende do grau de desenvolvimento da tecnologia disponível. Uma vez que $X < A$, essa terra será incorporada à produção. Mas a taxa de arrendamento (A) depende, por sua vez, de outras variáveis (como por exemplo do preço dos produtos agrícolas) e também da disponibilidade de novas terras na fronteira agrícola. Simplificadamente, poderíamos dizer que o limite máximo de A numa situação de concorrência perfeita no mercado de terras equivaleria ao custo de incorporar uma unidade de novas terras na fronteira agrícola, dado um determinado nível tecnológico. Ou seja, teríamos sempre $A \leq X$, se não houvesse o monopólio privado da terra e/ou enquanto houvesse “terras livres” (sem dono) na fronteira agrícola para serem incorporadas ao processo produtivo.

Resumindo, a possibilidade de expandir a fronteira agrícola de um país funciona como alternativa à intensificação da produção nas terras já incorporadas à exploração agropecuária. Ou seja, a existência de terras não utilizadas (seja na fronteira interna, seja na fronteira externa) funciona como um limite às necessidades de aumento da produção nas terras já utilizadas.

As implicações dessa constatação para um país como o Brasil são bastante óbvias: enquanto for possível expandir a extensão global das terras, não é imperioso aumentar a produção por unidade de área cultivada, que se chama corriqueiramente de “produtividade da terra”, para esses produtos.

É comum nas análises sobre o progresso técnico no setor agrícola a ênfase sobre a necessidade de aumentar a produtividade da terra, relegando a um plano secundário as análises sobre o crescimento da produtividade do trabalho. Particularmente, as pesquisas orientadas a partir do ponto de vista técnico-agronômico procuram sempre privilegiar maiores rendimentos físicos por unidade de área. As pressuposições implícitas nesse raciocínio são que: a) apenas com o crescimento da produção por unidade de área (ou seja, dos rendimentos físicos) podem-se reduzir os custos por unidade produzida, o que significa necessariamente um crescimento de produtividade do trabalho; b) só é possível elevar a produtividade do trabalho pelo aumento dos rendimentos físicos por unidade de área, devido à impossibilidade de se aprofundar a divisão do trabalho e/ou introduzir novas tecnologias que potenciali-

zem a capacidade produtiva da mão-de-obra utilizada.

Ora, nem sempre isso acontece. É possível, por exemplo, através da mecanização, aumentar substancialmente a produtividade das pessoas ocupadas na lavoura sem que isso se traduza num aumento dos rendimentos por unidade de área. Ao contrário, esta pode até mesmo diminuir, à medida que a mecanização de determinadas atividades implica em maior espaçamento e, portanto, em menor número de plantas por unidade de área.

Num plano global de análise¹⁶ podemos dizer que o crescimento dos rendimentos físicos para **determinado produto** só é fundamental quando quatro condições estiverem satisfeitas **simultaneamente**:

- a) o estoque de terras em que aquele produto pode ser produzido é dado, ou seja, todas as terras disponíveis para aquela cultura a um dado nível tecnológico estão sendo exploradas;
- b) a demanda desse produto está crescendo;
- c) não há introdução de novos produtos ou reaproveitamento de subprodutos que lhe sejam substitutivos;¹⁷
- d) não é possível aumentar a capacidade produtiva da força de trabalho utilizada com a tecnologia disponível.

Se essas condições não forem preenchidas **simultaneamente**, o aumento da produção pode ser conseguido seja pela expansão da área explorada, seja pela substituição entre produtos, seja introdução de novos produtos substitutivos, seja por mudanças tecnológicas que não necessariamente implicam em aumento da "produtividade da terra" daquela cultura.

Pode parecer estranho que com condições tão restritivas, especialmente para o caso brasileiro, ainda assim se batalhe tanto pelo crescimento da produtividade da terra. Mas há fortes razões para isso.

Primeiro, se raciocinarmos em termos de longo prazo é evidente que não se pode aceitar nenhuma das três condições mencionadas, pois do contrário teríamos de admitir ausência de progresso técnico no setor agrícola. Mas se a análise é de curto prazo, as três pressuposições já são mais realistas.

Segundo, vale a pena considerarmos também o **plano de análise** a

¹⁶ Ou seja, do ponto de vista do **capital geral** e não dos distintos capitais particulares (individuais) alocados no processo produtivo, como trataremos mais adiante.

¹⁷ Estamos incluindo aqui o caso de novas variedades mais produtivas em termos de aminoácidos ou proteínas digeríveis, etc.

que nos referimos, se do capital em geral ou dos capitais particulares. Para a economia como um todo, as três pressuposições são também inaceitáveis, já que teríamos de pensar em todos os produtos simultaneamente. Já para o caso de um **produto individual**, tomando-se em conta as variáveis que podem ser manejadas ao nível de propriedade em determinada região do País, não seria difícil trabalhar com as pressuposições de que **estão dadas** a sua disponibilidade de meios de produção (terras, máquinas, equipamentos, etc.) e as condições de mercado. Mas, nesse caso, o objetivo imediato de um produtor capitalista seria o de aumenar a taxa de lucro de seu capital, ou seja, a sua **rentabilidade** e não necessariamente a produção total. Por exemplo, se um produtor capitalista de milho quisesse aumentar a sua produção no próximo ano, dados os meios de produção (inclusive o tipo de semente) e esgotadas as possibilidades de expandir a área plantada, ele terá de reforçar as adubações e melhorar os tratamentos culturais, de modo a obter uma produção maior por unidade de área. Mas por que um produtor capitalista teria interesse em aumentar a produção, mantendo a mesma proporção custos/receitas, ou seja, mantendo a mesma rentabilidade anterior? É mais provável que esse produtor (capitalista) deseje também melhorar a sua rentabilidade, ou seja, ampliar relativamente seus **lucros**. Neste caso, terá que forçosamente adotar técnicas que elevem a produtividade do trabalho, admitindo que o seu "poder de mercado" seja desprezível. Apenas nos casos de produtores não especificamente capitalistas¹⁸ estariam preocupados em maximizar o seu retorno global (renda bruta), e aí o aumento da produtividade física das culturas seria relevante, desde que não elevasse mais que proporcionalmente os custos unitários.

E, finalmente, há que se destacar que quase sempre o aumento da "produtividade da terra" significa também um crescimento da produtividade de trabalho¹⁹, embora o inverso não seja necessariamente verdadeiro²⁰. Essa é a regra geral quando da incorporação dos insumos químicos associados (ou não) às máquinas e equipamentos agrícolas, que constituem as inovações tecnológicas mais difundidas na agricultura brasileira.

A importância de que o aumento da "produtividade da terra" se faça acompanhar quase sempre de um crescimento da produtividade do trabalho

¹⁸ Seriam os casos das quase-empresas ou empresas familiares e das unidades camponesas de produção. A respeito dessa tipologia, ver Graziano da Silva et al. (1983).

¹⁹ Isso não ocorre apenas nos casos de mudanças de ramo de atividade (ou de produtos), nem quando se passa de atividades extensivas (ou extrativas) a intensivas (como na pecuária, por exemplo).

²⁰ Sempre que o aumento da produtividade do trabalho for acompanhado de uma redução mais que proporcional no volume de emprego, os rendimentos físicos por hectare poderão até declinar. É o caso da mecanização da colheita, por exemplo.

está no fato de que **“através da intensificação da produção agrícola, o montante da renda da terra, ainda que possa subir por unidade de área explorada, tenderá a se reduzir por unidade de produto gerado”** (Graziano da Silva 1981:15). Ou seja, o progresso técnico na agricultura leva a uma redução da participação relativa da renda no produto, especialmente daquelas formas históricas e naturais, como a renda absoluta e as rendas diferenciais de localização e fertilidade. Ora, isso significa que, do ponto de vista global, o crescimento da produtividade da terra permite compatibilizar a elevação da renda da terra com o processo de acumulação de capital na agricultura. Em outras palavras, as inovações tecnológicas que aumentam os rendimentos físicos (mesmo que não se façam acompanhar pelo crescimento da produtividade do trabalho, como no caso da passagem de atividades extensivas para intensivas) permitem um crescimento da parte do excedente apropriado pela classe de proprietários fundiários na forma de rendas, sem que isso se transforme num obstáculo ao processo de capitalização da agricultura. É isso que explica a aliança de interesse entre proprietários da terra e indústrias que fabricam meios de produção para a agricultura, para uma modernização do setor rural que implique rendimentos físicos crescentes por unidade de área explorada das várias atividades.

Resumindo, na agricultura a difusão do processo técnico é dificultada pelas características específicas de que se reveste a produção desse setor, assentado em processos biológicos que interagem com as forças da Natureza. Isso faz com que tecnologias agropecuárias – especialmente as biológicas – sejam restritas a determinadas condições – às vezes até locais –, e conseqüentemente mais dificilmente geradas e difundidas. Some-se a essas especificidades o monopólio assentado na propriedade privada das terras, que por si mesmo já caracteriza uma barreira à mobilidade do capital no campo. É basicamente em função dessas duas características – a interação do processo de produção com forças (ainda) não controladas da Natureza e o monopólio privado das terras – que as inovações tecnológicas no setor agrícola assumem caráter **“incrustado”**. Ou seja, é com muita dificuldade que se difundem inovações agropecuárias a ponto de se generalizarem em determinado ramo da atividade agrícola, configurando determinado padrão produtivo. Quase sempre os processos de modernização da agricultura configuram-se como parciais, seja em termos de produtos, regiões ou mesmo de fases dentro de determinado ciclo produtivo.

São portanto as próprias especificidades do progresso técnico na agricultura que limitam a sua difusão, constituindo-se assim em heterogeneidade tecnológica presente nas atividades agropecuárias. Ademais, a situação de menores custos de produção de uma fazenda, por exemplo, pode advir das suas condições naturais mais favoráveis e não necessariamente da incorpora-

ção de inovações tecnológicas no seu ramo de atividade. Finalmente, é preciso não esquecer que **o maior impulso à adoção e difusão de inovações tecnológicas na agricultura não provém de mecanismos internos a empresas agropecuárias, embora isso também ocorra.** O impulso maior vem, na verdade, do ramo da indústria de bens de produção (máquinas, defensivos, fertilizantes) e das agroindústrias. São esses dois setores que impõem os parâmetros tecnológicos à agricultura, determinando a forma e o grau de modernização da produção. Por isso, também, os progressos tecnológicos não se generalizam por si mesmos, necessitando dos constantes incentivos (crédito, por exemplo), e até mesmo de programas sistemáticos de extensão.

Em decorrência desse caráter "incrustado", as inovações tecnológicas no campo têm papel preciso na concorrência intercapitalista: as inovações funcionam como um tipo de "barreira à entrada" naquelas condições específicas, dadas ao nível de região e de produtos, à medida que configuram um dado "padrão produtivo", que define inclusive uma certa "escala mínima" para permanecer naquele determinado ramo de atividade. Em outros termos, o próprio desenvolvimento capitalista de um ramo da produção agropecuária impõe continuamente a elevação de um patamar mínimo, definido em função das tecnologias disponíveis, para um produtor determinado permanecer naquela atividade. É como uma corrida em que determinado indivíduo, para manter a sua posição relativa, tem de mover-se no ritmo do conjunto.

Na indústria da fase do capitalismo concorrencial, o progresso técnico era uma arma mortífera, pois possibilitava a determinada empresa eliminar suas concorrentes, à medida que, aumentando sua eficiência, podia produzir a preços inferiores e aumentar seus lucros. Na fase monopolista, entretanto, o progresso técnico permite às empresas líderes de cada setor manterem uma "renda diferencial", pela sua eficiência em relação aos concorrentes, sem interesse em eliminá-los, pois isso implicaria em "guerra de preços" e a perda do lucro suplementar.

Na agricultura, a eliminação da "empresas marginais" pelo aumento da produção das empresas que se modernizam parece ser o mecanismo mais importante. Ou seja, as "empresas capitalistas" eliminam as unidades de "produção camponesa" de determinado mercado via aumento do volume de produto ofertado. O fundamental do mecanismo aí, todavia, parece ser o "poder de mercado" das empresas capitalistas decorrentes de maior escala de produção, independente da redução dos custos de produção via inovações tecnológicas ou intensificação da produção. Assim, por exemplo, se o mercado estiver crescendo, as unidades "marginais" poderão permanecer, tendendo a ser excluídas apenas quando da retração da demanda por aquele produto especí-

fico — da importância das crises de superprodução periódicas na agricultura para a configuração das estruturas de mercado.

O fato de as vantagens naturais associadas à terra serem muitas vezes responsáveis por menores custos de produção na agricultura não significa em absoluto que o progresso tenha af um papel menos importante.²¹ Primeiro, porque é fundamental para os outros capitalistas se manterem no mercado, ou seja, os que não detêm aquelas condições favoráveis. É justamente o progresso técnico a principal arma dos capitalistas “menos favorecidos” sobreviverem num mercado em que alguns possuem vantagens naturais redutoras de custos. Segundo, não é pelo fato de alguns capitalistas explorarem terras naturalmente mais férteis que eles deixarão de tentar ampliar ainda mais suas vantagens relativas e ganhar mais espaço no mercado, ou simplesmente aumentar seus lucros suplementares.

Como destacou Kageyama, se considerarmos que outras armas de concorrência intercapitalista disponíveis na indústria — por exemplo, a diferenciação de produtos — têm possibilidades muito restritas na agricultura, veremos que o progresso técnico resulta ainda mais importante como elemento de sobrevivência individual no enfrentamento dentre os capitais agrícolas. Assim, o papel do progresso técnico na agricultura deve recair menos como eliminador de concorrentes e mais como arma fundamental para entrar e permanecer em determinado ramo de atividade. “O fato de os mercados agrícolas serem muito menos concentrados que a maioria dos mercados industriais não deve obscurecer o fato de que há um mínimo de condições técnicas e capacidade de acumulação exigidas para a entrada e permanência na atividade agrícola (capitalista). O impulso à eficiência, que se traduz na busca de lucros (e sobrelucros) crescentes, é **inerente ao capital**, seja na indústria ou na agricultura.”

Em resumo, podemos dizer que na análise ‘clássica’ (que pressupõe a separação proprietário-capitalista), o progresso técnico na agricultura era uma arma para limitar os sobrelucros desviados do capital para as mãos do

²¹ Devo a reformulação do meu ponto de vista anterior sobre esse aspecto à Angela Kageyama, que expressou sua crítica num texto para discussão interna na Área de Agricultura do IE / UNICAMP (“Monopólio da terra, progresso técnico e concorrência na agricultura”, 1986, 30p.), da qual reproduzimos a seguir alguns dos trechos principais. A leitura do livro de Possas (1985) foi também fundamental para compreender que a existência de uma “barreira geral à entrada” no setor agrícola, representada pelo monopólio da terra, não podia ser vista como limitante da concorrência mas, ao contrário, como parte dela mesma. A possibilidade de uma rigidez no mercado de terras de forma a configurar uma “barreira absoluta” à entrada de capitais na agricultura é em situações específicas (como o da proximidade das agroindústrias, por exemplo) um caso geral que não pode ser ignorado. O monopólio da terra, por implicar na apropriação de condições naturais não inteiramente reprodutivas, não pode ser tratado como semelhante às barreiras à entrada de outros ramos de atividade.

proprietário de terras sob a forma de renda; e nas condições concretas em que não há essa separação – como no da agricultura brasileira atual –, o seu papel fundamental é de **aumentar** as rendas diferenciais “fabricadas” como sobrelucros para o próprio capitalista.

O PAPEL DA INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA AGRICULTURA

Já vimos anteriormente que a agricultura apresenta barreiras específicas do ponto de vista do modo capitalista de produção: uma duração maior (e determinada pelas leis da Natureza) do processo de produção; e a diferença entre o tempo de trabalho e tempo de produção.

Essa dupla desvantagem advém do fato de que o tempo de rotação do capital adiantado é a soma do tempo de produção propriamente dito (período durante o qual o capital-dinheiro está materializado na esfera da produção até ser transformado em mercadoria) com o tempo de circulação (período em que o produto acabado na forma de mercadoria vai ser transformado novamente em dinheiro, isto é, realizado)²². Portanto, quando se prolonga o período de produção, reduz-se a velocidade de rotação do capital, o que implica em menor taxa de lucro em determinado período de tempo, para um dado capital.

Quando o tempo ou período de trabalho não é mais determinado em função de condições naturais, como ocorre quase sempre na indústria, a acumulação tem efeito duplamente benéfico do ponto de vista capitalista. De um lado, ela aumenta a **maís-valia** produzida na jornada de trabalho; de outro, aumenta a velocidade de rotação de capital. Ambos os efeitos se conjugam no sentido de elevar a taxa de lucro do capital adiantado no processo produtivo, uma vez que toda redução no tempo de trabalho implica também em redução no período de produção.

Na agricultura, bem como em outros ramos, em que o período de trabalho continua determinado por condições naturais, os fatores que agem no sentido de elevar o sobretrabalho arrancado pelo capital não concorrem, necessariamente, para aumentar a sua velocidade de rotação, muito embora se traduzam também em elevação do montante de capital adiantado ao processo

²² “Quando falamos de período de trabalho (ou tempo de trabalho), entendemos o número de jornadas conexas, necessárias em determinado ramo industrial, para fornecer um produto acabado” (Marx 1971: II: 243). “O tempo de produção do capital adiantado consiste em dois períodos: um período em que o capital está no processo de trabalho (tempo de trabalho) e um segundo período em que sua forma de existência, a de produto inacabado, está exposta à ação de processos naturais, fora do processo de trabalho (tempo de não-trabalho)” (Marx 1971: II: 253) (Parêntesis nossos).

produtivo. Ou seja, nem todas as reduções no tempo de trabalho significam diminuição do período de produção, podendo ocorrer simplesmente um crescimento do tempo de não-trabalho.

No mesmo sentido age a discrepância entre tempo de produção e tempo de trabalho. Quanto maior o tempo de não-trabalho (diferença entre o tempo de produção e o tempo de trabalho) tanto menor o período em que se está produzindo mais-valia, dado que é apenas o trabalho vivo que acrescenta valor ao capital adiantado. Em outras palavras, quanto maior for a diferença entre o tempo de produção e tempo de trabalho efetivo, menor será o período de valorização do capital.

A questão fundamental é que para superar essa dupla barreira ao desenvolvimento do modo de produção capitalista representada pela "imutável" duração do período de produção e pela discrepância entre tempo de produção e tempo de trabalho, a agricultura necessita de grande desenvolvimento das forças produtivas em geral, particularmente da indústria química e mecânica, da ciência genética e da tecnologia agrônômica.

A importância da quimificação da agricultura não advém somente da possibilidade concreta que ela representa de reduzir a duração do ciclo produtivo, ou melhor, de reduzir a determinação da natureza sobre a duração do período de produção. A esse aspecto acrescenta-se também o fato da quimificação permitir a utilização de resíduos de outros processos/produtos, que, sem a sua ajuda, implicam em despesas suplementares (Coriat 1976:135). Bastaria citar o caso do bagaço da cana e da laranja, aproveitados como matéria-prima da indústria de papel e de rações para animais.

Mas há outro aspecto crucial: a quimificação, entendida em sentido amplo, permite reduzir também o período de circulação do capital adiantado à produção, do ponto de vista da economia como um todo. É assim quando possibilita a substituição dos "produtos naturais"²³ por "produtos artificiais", como, por exemplo, a adubação química em lugar da estercação animal, os fios sintéticos em lugar da lã e do algodão. Dessa maneira, pode-se reduzir a dependência de um processo produtivo das condições naturais que regulavam o fornecimento da matéria-prima a ele necessária: agora nem mais a própria agricultura (no caso dos adubos) ou a indústria têxtil (no caso dos fios sintéticos) ficam na dependência exclusiva dos caprichos da natureza para que o capital inicie um novo ciclo de valorização.

O mesmo princípio pode ser estendido ao caso em que as variedades

²³ "Produtos naturais" no sentido de que são encontrados no seu estado normal, "produzidos" pela própria natureza, em oposição aos "produtos artificiais", que são fabricados, produzidos pelo homem.

geneticamente melhoradas permitem uma produção quase contínua ao longo do ano agrícola, desrespeitando as épocas tradicionais de plantio e colheita. Por exemplo, é o caso das variedades precoces e tardias, que possibilitam melhor distribuição da produção ao longo do ano, reduzindo as necessidades de estocagem e preservação, tão onerosas no caso dos produtos agrícolas, quase sempre bastante perecíveis.

As considerações anteriores permitem pensar numa classificação para as inovações que expressem o conteúdo concreto do progresso tecnológico na agricultura, do ponto de vista do processo capitalista de produção:

- a) inovações mecânicas, que afetam de modo particular a intensidade e o ritmo da jornada de trabalho;
- b) inovações físico-químicas, que modificam as condições naturais do solo, elevando a produtividade do trabalho aplicado a esse meio de produção básico e reduzindo as "perdas naturais" do processo produtivo;
- c) inovações biológicas, que afetam principalmente a velocidade de rotação do capital adiantado no processo produtivo, através da redução do período de produção/potencialização dos efeitos das inovações mecânicas e físico-químicas;
- d) inovações agrônômicas, que basicamente permitem novos métodos de organização da produção através de recombinações dos recursos disponíveis, elevando a produtividade global do trabalho de um dado sistema produtivo, sem a introdução de novos produtos e/ou insumos.

Na verdade, essa classificação²⁴ constitui apenas uma primeira aproximação. Ela peca tanto por não ser exaustiva, como por não ser mutuamente exclusiva. Assim, por exemplo, alterações nos meios de transporte ou nos processos de armazenamento podem reduzir substancialmente o período de circulação, aumentando também a velocidade de rotação do capital. Mas, fixando-se apenas nas inovações que afetam o processo produtivo em si, pode-se passar a examinar com mais detalhes os efeitos das principais formas que assume o progresso técnico na agricultura moderna.

A mecanização da agricultura age tanto no sentido de reduzir o tempo de trabalho necessário a uma determinada atividade, como no de aumentar a intensidade e o ritmo do trabalho, de maneira muito semelhante ao que ocorreu na indústria durante o período manufatureiro. Mas, a menos que incida sobre a fase inicial e final (plantio e colheita) de uma determinada cultura, a

²⁴ Segundo Benakouche (1982:30), as inovações se manifestam basicamente de 3 maneiras: a) inovações dos métodos de organização da produção; b) inovações dos procedimentos de fabricação; e c) inovações de produtos. Hayami & Ruttan (1971) têm uma classificação semelhante à que apresentamos aqui.

mecanização não altera o período de produção. E mesmo quando incide sobre a fase inicial e/ou final, a alteração é de pequena monta – questão de dias para um tempo de produção de vários meses. Em resumo, a mecanização da agricultura, ao contrário do que ocorre na indústria, não modifica necessariamente o tempo de produção de uma dada mercadoria, e, como reduz o tempo de trabalho, acaba por aumentar o tempo de não-trabalho.

O mesmo ocorre com a utilização dos defensivos químicos, isto é, com os pesticidas, os inseticidas e os herbicidas. Estes não apenas reduzem o tempo de trabalho, mas também aumentam a sua produtividade. Não, evidentemente, pela intensificação da jornada ou do ritmo de trabalho, como no caso anterior das máquinas agrícolas, mas pela redução das “perdas naturais” do processo produtivo, resultante do ataque de pragas e doenças e da competição das ervas daninhas.

A adubação – seja orgânica, seja inorgânica – também age no sentido de aumentar a produtividade do trabalho. Ao elevar a produtividade natural dos solos, ela permite que a mesma quantidade de trabalho neles aplicada resulte em maior volume de produção. Diferentemente do caso anterior dos defensivos, a adubação não reduz sensivelmente a quantidade total de força de trabalho por unidade de área, mas pelo contrário muitas vezes provoca até a sua elevação nas épocas de colheita. Mas, ao aumentar a quantidade de produto gerado no mesmo espaço de tempo, ela termina por reduzir o tempo médio de trabalho necessário para produzir uma unidade daquele produto.

Também no sentido de elevar a produtividade natural do solo, como no caso das tecnologias químicas citadas anteriormente, atuam a drenagem e a irrigação, a incorporação de matéria orgânica e outras, insumos destinados a preservar as condições naturais de determinado terreno, tanto do desgaste produtivo como da ação das intempéries (chuva/sol, calor/frio etc.)

Cabe mencionar, com destaque, as **inovações biológicas**, pelas quais o homem interfere sobre as determinações das forças da natureza, visando acelerá-las ou transformá-las de modo a romper as barreiras que se antepõem ao capital. Assim, uma variedade melhorada não é apenas uma planta ou um animal capaz de gerar um maior volume de produção num menor espaço de tempo ou numa época distinta daquela outra encontrada na natureza. É muito mais do que isso: trata-se de seres “fabricados” pelo capital, que reproduz artificialmente a própria natureza, à sua imagem e semelhança, e de acordo com seus interesses. Afinal, o que é uma seleção genética senão um método de obter, em alguns anos, aquilo que as forças da natureza levariam milênios para fazer e que jamais chegariam a um resultado tão perfeito, do ponto de

vista do processo de produção capitalista?²⁵

O ponto crucial das inovações biológicas é que elas colocam a natureza a serviço do capital, possibilitando a transformação da agricultura num ramo da indústria. A importância das inovações biológicas vem do fato de que elas não apenas viabilizam, mas sobretudo porque potencializam e aceleram os efeitos do progresso técnico, especialmente nos ramos da química e da mecânica. Em outras palavras, as inovações químicas, físicas e mecânicas, quando associadas às inovações biológicas, têm um horizonte muito mais amplo de aplicação na agricultura capitalista, já que as inovações biológicas permitem, como no caso da indústria, superar os limites impostos pelas forças naturais. Sem essa combinação, qualquer inovação, isoladamente, — seja física, química, mecânica ou mesmo biológica — tem margens restritas de aplicação na agricultura, do ponto de vista do processo capitalista de produção.

Por último, as **inovações agrônomicas**, que diferentemente das anteriores, são inovações que não implicam novos insumos ou produtos, mas sim novos procedimentos, métodos e práticas culturais. Por esse nome estamos designando as diferentes combinações de espaçamentos, formas de plantio (em nível, direto etc.), rotação de culturas, sistemas de manejo dos solos e de animais etc.

São as inovações agrônomicas ainda as responsáveis pelas modificações nas formas de organizar a produção e o trabalho nas propriedades agrícolas, o que muitas vezes determina alterações substanciais na produtividade. Um exemplo disso é o sistema de corte manual da cana-de-açúcar, antigamente realizado em duas ruas apenas e que recentemente chegou à possibilidade de sete ruas simultaneamente.²⁶

As inovações agrônomicas, que aparentemente são as mais fáceis de serem geradas, são essenciais para o sucesso ou fracasso na introdução das inovações mecânicas, físico-químicas e biológicas. Elas são o elo necessário da adaptação local às múltiplas variabilidades de clima e solo que a agricultura apresenta. E o fundamental: como não implicam novos insumos ou pro-

²⁵ Algumas aves como, por exemplo, a galinha poedeira, a codorna japonesa e o peru americano, após anos de seleção genética, encontram-se tão distantes dos seus ancestrais nativos que parecem novas espécies. Nos casos citados, a reprodução não é mais possível a não ser quando conduzida artificialmente, dado que essas raças já perderam todos os instintos que não aqueles que se destinam à missão de "fabricar ovos e carne".

²⁶ Ver, a respeito, Gebara & Baccarin (1983). Outro exemplo também recente é o plantio de cana inteira (e não em toletes). A partir da descoberta de que cana com 10 meses possui distribuição quase uniforme dos hormônios de crescimento, pôde-se eliminar a operação de corte dos colmos no terreno e obter índices superiores de germinação.

duto, quase sempre determinam um aumento na lucratividade para o produtor rural que a adota.

As inovações biológicas e as agronômicas constituem, portanto, a base do processo que leva o capital a superar as barreiras naturais que encontra para seu desenvolvimento na agricultura. Mas é o caso de se perguntar por que então esse caminho é percorrido de uma maneira "lenta e desigual"? Ou por que o desenvolvimento do modo de produção capitalista na agricultura se encontra atrasado relativamente à indústria?

Evidentemente essa é uma questão extremamente complexa, cuja resposta não cabe nos limites do presente trabalho. Pode-se pensar simplesmente que na agricultura o caminho é mais difícil, devido a todas as particularidades que se acabou de examinar²⁷, ou é apenas uma defasagem histórica, que o tempo se encarregará de sanar.

Ao que tudo indica, a resposta tem que ser buscada não nas barreiras naturais que se antepõem ao capital, senão nos próprios limites que esse modo de produção coloca para si mesmo no seu desenvolvimento na agricultura. Não parece possível, dentro do sistema capitalista, atingir um grau de desenvolvimento das forças produtivas no campo que se equipare ao da indústria.²⁸

A questão, no fundo, gira em torno da **apropriação privada** dos resultados do progresso técnico na agricultura. Uma máquina ou uma fórmula química podem ser patenteadas, de modo a garantir a determinado capitalista que se aproprie dos lucros decorrentes da multiplicação dessa invenção. Mas isto só ocorre de maneira limitada com as inovações biológicas. Em primeiro lugar, porque a utilidade da sua multiplicação é reduzida às condições semelhantes para as quais foi desenvolvida. Não se plantam, por exemplo, as mesmas variedades de trigo nos Estados Unidos e no Brasil, embora se pos-

²⁷ Segundo Mann & Dickinson (1978) são as próprias particularidades do processo produtivo em certas esferas da agricultura que são incompatíveis com as características da produção capitalista e, portanto, tornam esses ramos não atraentes para a penetração capitalista. Para esses autores, essa dificuldade explicaria o abandono da agricultura à produção camponesa. Novamente o equívoco aqui se deve à não-distinção entre a lógica do capital em geral e a dos capitais particulares (individuais): as dificuldades do desenvolvimento destes não significa a inviabilidade daquele.

²⁸ Bastaria recordar, por exemplo, os argumentos clássicos contra o sistema de propriedade privada da terra, que impede uma agricultura racional. Veja-se, por exemplo, Marx (1974: III, 708) e Kautsky (1972: I, 176). Lênin (1954: 125-136) argumenta inclusive que a propriedade privada da terra, além de entrave ao mais rápido progresso da agricultura, não é necessária do ponto de vista da produção capitalista. Ela só se mantém pelo medo de que esse ataque à propriedade da terra possa estender-se a toda espécie de propriedade privada, e porque, passada a fase inicial do capitalismo, a própria burguesia se "territorializa", ou seja, se liga como classe à propriedade da terra.

sam utilizar os mesmos tratores, os mesmos adubos e herbicidas, devido às diversidades das condições ambientais. Em segundo lugar, porque essa necessidade de adaptação regional da tecnologia biológica aumenta tremendamente os custos já elevados da sua operação, o que leva quase sempre os organismos estatais a arcarem com os custos dessas pesquisas ou até mesmo da sua difusão através dos serviços oficiais de assistência técnica. Em terceiro lugar, e mais importante ainda, é o fato de que uma vez "inventada" uma nova variedade, por exemplo, a sua multiplicação pelos próprios usuários dificilmente pode ser controlada²⁹, sendo impraticável a sua monopolização por um determinado capital particular.³⁰

Em resumo, o que dificulta o progresso técnico na agricultura é o próprio capital; ou melhor, a contradição entre a necessidade de desenvolver as forças produtivas e a impossibilidade de garantir a apropriação privada dos seus benefícios. É por isso, fundamentalmente, que as pesquisas biológicas nos países capitalistas são quase todas de responsabilidade do Estado ou de associações de empresas e raramente dos capitalistas tomados individualmente. Isto ocorre, seja pelo fato de exigirem grandes investimentos e prazos relativamente longos para os retornos desejados, seja porque é muito difícil a apropriação privada desses resultados por capitais individuais.³¹

²⁹ O milho híbrido constitui um exemplo dessa possibilidade, pois a utilização da semente de gerações sucessivas leva à perda do vigor inicial, obrigando o agricultor a anualmente ter de adquirir novas sementes das firmas produtoras. (No Brasil, a maior delas é a AGROCERES, subsidiária do grupo Rockefeller). Um caso semelhante ocorre na avicultura, onde as matrizes de alta linhagem necessitam de tal sofisticação para serem reproduzidas, que esses métodos passam a constituir um segredo, ou a "patente", daquela roça. Também é o caso de um criador de "minipôneis" que só comercializa os animais cadastrados na tentativa de preservar o seu "monopólio".

³⁰ O mesmo raciocínio é válido para as inovações agrônomicas, que igualmente não são passíveis de serem monopolizadas, ficando assim sua geração e difusão por conta dos serviços públicos de pesquisa e assistência técnica.

³¹ Alguns países europeus e os Estados Unidos já possuem até mesmo uma legislação de proteção às cultivares, ou lei de patentes vegetais, que estabelece que toda nova variedade obtida por meio de pesquisa somente pode ser multiplicada ou comercializada pelo seu criador, entendido este como o que tenha registrado a sua patente. Atualmente no Brasil, a Associação Brasileira de Produtores de Sementes (ABRASEM), que tem na AGROCERES um de seus sócios de maior prestígio, tenta fazer passar um projeto de lei semelhante, em que pese a oposição de inúmeras entidades de classe, especialmente da Associação de Engenheiros Agrônomos do Estado de São Paulo (AESP). Segundo esta (ver Anais do I Congresso Paulista de Agronomia, São Paulo, set. de 1977, pp. 425-431), a aprovação de tal legislação implicaria: aumento do custo de produção dos agricultores, devido à oligopolização dos mercados de sementes; pressão contra a competitividade de produtos brasileiros de exportação exercida, via boicote das sementes desses produtos por empresas controladas por interesses externos; perda do controle de importante setor básico; e nunca beneficiar a pesquisa em si, dado que a patente seria sempre da firma para quem se traba-

Isto, na verdade, representa uma dificuldade adicional para os países pobres, cujos governos nem sempre dispõem de recursos para tanto ou têm outras prioridades para os "escassos" recursos disponíveis. Nesses países, um papel de destaque nas atividades de pesquisa biológica é desempenhado por fundações internacionais (Rockefeller, Ford, etc.). Em qualquer um dos casos - Governo ou entidades privadas - é preciso assinalar que a orientação das pesquisas biológicas se faz sempre no sentido de intensificar o efeito das inovações químicas e/ou mecânicas, geralmente monopólio de grandes empresas multinacionais, da qual a "Revolução Verde" é talvez o maior exemplo. E aqui fica muito claro o papel do Estado Capitalista e dessas "fundações internacionais sem fins lucrativos" ao viabilizar a acumulação de capital num determinado setor. Ou seja, via de regra pesquisam-se novas variedades que facilitem a colheita mecânica e/ou respondam melhor à adubação química, justamente para que a Massey-Ferguson, a Ford, a ICI, a Shell, a Basf etc., possam aumentar a sua rentabilidade privada (há exceções, evidentemente; mas estas apenas confirmam a regra geral). Não é outro o motivo, diga-se de passagem, da ênfase que se tem colocado, ao nível de Governo Federal, com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura, destinada a dinamizar as atividades de pesquisa relativas ao setor rural do País. E para não frustrar essas expectativas, a EMBRAPA deu ênfase a programas de desenvolvimento da produção animal e vegetal através de melhoramento genético (Relatório EMBRAPA, Ano 5, Brasília, 1978)³², em especial nas regiões de cer-

lha, e já não se concebe hoje em dia a "invenção individual" nesse setor. É importante destacar que a produção particular de sementes melhoradas só é expressiva no caso do milho híbrido (mais de 50%) e da soja (cerca de 30%), sendo o restante insignificante e mesmo inexistente no caso de produtos como o feijão, por exemplo, nos quais é quase impossível evitar a multiplicação pelos próprios produtores.

³² Em entrevista ao jornal O Estado de São Paulo (07/10/79, p.64), o Presidente da Embrapa reafirmou que o objetivo dessa empresa pública é o de "conceber estímulos à iniciativa privada para que ela se engaje no processo de reprodução de sementes básicas, a partir da semente genética desenvolvida pelos centros de pesquisa". Para ele, as tecnologias geradas pela pesquisa, do ponto de vista do benefício social e privado, podem ser divididas em quatro grupos: a) ambos são elevados; b) ambos são baixos; c) o benefício social é baixo, mas o privado é elevado; d) o benefício social é alto, mas o privado é baixo. Segundo o entrevistado, o governo só não deve intervir no primeiro caso porque "em geral não oferecem problemas de difusão e têm pequeno custo". Nos demais, essa intervenção é necessária. No caso de ambos os benefícios, privado e social, serem baixos, compete à pesquisa reformulá-los; no caso de benefício social baixo mas privado elevado (que infelizmente os tornam de fácil difusão, como por exemplo as tecnologias que prejudicam o meio ambiente e a saúde pública) "requerem ação firme da polícia e outros órgãos controladores para impedir sua difusão". E, no caso de terem benefício social elevado e benefício privado baixo "é necessária a ação do governo para captar parte do benefício social e transferi-lo à iniciativa particular para aumentar o benefício privado a fim de estimular a sua difusão"; e cita os casos da irrigação (onde o Governo deve arcar com o custo das barragens e dos canais) e das sementes, em que o Governo deve arcar com os custos de pesquisa, purificação, etc., e entregá-las às empresas privadas para que as comercializem.

rados, cuja incorporação produtiva de suas terras pobres e planas pode significar a redenção para as indústrias de calcário, fertilizantes e máquinas agrícolas, sempre em sérias dificuldades devido à grande capacidade ociosa com que operam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENAKOUCHE, R. A tecnologia enquanto forma de acumulação. In: **Economia e Desenvolvimento**, nº 2, São Paulo, Cortez, 1982.
- FENZL, N. Ciência, Universidade e pesquisa no sistema capitalista. **Cadernos Universitários**, Belém, 1(1):12-27, 1981.
- GEBARA, J. & BACCARIN, J. **O novo sistema de corte de cana para 7 ruas quem ganha?** Jaboticabal, UNESP, 1983. (Série Estudos, nº 8).
- GRAZIANO DA SILVA, J., coord. **Diferenciación campesina y cambio tecnológico: el caso de los productores de frijol en São Paulo**. Campinas, UNICAMP/IIICA, 1982.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **Progresso técnico e relações de trabalho na Agricultura**. São Paulo, Hucitec, 1981.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore and London, The Johns Hopkins Press, 1971.
- KAGEYAMA, A. & GRAZIANO DA SILVA (1982). **Produtividade e progresso técnico na Agricultura**. Campinas, UNICAMP, 1982. (Texto para Discussão, nº 12).
- KAUTSKY, K. **A questão agrária**. Rio de Janeiro, Lammert, 1968.
- LÊNIN, V.I. **O programa agrário da Social Democracia na 1ª Revolução Russa de 1905-1907**. Rio de Janeiro, Vitória, 1954.
- MANN, S. & DICKISON, J. Obstacles to the development of a capitalist Agriculture. **The Journal of Peasants Studies**, 5(4):466-481, jul. 1978.
- MARX, K. **O capital; crítica da economia política**. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1971. Vols. I e II.
- MARX, K. **O capital; crítica da economia política**. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1974. Vol. III.
- POSSAS, M.L. **Estruturas de mercado em oligopólio**. São Paulo, Hucitec, 1985. 202p.