

# Teoria Econômica das Inovações. Agricultura e Indústria Comparadas (\*)

Anthony Tang(\*\*)

## 1. INTRODUÇÃO

A finalidade deste artigo consiste primeiramente em investigar a teoria econômica das inovações, tanto entre a agricultura como exemplo de um modelo de competição e a indústria, com suas grandes unidades econômicas e diferenciação de produto reforçada por patentes, como um exemplo de um modelo Shumpeteriano de não competição.

Na primeira parte introduziremos a teoria do capital explicitamente para produzir "insights" na viabilidade de longo prazo do setor competitivo sob inovações recorrentes, contrastando nossas conclusões com a tendência sob condições não competitivas. A abordagem proporcionará explicações alternativas à alegação de que firmas não competitivas tendem a conservar seu capital investido e rejeitar inovações vantajosas com perda substancial de bem-estar para os consumidores e para a sociedade, em termos de poupança de recursos reais que não foram realizadas.

---

(\*) Este artigo constitui a elaboração de uma conferência apresentada no Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo, onde o autor permaneceu como professor visitante de maio a agosto de 1973. Traduzido do original inglês: "Economics of Innovations: Agriculture and Industry Compared".

(\*\*) O autor é Professor da Universidade de Vanderbilt.

Na segunda parte ocupar-nos-emos com uma recente sensação de mal-estar entre alguns estudantes de agricultura e desenvolvimento, de que mesmo as inovações do tipo Revolução Verde<sup>(1)</sup> podem acarretar consequências indesejadas de emprego e de renda na agricultura. Isto é supostamente verdade ainda que tais inovações sejam ditas empregadoras de trabalho e poupadoras de terra em países com terra escassa e trabalho abundante.

Na parte final analisaremos os determinantes da adoção de inovações agrícolas, quando mostrarem ser lucrativas, dentro do contexto de inovações neutras em relação a escala.

## 2. AGRICULTURA E INDÚSTRIA COMPARADAS

Para os críticos socialistas do capitalismo, o sistema capitalista em funcionamento é mais rigorosamente descrito por capitalismo monopolístico do que por aquela estrutura atomística imaginada por Adam Smith. Um dos princípios básicos do socialismo liberal ou de mercado é que o capitalismo monopolístico é tendencioso, pois favorece a conservação do capital aplicado e desfavorece inovações que podem torná-lo obsoleto — um defeito prontamente remediável sob o socialismo, com a nacionalização de todos os meios de produção. Eminentemente entre os pensadores desta crença são Lerner e Lange. A contra-tese de Shumpeter mostrou o exagero da tese socialista na base essencial em que a força dos seus argumentos está mal colocada, centrando-se como faz nas vantagens alocativas estáticas do sistema alternativo proposto. Em termos dialéticos comuns a Marx e Shumpeter, o valor de um sistema econômico reside nas mudanças que gera.

Nesses termos, Shumpeter construiu um poderoso argumento para o capitalismo do único protótipo que importa, isto é, “capitalismo monopolístico” como o defensor socialista o desejaria. Nas raras ocasiões em que o último se encaminha para a dinâmica do crescimento, ele sai-se mal. O argumento particular em questão relacionado à preocupação deste artigo é a citada tendência anti-social do monopólio capitalista em

---

(1) NT:- “Green Revolution”, no original em inglês.

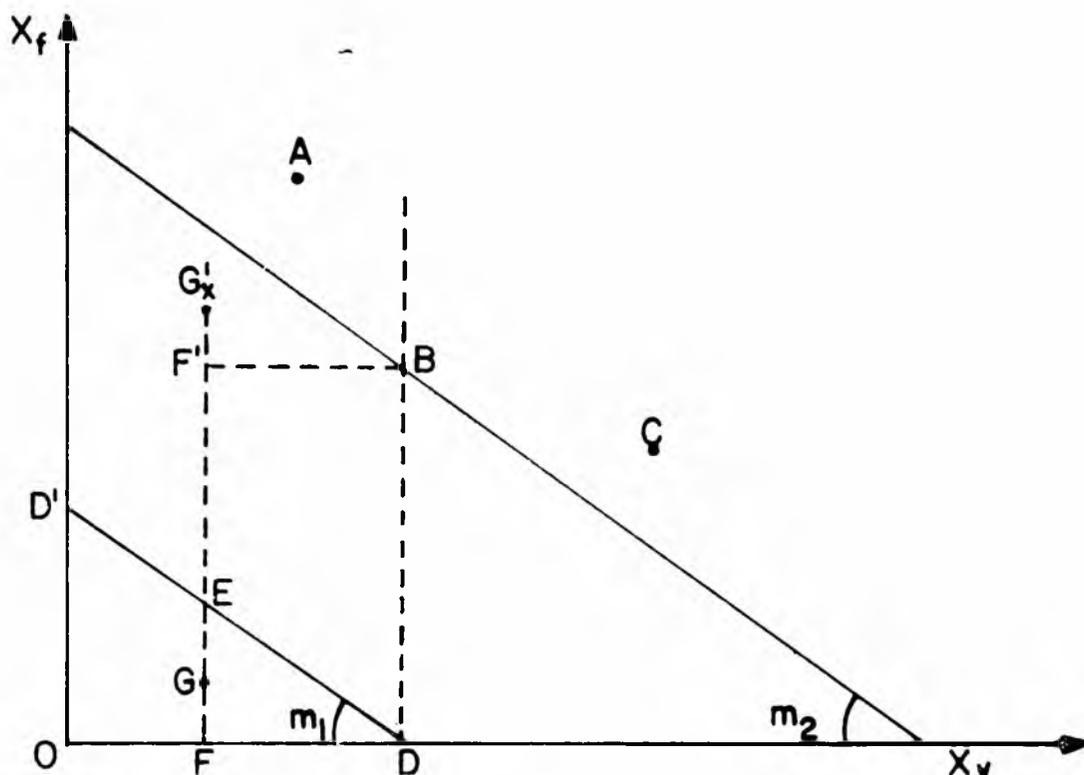
reprimir inovações vantajosas a fim de conservar seu investimento existente. Disto também Shumpeter habilmente mostrou o exagero. Mas ele o fez por meio de uma generalização pela qual a mesma regra de substituição ou de aceitação de uma inovação se aplica a fazendas monopolísticas ou competitivas (valendo o mesmo para os planejadores socialistas). Nesta parte tentaremos mostrar que ele poderia ter dito muito mais, defendendo seu argumento para grandes empresas e inovações como o verdadeiro motor do crescimento, do que ele o faz no último parágrafo do seu **Capitalismo, Socialismo e Democracia**.

## 2.1. Uma Teoria Geral de Adoção de Inovações

Vamos começar com a teoria econômica de inovações na agricultura como um modelo competitivo, afim de aguçar o contraste. As inovações têm sido diversamente classificadas como poupadoras de trabalho, empregadoras de capital; empregadoras de trabalho, poupadoras de terra; algumas vezes como modificadoras de produto ou neutras em termos de produto; ou como representando diversas formas de mudanças técnicas neutras. Para nossa finalidade, tal classificação mais confunde do que esclarece a questão, através de quaisquer que sejam os “insights” taxonômicos ganhos. Uma generalização apropriada estabeleceria que uma condição necessária mas não suficiente para adoção deve ser que a inovação em mãos reduza os custos. Isto deve ser verdade, qualquer que seja a propriedade da inovação. Para um interesse corrente, a condição necessária diz que o novo custo por unidade de produto deve ser mais baixo, em toda a amplitude relevante do produto, do que o custo unitário sob a técnica existente. A condição suficiente é de que o custo unitário **total** sob a nova técnica deve ser mais baixo do que o custo **variável** unitário sob a antiga. Esta é a regra citada por Shumpeter ao rejeitar a citada conservação de capital investido pelo monopolista.

É conveniente apresentar a teoria por meio de um gráfico. As coordenadas na Figura 1 são em termos de requisitos de fatores físicos **por unidade de produto**. A empresa inicialmente se confrontou com um número limitado de escolhas de técnicas ou, abreviadamente, receitas. Dados os preços correntes do fator  $m_1 = P_{x_v} / P_{x_f}$  onde  $x_f$  e  $x_v$  representam fatores fixos

FIGURA - 1



e variáveis, a empresa escolhe a receita B. Os fatores são medidos em estoques físicos, enquanto seus preços e o produto o são em termos de unidades de período de tempo. Supondo que a empresa se defronte com uma nova receita, cujos requisitos, de modo geral, exigem menos  $x_v$ , mas algum novo investimento incorporando  $x_f$ . É difícil visualizar inovações plausíveis que não tenham essas características. Nosso argumento geral cobre também as assim chamadas inovações agrícolas poupadoras de terra e as empregadoras de trabalho, já que o fator trabalho por unidade de produto seria menor<sup>(2)</sup>. Isto é

(2) Variedades de sementes altamente produtivas, a peça central da Revolução Verde, exigem algum novo gasto de capital ligado à melhoria na oferta de água, por exemplo um tubo ou canal suplementar para o sistema de irrigação existente. Podem mesmo induzir mecanização rudimentar poupadora de trabalho, para cuidar do estrangulamento do trabalho durante o agora elevado período de auge de atividade.

verdade desde que o fator trabalho seja medido de forma apropriada do ponto de vista da análise econômica<sup>(3)</sup>. A condição necessária apresentada no parágrafo precedente pode ser agora entendida como exigindo uma redução em  $x_v$  por unidade de produto. A linha BD, assim, divide o plano O  $x_v$   $x_f$  em duas regiões e a região à esquerda de BD satisfaz a condição necessária.

Formalmente, a regra generalizada para adoção de uma inovação exige que:

(1)  $P_{x_v} X_v^n + P_{x_f} X_f^n \leq P_{x_v} X_v^o$ , onde os expoentes se referem a técnicas novas (n) e velhas (o). Admitimos que esta condição, uma vez satisfeita, é invariável com o nível de produto na sua amplitude relevante. Rearranjando os termos, obtemos:

(2)  $X_f^n \leq m_2 (X_v^o - X_v^n)$ , onde  $m_2$ , como definido anteriormente, significa o preço relativo atual dos fatores variáveis em relação aos fatores fixos,  $P_{x_v} / P_{x_f}$ . A linha DD' na figura 1 é então a fronteira que divide a região onde a condição necessária é satisfeita numa zona de aceitação e numa zona de rejeição da inovação. Qualquer receita que caia na linha, tal como E, satisfaz a condição de igualdade da equação (2), onde EF representa  $X_f^n$  e FD significa  $(X_v^o - X_v^n)$ . Qualquer receita cuja coordenada cai abaixo de DD' satisfaz a condição de desigualdade de (2) e é adotada.  $EF = X_f^n$  é inambiguamente entendido como a exigência de novo investimento por unidade de produto/tempo, sendo medido em termos físicos e seu preço é dado pelo custo do fluxo de serviço, definido como juros nas despesas de capital mais o custo de manutenção perpétua. A última forma de manutenção é admitida por conveniência, a fim de

---

(3) Suponha-se, sob a antiga técnica, somente uma colheita se produz anualmente e a agricultura é o único setor. Embora o trabalho seja usado somente parte do ano, pode-se dizer que sua oferta inteira constitui a quantidade "necessária" para produzir a safra sob as dadas condições técnicas. O argumento é análogo ao caso do bombeiro que deve guarnecer a estação todas as horas para atender a chamadas ocasionais.

escapar do problema da idade diferente do equipamento e para gerar custos constantes de capital no tempo. O capital assim mantido tem uma vida perpétua. Note-se que não colocamos restrições no preço relativo do fator, entre adoções de receitas dos vários "períodos", isto é,  $M_2$  pode ser diferente de  $M_1$ . A constância dos custos no tempo é válida somente do ponto de vista dos preços do fator na ocasião em que se faz a escolha.

Pode-se notar que a teoria apresentada aqui é geral. Aplica-se a problemas específicos de reposição, envolvendo descarte de equipamento antigo ou organização das instalações em favor do novo. Aplica-se à escolha de técnicas onde uma opção já feita não restringe a empresa a ela, de forma que a introdução de uma nova técnica meramente aumenta o conjunto de escolha, exigindo uma nova escolha de decisão<sup>(4)</sup>. Aplica-se à adoção de inovações envolvendo não a reposição de investimento invertido, mas de novo investimento incremental que se fundamenta sobre o antigo<sup>(5)</sup>. A teoria põe também a teoria econômica das inovações em termos operacionais.

Da mesma forma que a lei das vantagens comparativas no comércio internacional é não operacional, também o é, por exemplo, o conceito de inovações poupadoras de terra e empregadoras de trabalho, julgado desejável para a agricultura do PMD<sup>(6)</sup>. Enquanto tais **constructos** afirmados em termos consonantes entre exigências técnicas e proporção das dotações dos fatores são aceitáveis em economia expositiva, a teoria de escolha, para ser operacional, deve ser reduzida a termos de preço, custo e lucro. A teoria expressa na figura 1 indica que, para qual-

---

(4) Por exemplo, o caso de semear à mão diretamente sobre o campo versus a nova técnica de semear canteiros e transplantar as mudas para o campo. A última técnica geralmente leva à produção mais alta e também pode resolver o conflito de uso da terra sujeita a colheitas sequenciais, assim permitindo colheita múltipla. A técnica provavelmente exige algum investimento em forma de cobertura para os canteiros sob certas condições climáticas.

(5) Por exemplo, uma nova debulhadora mecânica que pode estar ligada ao sistema de propulsão dos pequenos tratores cu arados de duas rodas existentes no Japão e Formosa. O custo comparado relevante é então entre debulhadora manual e mecânica onde a teoria na figura aplica-se totalmente.

(6) NT:- "LDC", no original em inglês.

quer preço de produto dado, é lucrativo adotar a nova receita na produção do bem, com o propósito de rebaixar o custo unitário, desde que a receita caia abaixo da linha de fronteira DD' para todos os níveis de produto dentro da amplitude relevante<sup>(7)</sup>.

O valor residual do equipamento antigo pode ser facilmente introduzido na análise onde substituição é envolvida. Para esse fim, reescrevemos a equação (1) como:

$$(3) \quad P_x X_v^n + P_{x_f} X_f^n \leq P_x X_v^o + P_{x_f} X_f^o$$

onde  $X_f^o$  é a necessidade de capital por produto unitário sob a técnica existente e  $P_{x_f}^o$  é o valor ou custo do fluxo de serviços baseados no valor residual presente e na vida útil de  $X_f^o$ . Está claro que  $P_{x_f}^n$  e  $P_{x_f}^o$  são diferentes, pois as somas de capital envolvidas são diferentes<sup>(8)</sup>.

Transformando  $X_f^o$  em unidades equivalentes de  $X_f^n$  (por meio dos custos relativos do fluxo de serviços,  $P_{x_f}^o / P_{x_f}^n$ , como fator de conversão) e rearranjando os termos, temos:

$$(4) \quad X_f^n - \frac{P_{x_f}^o}{P_{x_f}^n} X_f^o \leq \frac{P_x}{P_{x_f}^n} (X_v^o - X_v^n) = m_2 (X_v^o - X_v^n),$$

onde o lado esquerdo da desigualdade representa a quantidade do novo equipamento menos a quantidade do antigo, medida em termos de unidades equivalentes. Em outras pala-

(7) A única exceção é quando a empresa está atualmente tendo perdas com o preço cobrindo o custo variável médio mas não o custo variável total. Em tal caso, pode acontecer que melhoria nos custos sob a nova receita seja insuficiente para permitir que a firma opere com lucros. A firma rejeita a adoção e continua sua operação presente até o equipamento existente se esgotar.

(8) Embora  $X_f^o$  e  $X_f^n$  tenham vidas úteis diferentes, estamos, como explicamos antes, tratando todos os ativos como perpétuos através de manutenção contínua. Assim, o custo do fluxo de serviços consiste dos juros sobre a soma de capital mais o custo de manutenção perpétua por unidade de tempo.

vras, é o investimento **líquido** em termos físicos. Voltando à figura 1, se o **antigo equipamento representado** por BD para a receita inicial B tem um valor residual presente positivo, EF deve agora ser ajustado para refletir este fato, de acordo com o conceito de investimento líquido. Conseqüentemente, a receita E se move da linha de indiferença DD' para dentro da zona de aceitação. Nenhuma outra alteração é necessária na figura 1.

Voltemo-nos para o caso em que o capital investido não tem uso alternativo para ser contabilizado como uma perda de capital. A nova receita a ser adotada é ilustrada por G na figura. Mesmo neste caso, podemos conceituar o velho equipamento inútil, que gera um custo de uso corrente, como se fosse conservado, em vez de ter seu valor declarado contabilizado como perda de capital. Quando assim conceituado, tudo que se tem a fazer é adicionar BD a FG e usar a linha BB' como fronteira de referência de escolha. Como mostrado na figura 1,  $FG = F'G'$ , e FG' torna-se "exigência" de capital total (novo e antigo). Este artifício conceitual ganha peso quando a inovação em questão representa um alargamento das capacidades do equipamento existente, através de algum investimento adicional em novo equipamento. Por exemplo, uma nova ferramenta para um computador, um novo debulhador mecânico ligado à instalação de energia propulsora de um trator existente. É sabido que a distinção válida entre o caso conceitual envolvendo estrita substituição de equipamento e o caso de expansão de capacidade não necessitam de tratamentos analíticos separados. Além disso, a mesma análise estende-se a inovações envolvendo mudança total de método ou prática.

O exemplo anterior de semear a mão versus a nova técnica de canteiro com transplante de mudas é bastante ilustrativo. Em todos estes casos a empresa não está restrita a uma dada tecnologia, como a incorporada em capital físico. A inovação simplesmente expande o conjunto de escolha sem invalidar qualquer equipamento existente e pode ser vista como acarretando "tecnologia desincorporada". Se é exigido algum investimento novo, em forma de cobertura para o canteiro, por exemplo, voltamos à estrutura de escolha que acabamos de apresentar.

## 2.2. Abordagem da Teoria de Investimento para Reposição

Nesta subseção nosso principal interesse diz respeito à reposição de equipamento quando ocorrem inovações. Nesse contexto, desejamos nos estender na réplica de Shumpeter à crítica socialista, com respeito ao comportamento da firma sob o capitalismo monopolista. Fazendo isto, procuramos “insights” adicionais nas diferenças de comportamento entre firmas competitivas e não competitivas. Extensões da teoria da escolha para outras formas (não-reposição) de inovações servirão como fundamento teórico para análises da agricultura dos PMD, em termos de efeitos sobre renda e sobre emprego, a serem apresentadas na próxima seção.

Para fins de perspectiva, acrescentamos que a crítica socialista também se estende às inovações de produto, um aspecto posto de lado em nossa análise até aqui, através de nossa suposição implícita de um dado produto e demanda. A este respeito, Shumpeter necessitou de pouca assistência, já que aí permanece o peso completo de seu livro. Sua “perene explosão de destruição criativa” varre, entre outras coisas, monopólios existentes — uma tendência atribuível à emergência de novos produtos superiores, desenvolvidos por inovadores na busca de lucros importantes que o capitalismo permite e protege. Monopólios firmemente estabelecidos, com poder de impedir inovações de produto, são assim descartados como aberrações ocasionais. Mesmo que os inovadores sejam liquidados, a teoria básica de escolha, apresentada anteriormente, se aplica. Isto pode ser claramente visto a partir de uma aplicação da teoria ordinária da firma a ser desenvolvida na próxima subseção. Em princípio necessita-se de somente dois conjuntos de curvas de demanda e dois conjuntos de curvas de custo (**custo variável** para o produto antigo e **custo total** para o novo) e então comparar os lucros do monopolista com e sem adoção do novo produto. A propensão a manter capital investido no caso do novo produto é assim vista como não sendo maior ou diferente do caso de reposição de equipamento. O cerne da questão tem relação com a facilidade de entrada da nova empresa nos casos competitivo e não competitivo. As implicações desta questão são exploradas na próxima subseção.

Voltando à abordagem da teoria do investimento no contexto da teoria de escolha acima, primeiro registramos uma

rejeição. O problema de não correspondência entre o teste do valor presente e a taxa interna de retorno na avaliação de oportunidades de investimento, é bem conhecido, como também o são os méritos e deméritos relativos, teórico e prático, dos dois procedimentos.

No que se segue, usaremos a abordagem da taxa interna de retorno para facilitar a exposição.

Na subseção precedente apresentamos dois modos alternativos equivalentes de operar com o problema de escolha de reposição, que são representados indicando a inovação através dos pontos G ou G' na figura 1. O análogo de sua teoria de investimento aparece nas seguintes expressões:

$$(5) \quad C_0 + C_k (1 + r)^{-k} + C_m (1 + r)^{-m} = \\ \sum_{t=0}^{k-1} y' (1 + r)^{-t} + \sum_{g+k}^{m-1} y'' (1 + r)^{-t} + \\ + \sum_{t=m}^{\infty} y''' (1 + r)^{-t}$$

$$(6) \quad C_0 + C_k (1 + r)^{-k} + C_m (1 + r)^{-m} = \\ \sum_{t=0}^{\infty} y' (1 + r)^{-t} + \sum_{t=k}^{\infty} s'' (1 + r)^{-t} + \\ + \sum_{t=m}^{\infty} s''' (1 + r)^{-t}$$

onde  $C_0$ ,  $C_k$ ,  $C_m$  representam o custo corrente de  $I_0$ ,  $I_k$ ,  $I_m$ , sendo o investimento inicial, o investimento para reposição devido a inovação no ano K e a segunda reposição devido a outra inovação no ano M respectivamente. Os  $I$ s são em termos de exigência por unidade de produto como na figura 1. Todas as inovações são lucrativas pelo teste anterior.  $y'$  é a renda anual constante líquida dos custos dos fatores variáveis de uma sequência de renda (considerada perpétua para simplificar) atribuível a  $I_0$ ;  $y''$  atribuível a  $I_k$  e  $y'''$  a  $I_m$ .  $R$  é a taxa interna de retorno relativo à história de vida inteira da empresa, que consiste de três ondas de investimento

sob um regime de preço constante do produto, de forma que os  $y$  são proporcionais ao fluxo de produto físico. O desconto por simplicidade volta a  $t=0$ . Os  $s$ 's são definidos como fluxos fluxos das reduções de custos variáveis, isto é,

$$y'' = y' + s'' \text{ e } y''' = y'' + s''' = y' + s'' + s'''$$

Claramente, (5) e (6) são duas maneiras diferentes de dizer a mesma coisa. Mas a diferença é interessante. De acordo com (6), temos a inferência de que  $C_0$  representa a melhor escolha de investimento entre alternativas em  $t=0$ . A sequência de renda de  $y'$ , graças a inovações exógenas, é ainda intensificada por  $s''$  começando com  $t=k$  e, novamente,  $s'''$  começando com  $t=m$ . Esta é a maneira positiva de encarar inovações. Porém, paradoxalmente a “melhor solução”, após ter sido melhorada por inovações subsequentes, pode agora se tornar a “segunda melhor solução” num sentido *ex-ante*, porque, de acordo com (5), se o empresário tem perfeita previsão em  $t=0$ , provavelmente abandonaria  $I_0$  desde que o retorno na sequência de renda truncada  $y'$  (acabando em  $T=k-1$ ) contra o custo  $C_0$  poderia ser inferior à melhor alternativa então disponível. Se verdadeira, sua estratégia ótima consistiria em investir na atividade disponível num ponto futuro de inovação.

O realismo exige que pensemos nos empresários como aderindo ao “melhor palpíte” para a vida economicamente útil de um investimento, junto com sua estimativa de  $y$  e  $C$ . Tendo assim escolhido o investimento, tudo o que ele pode fazer daí em diante é tentar melhorar sua posição de lucro a cada ponto de inovação sujeito ao teste apresentado anteriormente (figura 1 ou desigualdades 1-4). Uma vez satisfeito o teste, deve-se seguir que  $R$ , a taxa interna de retorno, seja maior que a taxa de juros de mercado implícita em  $P_{x_t}$ , custo de uso do capital para cada adoção. Nesse sentido a equação (6), que pode ser truncada, relacionando cada sequência de renda a seu  $C$  associado, se revela mais atraente. Diz-se que, uma vez que o “mergulho” inicial foi feito, o interesse corrente não necessita mais olhar o passado e se preocupar com sequências de renda “frustradas” pelas últimas inovações que aparecem.

Realmente, cada inovação pode somente aperfeiçoar seus primeiros cálculos se valer a pena. De outra maneira, a adoção não é feita e seu plano inicial não é perturbado. Tudo isto

não se destina a sugerir que as antecipações não sejam cruciais. Outras coisas permanecendo iguais, as estimativas ex-ante da duração da sequência de renda determinam se um investimento será realizado. O ponto é: uma vez feita a adoção com base em alguma duração admitida, então, se a próxima inovação vier mais tarde ou mais cedo do que o antecipado, a empresa pode somente lucrar com isto (ou não ficar pior). Se vier mais tarde, então a sequência de renda será mais longa que a antecipada. Se mais cedo, a empresa pode utilizá-la ou não. Se não a utilizar, sua posição é como o antecipado. Se utilizá-la, sua posição é melhorada. A última é, em nosso juízo impreciso, uma “segunda melhor solução” sujeita novamente à boa qualidade da duração admitida para a nova inovação. A “melhor solução” é obtida quando a efetiva duração menor da inovação precedente foi corretamente prevista, caso em que a oportunidade pode ter sido preterida pela oportunidade presente. Em todos estes cálculos de lucro, um prêmio por risco pode ser incorporado, é claro, para permitir incerteza inerente.

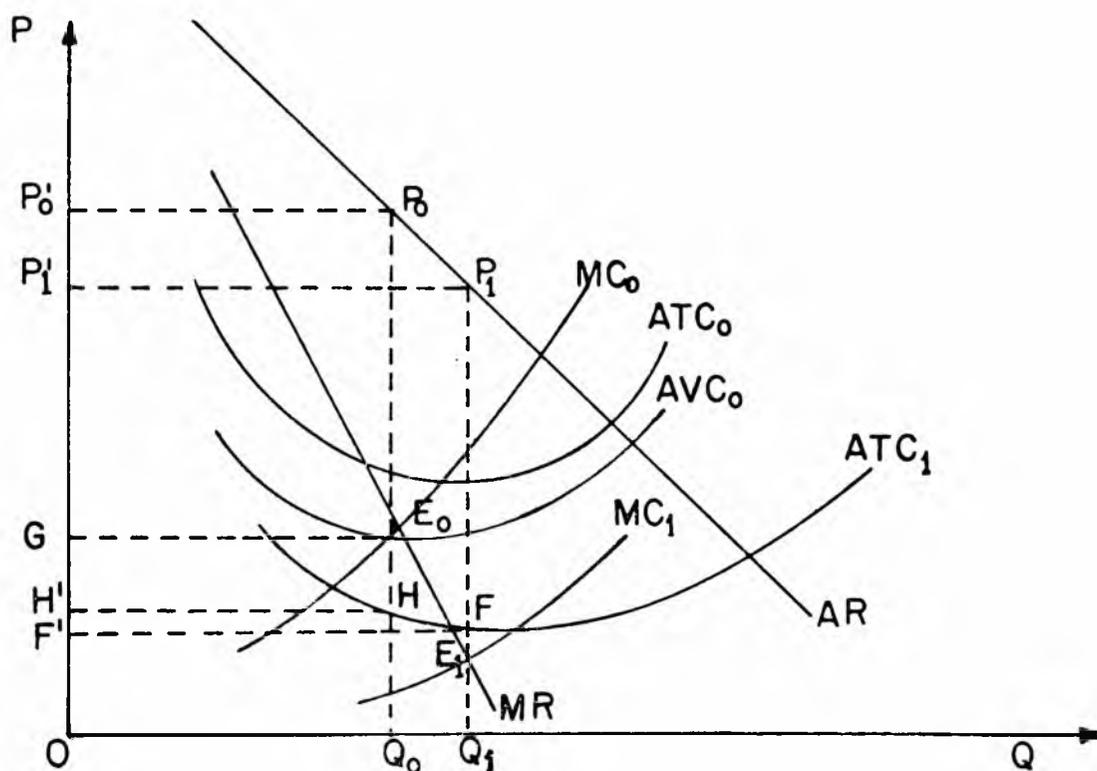
Se tal visão geral parece bastante otimista e simplista, é para reduzir as questões cruciais relacionadas ao preço do produto e entrada de novas empresas deixadas de lado na análise. Discutir este problema é distinguir entre modelos competitivos e não competitivos.

### 2.3. Não Concorrência

Voltando ao tema socialista, é conveniente adotar o monopólio e a concorrência como os dois extremos. Na discussão que se segue continuaremos a manter a demanda de mercado constante. Isto será abandonado na próxima seção, quando voltarmos para o contexto agrícola relevante para os PMD. Usando reposição (o foco do diálogo socialistas-Shumpeter) como ilustração, a adoção de inovação pelo monopolista se reduz a uma simples exposição gráfica mostrada na figura 2, e desenhada consistentemente com relação à figura 1. O ganho é inambíguo se o monopolista persiste no mesmo produto (maximização de lucro antes da adoção) e, portanto, o mesmo preço, pois  $ATC_1$  é mais baixo que  $AVC_0$ . A última comparação de custo indica que o investimento, já colocado, tem um valor de oportunidade zero e não é mais uma consideração relevante de custo. O monopolista pode claramente aumentar seu lucro movendo-se

de E (onde  $MR=MC_0$  mas  $> MC_1$  para E (onde  $MR=MC_1$ ). Fazendo isso, ele eleva o produto e diminui os preços. Até este ponto, alguns benefícios das inovações advêm aos consumidores. Com preço sob sua "administração", não há necessidade de temer competidores que frustrem seus cálculos com suas ações. Diferentemente das empresas competitivas que rapidamente sofrem pressões de preço para adotar, caso tenham se retardado devido a diferentes parâmetros subjetivos e objetivos com os quais se defrontam os membros da indústria (um ponto a ser desenvolvido posteriormente), o monopolista pode fazer livremente sua própria suposição sobre a vida útil do novo investimento. E o fará ainda mais, pois, se os seus cálculos o levam a rejeitar a adoção, há pouca probabilidade de que alguém adote a nova receita, que para uma empresa nova deve conferir uma vantagem de custo sobre a receita existente do monopolista. Sem tal poder de antecipação, o monopolista teria, de há muito, cessado de o ser.

FIGURA - 2



$FF' P_1' P_1$  (novo lucro de monopólio)  $>$   $GG' P_0' P_0$  (o antigo excedente de monopólio com FC, custo fixo contabilizado)

Prova: ao produto  $OQ_0$ ,  $HH' P_0' P_0 > GG' P_0' P_0$

Agora,  $FF' P_1' P_1 > HH' P_0' P_0$   
 $(> GG' P_0' P_0)$ ,

já que  $MR > MC_1$  ao produto  $OQ_0$

e  $MR = MC_1$  ao produto  $OQ_1$

Enquanto essa ausência de pressão competitiva para a adoção é clara, é incorreto atribuir o ritmo de adoção mais deliberado ao seu desejo de conservar seu capital investido. De fato, em virtude do dinamismo imprevisível das inovações, o excesso de lucros e prudência podem ser exatamente o resultado certo. Na subseção que segue, tentaremos mostrar que o modelo competitivo sob inovações recorrentes não é exatamente o que os livros-textos dizem sobre seus valores normativos. As firmas competitivas são vítimas da “síndrome da rotina” e a viabilidade de longo prazo de modelo é posta em dúvida.

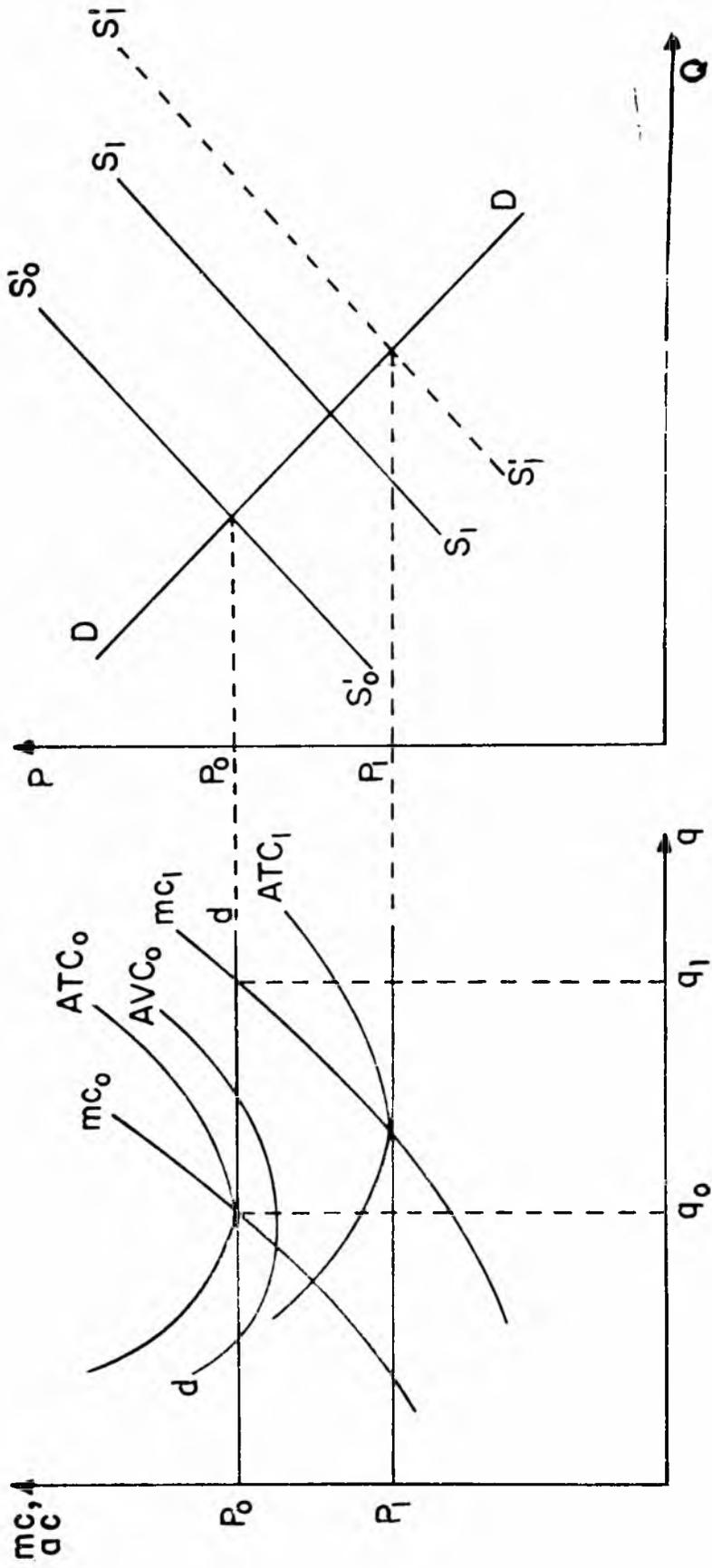
#### 2.4. Concorrência

A adoção de equipamento novo no lugar do antigo, como em monopólio, abaixa as curvas de custo da firma competitiva. Suposições similares são adotadas sobre a demanda (preço) e o valor residual. Como ponto de partida, consideramos a indústria como estando inicialmente em um estado de equilíbrio a longo prazo e todas as firmas gozando de um tamanho de instalação igualmente ótimo. A figura 3 mostra estas especificações. Se a firma típica apresentada é a líder de adoção, ela auferirá lucro onde antes não existia nenhum, sob o dado preço do produto,  $P_0$ . Na medida em que outras firmas adotam a inovação,  $P$  cai, fazendo pressão para ser suportada por firmas que se retardaram na adoção. A pressão se torna constrangedora quando  $P$  cai abaixo de  $AVC_0$ .

FIGURA - 3

INDÚSTRIA

EMPRESA



Supondo-se uma oferta de fator perfeitamente elástica, o  $ATC_1$  é invariante em relação ao tamanho da indústria. O novo preço de equilíbrio a longo prazo é então  $P_1$ , igual ao ponto mais baixo em  $ATC_1$ . A nova oferta de longo prazo da indústria,  $S_1S_1$ , é derivada da suposição de que todas as firmas existentes adotam a inovação e permanecem na indústria (sem novas entradas). É certamente uma questão aberta se  $S_1S_1$  é consistente ou não com o novo equilíbrio de longo prazo. Para alcançar a este último, pode ser necessário reduzir o número de firmas ou expandi-lo. Como foi mostrado na Figura 3, há lugar para expansão da indústria, a qual, na medida em que ocorre muda de  $S_1S_1$  para  $S'_1S'_1$ . Assim, a longo prazo, todos os lucros em excesso desaparecem e o preço de equilíbrio mais baixo reflete uma transferência completa dos frutos das inovações, dos produtores para o consumidor, cujo bem-estar é o fim último de todas as atividades econômicas. Este é o funcionamento teórico do modelo de concorrência. As adoções ocorrem rapidamente, dado que as unidades atomísticas são tomadoras de preço e informação; e agem sem consideração pela consequência de sua ação coletiva. Os lucros são efêmeros, mas agem como incentivos poderosos no processo de ajustamento, reforçados pela sanção negativa de perda no caso de não-adoção. Os benefícios sociais das inovações são obtidos rapidamente e advêm em proveito do público. Até aqui se trata da sabedoria convencional.

A introdução às considerações da teoria elementar do capital ameaça alterar esta visão. Na apresentação formal da teoria de técnica de escolha generalizada retratada na Figura 1, expressamos os preços de bens de capital como o custo de fluxo de serviço sob condições de "manutenção perpétua". Não queremos negar a noção *Wickselliana* de escolha ótima de durabilidade, claramente válida onde existe tal conjunto de escolha. Já que nosso propósito é examinar as inovações que envolvem propriedades outras que a durabilidade, é válido conceber a durabilidade infinita através de "manutenção perpétua" como um método de padronização do preço de fluxo de bens de capital cuja durabilidade difere. Isto basta para o propósito de exposição formal. No mundo real, a durabilidade associada a bens de capital que incorporam ou articulam uma inovação não é geralmente sujeita a escolha. O custo de manutenção é uma função crescente do tempo. Na ausência de inovação (ou obso-

lescência) torna-se econômico substituir o antigo equipamento em algum momento. Vamos chamar esta vida economicamente útil de vida não descontada — não descontada, isto é, por obsolescência antecipada. Acreditamos que as firmas competitivas como tomadoras de informações provavelmente aceitam a vida não descontada do equipamento sob consideração, especialmente quando sujeitas a pressões para adotar a inovação. Tais pressões surgem porque, entre as incontáveis unidades atomísticas, há sempre muitas com perspectivas otimistas sobre as dimensões subjacentes do cálculo do lucro, dentre as quais a vida do equipamento é uma. Além do mais, o cálculo para adoção é diferente entre as firmas pela razão adicional de elas terem histórias diferentes, portanto, em qualquer momento no tempo, uma distribuição de idade diferente. Se uma inovação não é vantajosa para firmas com equipamento de “idade” recente, ela o será para outras com equipamento mais antigo. Finalmente, há pressão vinda da entrada de novas firmas, as quais, sendo “novas”, encontrarão uma margem competitiva na inovação, mesmo que sua redução de custo seja muito pequena para garantir a adoção pelas firmas existentes.

A grande mudança no cenário competitivo corresponde certamente à mudança do preço do produto quando uma inovação vantajosa é adotada em massa. Vimos que, sob monopólio, dadas quaisquer condições iniciais, uma inovação vantajosa só pode melhorar os lucros do monopolista. O fim prematuro do fluxo de benefícios pela obsolescência não é importante em um sentido operacional, como ficou claro a partir da discussão anterior com relação às equações (5-6) onde determinado preço de produto sustenta os fluxos de renda. Mas o solapamento da sequência de renda antecipada pelas inovações ganha real peso no caso competitivo pela queda no preço de produto. Ao se mover de um equilíbrio de longo prazo para outro, como a inovação exige, a indústria incorre em novos gastos de capital ao adotar a inovação, sustenta uma perda de capital no investimento, a qual está ainda para ser recuperada, e auferir um rendimento “normal” no novo investimento. Seu lucro “em excesso”, durante o período de ajustamento, é temporário e improvável de fornecer um amortecedor adequado para absorver os de perda de capital necessárias por causa das periódicas. É neste sentido que se configura uma questão real, concernente à viabilidade de longo prazo de uma indústria na

forma de concorrência pura, pela qual aspiram os escritores socialistas seguidores de Lange-Lerner. A agricultura é de importância especial neste contexto, devido aos esforços públicos em larga escala P e D<sup>(9)</sup> (incluindo informação ou extensão) que tendem a gerar uma alta taxa de inovações, reforçada pelas atividades privadas na indústria. A “síndrome da rotina”, mencionada anteriormente, ganha peso. Se uma política paliativa for sugerida aqui, será do mesmo gênero que a de subsídio para uma indústria de custo decrescente, acoplada com o requisito de preço a custo marginal.

Sob condições de mobilidade de recursos, um desempenho sombrio a longo prazo, do tipo que atribuímos à indústria competitiva, levaria a um êxodo de firmas e recursos, até que os rendimentos permitam um prêmio consistente com as características depreciadas da indústria. No caso da agricultura, devido às baixas elasticidades de demanda (renda e preço) e uma alta taxa de inovações, e à baixa mobilidade de recursos (especialmente mão-de-obra), combinados com alta especificidade, a empresa-fazenda, de forma similar a um homem perseguindo um horizonte que recua, infelizmente se defronta constantemente com rendimentos reduzidos de seus recursos, para não mencionar os retornos normais de equilíbrio. A noção de subsídio é mencionada anteriormente tendo em perspectiva um contexto estreito.

Falando de forma mais geral, a agricultura é realmente um setor especial com um conjunto de problemas e parâmetros não encontrados em qualquer parte. No domínio da política pública, como Earl Heady colocou há muitos anos, a primeira ordem dos negócios é reconhecer que em países de renda elevada o propósito real, ao se avançar a tecnologia agrícola, não se situa em aumentar o produto, mas sim em liberar mais recursos agrícolas para serem empregados em qualquer outra parte. Sob esse aspecto, pouco há de positivo que se possa dizer a favor das políticas paliativas públicas que atacam preços agrícolas baixos como um sintoma, ao invés de atacar o problema básico de efetuar a transferência de recursos necessária.

---

(9) “R and D”, no original em inglês.

### 3. INOVAÇÃO E EMPREGO NA AGRICULTURA (dos PMD)

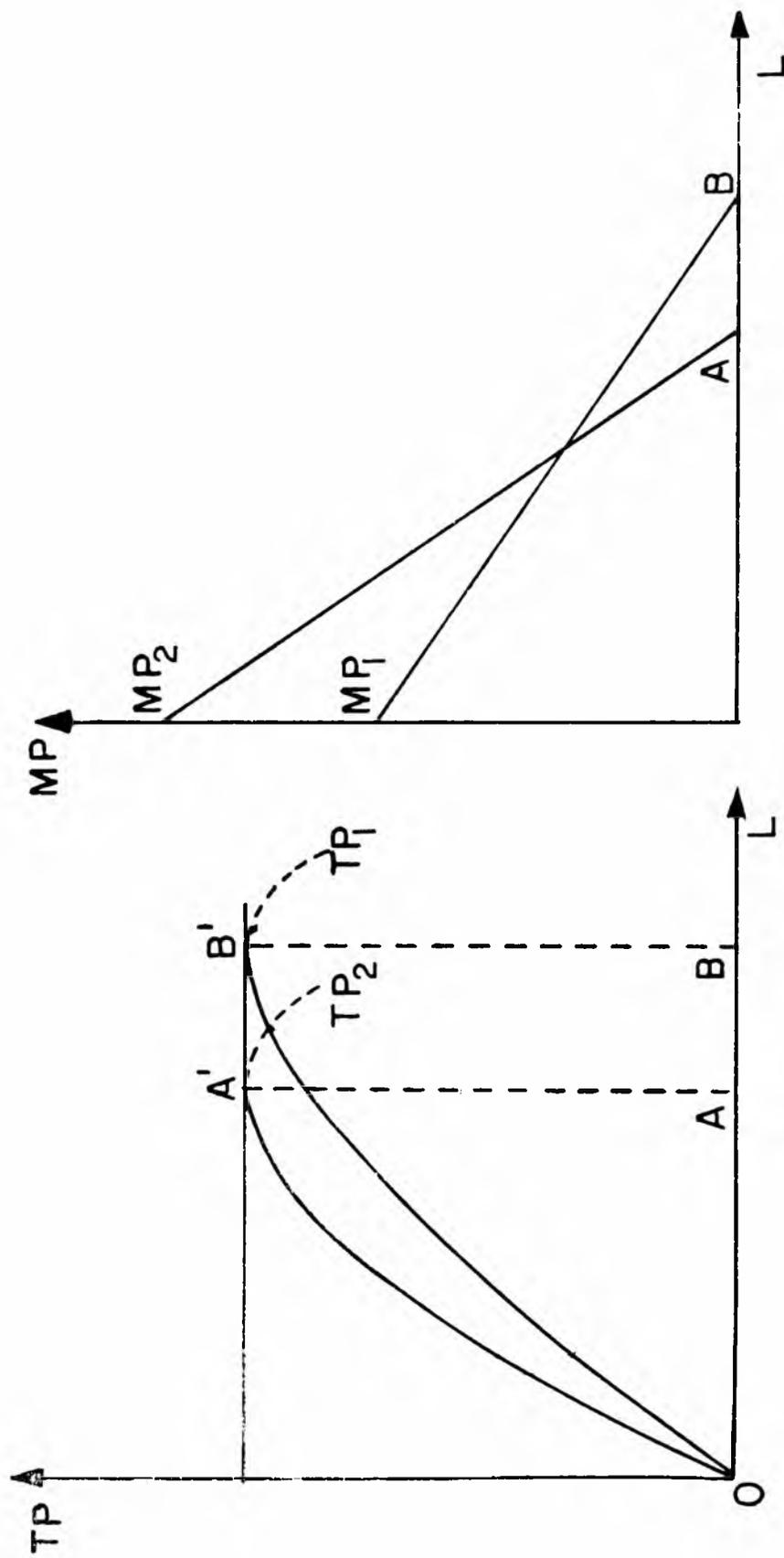
Nesta seção centramos nossa atenção sobre o efeito do emprego de inovações do tipo Revolução Verde nos PMD. Primeiro, para comparação adotaremos as inovações estritamente poupadoras de mão-de-obra. Tais inovações são essencialmente neutras em termos de produto, embora colhedores de algodão possam de alguma forma reduzir a produção, e os tratores, ao lavrar mais profundamente, possam de certa forma elevá-la. (Abstrair-nos-emos por ora do efeito das máquinas na restrição tempo, cujo relaxamento poderá abrir novos sistemas de colheita). O efeito negativo no emprego é óbvio sob qualquer salário dentro da amplitude relevante (Veja Figura 4). Por outro lado, a Revolução Verde é dita como sendo empregadora de mão-de-obra, poupadora de terra ou incrementadora e elevadora de produto. Todas estas características são consistentes com a condição de escassez dos PMD e com suas disponibilidades de alimentos. A inferência convencional é de que as inovações da Revolução Verde aumentam o emprego e a renda rural. O sentimento recente de mal-estar se baseia no argumento de que, dada a demanda inelástica de alimento, o declínio no preço do produto, resultante da adoção em massa, reduz a renda agregada da fazenda e causa queda no emprego. Assim, mesmo as inovações do tipo da Revolução Verde podem ser prejudiciais para a agricultura, a menos que a mão-de-obra seja transferida livremente<sup>(10)</sup> Esta é a questão a ser investigada nesta seção.

Se as inovações da Revolução Verde (abreviando: inovações da RV) são lucrativas, acarretam consequências nos custos e no preço do produto como mostra a Figura 3. No entanto, a análise anterior supunha que todos os fatores de produção, incluindo a mão-de-obra, fossem móveis. A examinar explicitamente o efeito do emprego nesta seção, reconhecemos imperfeições no mercado de trabalho e o problema ubíquo do desemprego aberto e fechado no PMD.

---

(10) Veja, por exemplo, Ruy Miller Paiva, "Modernização e Dualismo Tecnológico na agricultura", *Pesquisas e Planejamento*: dezembro, 1971, e o artigo de Edward Schuh na mesma revista.

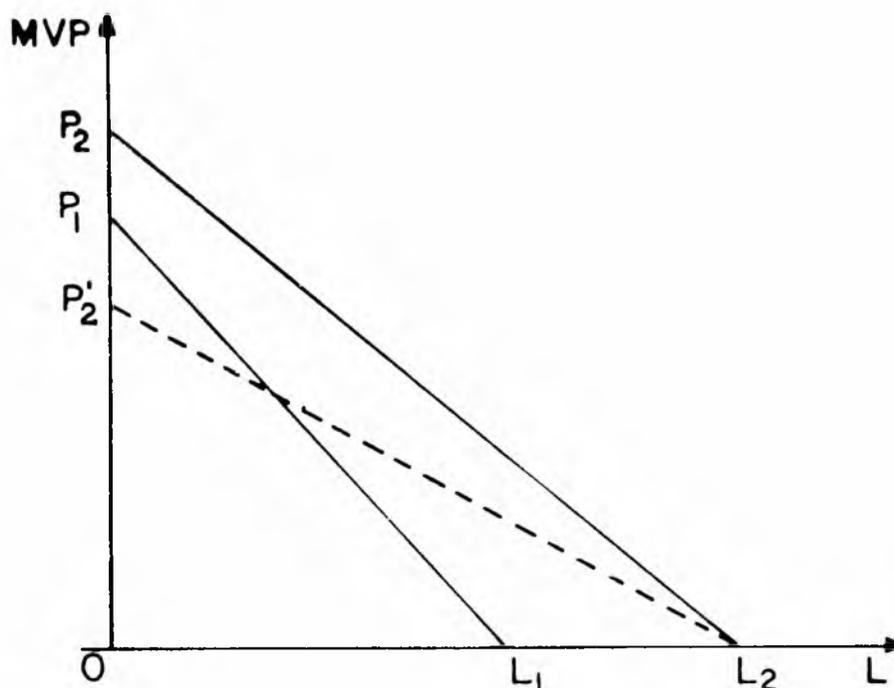
FIGURA - 4



(\*) Admita-se o produto antes da inovação no  $BB'$  máximo. A introdução da inovação neutra em relação a produção é mostrada então pelo  $TP_2$  que deixa inalterado o produto máximo em  $AA$ .  $MP_1$  e  $MP_2$  são desenhados consistentemente com relação à área sob eles e com fator trabalho.

A figura 5 analisa o efeito no emprego de inovações RV. A mudança no M.V.P da firma é consistente com as características do uso de mão-de-obra de tais inovações, cujo componente técnico crítico, variedades de semente de alta produtividade, exige mais mão-de-obra por unidade de área de cultivo para a aplicação de fertilizante e água, para capinar, controlar as doenças e fazer a colheita. A mudança inicial no M.V.P. (de  $P_1$   $L_1$  para  $P_2$   $L_2$ ) reflete um aumento na produtividade física do trabalho com preço de produto constante.

FIGURA - 5  
EMPRESA AGRÍCOLA



A adoção em massa da inovação pelo setor leva a um declínio do preço do produto, de forma a reduzir a renda total do setor devido à demanda inelástica que enfrenta. A segunda mudança no M.V.P. da firma de  $P_2$   $P_2$  para  $P_2$  '  $L_2$  reflete mudança no preço. Em virtude do fato de que o declínio da renda do setor é acompanhado por quedas mais ou menos proporcionais nas rendas das firmas agrícolas, se o emprego cai ou não na fazenda típica, como se mostra na figura, trata-se claramente de uma questão aberta. A resposta depende de (1) a mudança inicial no M.V.P., (2) a elasticidade da

demanda e (3) condições de oferta de mão-de-obra. A figura 5 deixa claro que uma queda na renda pode ser consistente com decréscimo ou não alteração do emprego.

Fica claro também que a perspectiva pessimista sustentada por alguns, mesmo que empiricamente válida, tem sua aplicação restringida aos PMD que estão isolados do comércio exterior com relação a produtos agrícolas. Se um PMD é importador de alimento, o aumento da produção doméstica desloca importações ao preço existente. Se é um exportador (pequeno em relação à demanda mundial), o aumento de produção leva a mais exportações. Em qualquer dos casos é necessário que não se verifique mudança nos preço do produto. Além do mais, mesmo para economias fechadas, o argumento considera a demanda como dada e ignora as taxas tipicamente altas de aumento anual na demanda de alimento que caracteriza os PMD., dado seu rápido crescimento populacional e alta elasticidade de renda.

Uma vez tendo-se reconhecido a mudança na demanda, torna-se evidente que aumentos significantes em emprego agrícola são possíveis somente se ocorrem mudanças, tais como as da Figura 5, de  $P_1 L_1$  para  $P_2 L_2$ . Tais mudanças e o aumento na oferta de alimento que as acompanha não mais precisam resultar em declínio de preço. Isto é,  $P_2 L_2$  não é deslocado para  $P_2' L_2$ . Por outro lado, se não há inovação do tipo RV (ou expansão do setor através de investimento normal), o aumento no preço do produto resultante, que deslocou  $P_1 L_1$  para cima mas em torno de  $L_1$ , como pivot, pode somente gerar efeitos de emprego limitados em qualquer salário determinado.

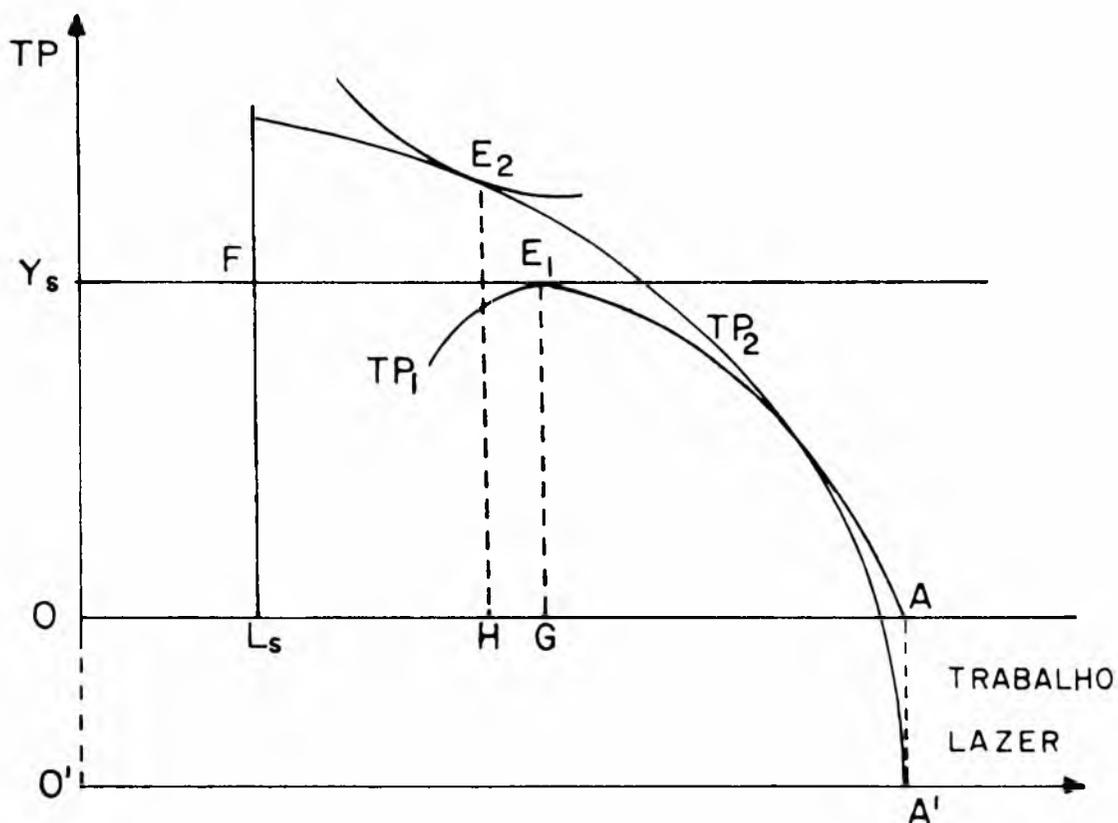
A principal dificuldade sobre a RV é de caráter distributivo. As propriedades e exigências técnicas são menos neutras em relação à escala do que comumente se supõe. Além disso, mesmo que os novos fatores sejam perfeitamente divisíveis, o tamanho da propriedade faz bastante diferença em vários outros aspectos. As propriedades pequenas são menos capazes de acesso a crédito e mercados de novos fatores. Elas tendem a ser administradas menos habilmente, são deixadas de lado pelo fluxo de informação e pelo serviço de extensão técnica. Um ponto a ser desenvolvido na próxima seção consiste na tendência que elas aparentemente apresentam de forte "aversão a risco" Como propriedades familiares (frequentemente na margem da subsistência), dependendo completamente da mão-

de-obra familiar não paga, são mal equipadas para se ajustarem ao uso da mão-de-obra. A RV, além de acarretar risco adicional, crédito e novos fatores em oferta insuficiente, é também limitada geograficamente. Em virtude de exigências de irrigação inflexíveis e específicas em termos de tempo associadas a variedades de alta produtividade, ela é limitada a áreas com sistema de irrigação e drenagem completa, deixando assim de lado outras áreas menos bem situadas. Um resultado comum dentro da agricultura é a deterioração da distribuição da renda (por tamanho e área). Esta tendência é agravada se o efeito do preço-macro é negativo. Elaborando mais os parágrafos precedentes (em relação aos efeitos preço e emprego), é certo sugerir que os efeitos preço negativos ganhem peso se o ritmo da RV é rápido e se o governo estiver executando uma política de sustentação de preços. Tal política (adotada inicialmente para fomentar a produção e reduzir a importação), pode, sob a RV, causar excedentes por manter os preços acima dos preços de importação. Estes excedentes não podem ser exportados sem um subsídio de exportação. Se o apoio for retirado ou reduzido, como a Índia estava prestes a ter de fazer antes que o tempo desfavorável desencarrilhasse a sua RV, o efeito nas pequenas propriedades e regiões deixadas de lado teria sido óbvio.

Na figura 5, analisamos a propriedade comercial (produção para o mercado com mão-de-obra assalariada). Passemos à propriedade de subsistência (produção para consumo doméstico, com mão-de-obra familiar não paga e sem valor de uso alternativo), para fins de complementação e de um insight adicional do problema distributivo. Supomos aqui que as vendas só ocorrem na medida em que é preciso pagar os fatores comprados, tornados necessários pela RV. O produto total, TP, é expresso em unidades de produto físico, como também o é o custo de fatores comprados. Apresentamos a condição inicial TP<sub>1</sub> como produzindo o produto de subsistência mínimo em E<sub>1</sub>, onde MP = 0 (figura 6) consistente com a suposição fundamental de mão-de-obra de valor zero do clássico modelo de dois setores de Lewis. OL<sub>s</sub> e OY<sub>s</sub> representam o mínimo crítico de lazer e renda (produto) necessários à manutenção da eficiência da mão-de-obra. O mapa de indiferença de renda-lazer não se estende em zonas demarcadas pelas linhas de mínimo delineadas em L<sub>s</sub> e Y<sub>s</sub> perpendiculares aos eixos. O ponto E<sub>1</sub> representa a escolha dominante de subsistência e a distância

$E_1$   $F$  mede lazer involuntário ou desemprego disfarçado. A quantidade de trabalho produtivo  $AG$  é compartilhada pelos membros de uma dada força de trabalho familiar, cujo tempo total de trabalho disponível é mostrado por  $OA$ .

FIGURA - 6  
 PROPRIEDADE DE SUBSISTÊNCIA



A RV eleva a curva TP até  $TP_2$ . A mudança é maior do que aparenta visualmente, devido ao fato de que a curva inteira,  $TP_2$ , é deslocada descendentemente,  $TP_2$ , é por uma distância constante  $AA' = OO'$  onde  $OO'$  representa os fatores comprados em unidades de produto, sendo a conversão feita ao preço relativo fator-produto. Em outras palavras, a curva  $TP_2$  medida verticalmente do eixo  $O'A'$  dá o produto bruto; do eixo  $OA$ , fornece o produto líquido. Antes da RV, consideramos todos os fatores como fornecidos internamente pela propriedade. Como é delineado na Figura 6, a RV permite que um novo equilíbrio da propriedade familiar seja alcançado em  $E_2$ , pro-

duzindo utilidade mais elevada para o lar e maior produto líquido.

Se introduzirmos um declínio no preço do produto (devido a aumento de produção e vendas das propriedades comerciais),  $OO'$  aumenta, abaixando a curva  $TP_2$  em relação ao eixo  $OA$ . Na medida em que isto ocorre, é quase certo que o emprego se eleve **acompanhado por uma redução de bem-estar**. Se  $TP$  passar por  $F'$ , a renda familiar (líquida) não é mais alta do que antes da  $RV$ , enquanto que o desemprego disfarçado (não necessariamente com relação a alternativas em cidades) é eliminado. Se o efeito preço da  $RV$  se torna ainda mais desfavorável, a propriedade, ou é expulsa ou, mais plausivelmente, volta ao regime pré- $RV$  e se isola do mercado. Em geral, o efeito da  $RV$  (emprego e renda) na propriedade estritamente de subsistência pode ser tanto neutro (não é adotado ou é relegado) ou positivo. Modificação na demanda e mudança no preço do produto produziram obviamente pouco efeito sobre tais propriedades. Fica igualmente claro que maior emprego não mais precisa ser indicativo de maior bem-estar ou renda para o lar fornecedor de mão-de-obra, diferentemente do caso das propriedades comerciais.

Para as propriedades familiares com um grau mais elevado de comercialização, o bem-estar, a vulnerabilidade ao efeito da mudança de preço, o emprego e o incentivo ou a capacidade para adotar inovações teriam posição intermediária entre os dois casos extremos estudados.

#### 4. DETERMINANTES DE ADOÇÃO

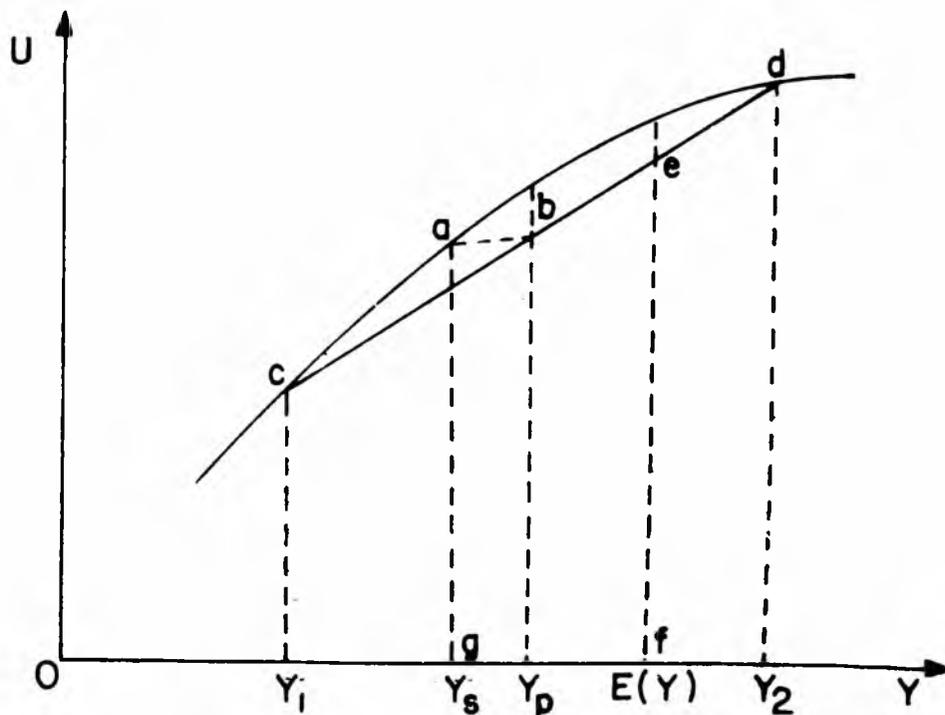
Mencionamos anteriormente diversos aspectos ligados ao tamanho da propriedade que têm relação com a capacidade de adotar inovações. Aqui, desejamos investigar o risco e a incerteza como um fator determinante. Consideramos verdadeiro que a inovação tem como consequência um acréscimo no risco e incerteza. Para o operador de propriedade individual, o risco e a incerteza são aquilo que ele percebe como tal. Em um mundo de resultados binários (o qual adotaremos para simplificar a exposição), suas probabilidades subjetivas  $P$  e  $(1 - p)$  para sucesso e fracasso,

associadas à adoção, podem ter bem pouca relação com a realidade. Aspectos mencionados anteriormente, como acesso a mercados e informações e habilidades administrativas (educação), servem para condicionar sua visão sobre seu mundo restrito.

Uma vez que estamos nos ocupando com novo risco relacionado a inovação, vamos considerar a renda presente  $Y_s$  como uma renda certa. Dadas as probabilidades subjetivas do fazendeiro sobre  $Y_1$  (fracasso) e  $Y_2$  (sucesso) sob a inovação, a renda esperada (menos o custo corrente dos fatores comparados),  $E(Y)$  é então comparado com a renda certa,  $Y_s$ . O equivalente em termos de utilidade do teste anterior da adoção, como mostrado na fig. 1, é então satisfeito, se  $E(Y)$  excede  $Y_s$  em uma margem maior do que o prêmio do risco,  $ab$  (Figura 7).

O indivíduo retratado na figura é "avesso ao risco", conforme o demonstra a função de utilidade ordinal côncava para

FIGURA - 7



baixo. Esta regra de adoção é válida por que, quando a  $E(Y) > Y_p$  (renda mais prêmio de risco) na figura 7, a utilidade esperada  $E(U) = ef$  é maior que a utilidade da renda certa,  $UY_s = ag$ . A teoria de maximização da utilidade sob incerteza aqui envolvida é familiar e acarreta as seguintes relações:

$$(7) \quad E(Y) = p_1 Y_1 + (1 - p_1) Y_2$$

$$(8) \quad E(U) = p_1 UY_1 + (1 - p_1) UY_2$$

Dados  $Y_1$  e  $Y_2$ , a localização de  $E(Y)$ , digamos em  $f$ , é determinada por  $p_1$  enquanto que  $E(U)$  é representado pela coordenada de corda  $cd$  do ponto  $f$ .

A regra de adoção há pouco citada exige modificação se a renda certa antes da adoção  $Y_s$  for tratada como a renda de subsistência mínima. É plausível supor que cair abaixo da ultima renda representa arriscar a perda da propriedade, o que pode facilmente acontecer sob as condições usurárias que regem os empréstimos para as propriedades familiares de subsistência. Em tal situação, a adoção não é provável, mesmo se  $E(Y) > Y_p$ . É claro que é possível alterar formalmente a função de utilidade, introduzindo-se descontinuidade no ponto  $a$  de forma a fazer a corda  $cd$  girar para baixo em torno do ponto  $a$ . Tal alteração pode inverter claramente a desigualdade em  $E(Y) < Y_p$ . Por mais que se deseje manipular a função de utilidade, o ponto em questão consiste em fornecer uma racionalização para a não-reação das propriedades pequenas em face de inovações aparentemente recompensadoras. É claro que tal explicação não precisa supor funções de utilidade diferentes entre propriedades pequenas e grandes, mesmo que as respectivas reatividades sejam marcadamente diferentes.

Além disso, é claro que não-reatividade relativa das pequenas propriedades é também reforçada por suas visões subjetivas sobre  $Y_1$ ,  $Y_2$  e as probabilidades relacionadas. Dadas as maiores limitações que tiveram em relação a educação (portanto, capacidade limitada para distinguir e explorar novas possibilidades técnicas) e de acesso a mercados de fatores, as opiniões tendem a ser menos otimistas do que aquelas das propriedades maiores. Se um seguro tecnológico se sugere aqui (tornar  $Y_1 < Y_s$  em  $Y_1 = Y_s$ ), o princípio é direto e o prê-

mio exigido facilmente calculado, dada uma noção atuarial ativa da distribuição de probabilidade. A discussão de problemas práticos fica além do escopo deste trabalho.

Em conclusão, sentimo-nos tentados a sugerir uma abordagem mais ampla para a RV., dando atenção aos esforços biológicos que visavam o desenvolvimento de novas variedades que reduzissem os riscos e as exigências de se adquirirem fatores químicos complementares e que aumentassem o volume de emprego anual. Além do foco de atenção presente nas variedades de alta produtividade, a RV. poderia bem se voltar para variedades que resistam a seca, doença e insetos, como também variedades e práticas que relaxem a restrição do tempo, permitindo assim múltiplas colheitas. A RV. atual não é na prática neutra em relação a escala; uma nova orientação na direção sugerida ajudará a corrigir o equilíbrio em favor das propriedades pequenas e daquelas situadas em áreas com suprimento incerto de água.