

TEORIA DO PROGRESSO TÉCNICO E ESCOLHA
TECNOLÓGICA EM REGIÕES SUBDESENVOLVIDAS

Antônio Rocha Magalhães()*

RESUMO: Um dos problemas sócio-econômicos que mais afligem o Nordeste é a elevada taxa de desemprego e subemprego, situação seriamente agravada pelas migrações rural-urbanas. Segundo a teoria de economia neoclássica, o excedente de mão-de-obra deveria resultar na implantação de indústrias poupadoras de capital, dado o alto custo de capital relativo ao custo de trabalho. Em face dos esforços de criar uma estrutura industrial no Nordeste, especialmente através da atuação da SUDENE, nota-se uma evolução contrária à que se esperava. A política econômica desenvolvida no Nordeste teve efeito de baratear o custo de capital, assim incentivando a implantação de empresas intensivas de capital. Neste trabalho, o autor apresenta uma resenha das variações teóricas sobre a adoção de inovações tecnológicas, examinando detalhadamente as diversas suposições limitantes. Quando se procura aplicar tais modelos às realidades dos países subdesenvolvidos, em especial, ao Nordeste, intervém uma série de dificuldades tanto teóricas como econômicas. Por conseguinte, o autor conclui que as alternativas da escolha tecnológica são, de fato, limitadas por vários fatores ligados à posição do país em desenvolvimento, e que a esperança de que a indústria nordestina se torne o absorvedor de mão-de-obra precisa ser reconsiderada.

PRIMEIRA PARTE

I — Definições e Hipótese

Diz-se que há progresso técnico quando uma mesma quantidade de produto pode ser obtida com uma quantidade total menor de fatores, em relação à situação anterior à introdução do progresso técnico; ou quando, utilizando a mesma quantidade total de fatores, uma maior quantidade de produto pode ser obtida do processo de produção.

(*) O autor é Assessor da Superintendência do Instituto de Planejamento do IPEA (IPLAN) — Brasília.

Agradecimentos são apresentados a Marcos Giannetti Fonseca e José Roberto Mendonça de Barros, por comentários a este trabalho. O autor assume, todavia, inteira responsabilidade pelos erros que possam ter persistido.

O progresso técnico pode ser representado por uma nova invenção, por uma inovação tecnológica em equipamentos preexistentes, ou pela aprendizagem da força de trabalho no seu trato com os equipamentos existentes — que permite um maior rendimento por unidade desses equipamentos.

De modo geral, os estudos teóricos sobre o assunto adotam a hipótese de que o progresso técnico cai do céu como um maná, distribuindo-se igualmente sobre todas as unidades de um fator ou de todos os fatores, de forma a aumentar a produtividade de um fator ou de todos os fatores. O caso de um fator ter sua produtividade aumentada corresponde na verdade a um incremento efetivo em sua quantidade, mesmo que, em termos de unidades naturais, ele não se altere. Esse fenômeno é conhecido na literatura como “augmenting factor”, que será chamado neste trabalho de “incrementador de fator”. Dada a hipótese usual, simplificadora, que se utilizará também aqui, de que existem apenas dois fatores de produção — Trabalho (L) e Capital (K), ter-se-ão então os casos de progresso técnico incrementador de Trabalho, incrementador de Capital ou incrementador de Trabalho e Capital.

A idéia do progresso técnico como um maná que cai do céu é uma hipótese simplificadora, que facilita a exposição do problema e também sua compreensão. No caso mais geral, admite-se que o maná cai igualmente sobre todas as unidades de K (ou de L), independente de sua idade (ou safra, como será chamado daqui por diante). Neste caso, o progresso técnico é tido como **desincorporado** (“desimbodied”). Pode-se também considerar os casos em que o maná cai apenas sobre as unidades de K (ou de L) da última safra; em que, por exemplo, o progresso técnico vem **incorporado** nas máquinas novas (ou os trabalhadores novos são mais bem treinados do que os antigos). Nesse caso, por exemplo, capital de uma safra é diferente de capital de outra safra (evidentemente que, embora se esteja generalizando para os dois fatores K e L, a análise acima melhor se adapta ao caso de K. No caso de L, admite-se que o mesmo trabalhador pode ser continuamente retreinado, a não ser no caso de profissões muito especializadas e onde se exija uma mudança radical de atividade, ou no caso de trabalhadores mais antigos que oponham resistências culturais ou mesmo físicas ao novo treinamento).

A literatura de progresso técnico geralmente trabalha com funções de produção que variam de acordo com o modelo e com o autor. Parece haver alguma preferência por funções “bem comportadas” tipo Cobb–Douglas (e.g. Solow), mas alguns autores admitem coeficientes fixos (Harrod), outros não precisam explicitar a função de produção (Kennedy) e outros ainda abrem mão dessa função em favor de uma outra chamada função de Progresso Técnico (Kaldor). Diferentes hipóteses sobre funções de produção levam a resultados diferentes quanto ao estado do progresso técnico: conforme sejam essas hipóteses, os modelos podem ser considerados mais ou menos realistas. Em geral, todas elas pressupõem pleno emprego dos fatores de produção. De modo geral, também se supõem retornos constantes de escala.

No "survey" que se procurará fazer a seguir explicitar-se-ão as hipóteses de cada modelo a ser considerado.

II – Classificação de Progresso Técnico

Há uma classificação de progresso técnico geralmente aceita e consagrada na literatura. Segundo essa classificação, que se expressa em termos de poupança relativa de fatores, o progresso técnico pode ser neutro, poupador de trabalho ou poupador de capital. Existem, no entanto, duas definições consagradas para esses termos e que divergem significativamente entre si. Essas definições são atribuídas a Hicks⁽¹⁾ e a Harrod⁽²⁾. Segundo Ferguson⁽³⁾, o enfoque de Hicks considera o efeito inicial do progresso tecnológico, com oferta de fatores relativamente inelástica, enquanto Harrod leva em conta os efeitos de longo prazo, quando é possível a oferta de fatores se ajustar às condições predominantes na economia.

2.1. O Enfoque de Hicks

Supõe-se que existem dois fatores de produção, Capital (K) e Trabalho (L), substituíveis entre si, pleno emprego de K e L e competição perfeita. Segundo Hicks, uma invenção é neutra se as produtividades marginais de K e L aumentam na mesma proporção; é poupadora de L se a produtividade marginal do K aumenta mais do que a de L; e poupadora de K se ocorre o contrário⁽⁴⁾. Dito de outra forma, o progresso técnico é poupador de L, de K ou neutro se, a uma dada relação K/L, a taxa marginal de substituição técnica de trabalho por capital diminua, aumente ou não se modifique:

$$TMST_{LK} = - \frac{dK}{dL} = \frac{F_L}{F_K},$$

onde F_L é a produtividade marginal de L e F_K é a produtividade marginal de K (obtidos pela diferenciação parcial de Função de Produção F para uma dada isoquanta).

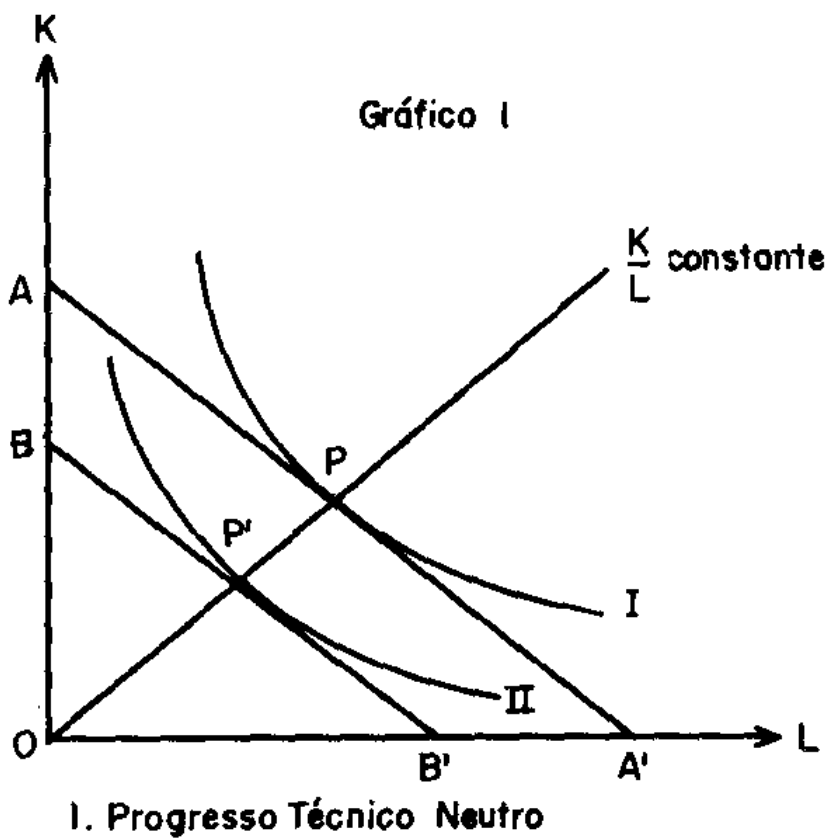
(1) J.Hicks, "The Theory of Wages", MacMillan, Londres, 1963.

(2) R.F.Harrod, Towards a Dynamic Economics (1948), pp. 22-27. A primeira publicação de Harrod sobre o assunto foi feita numa revisão que ele fez dos ensaios de Joan Robinson, de 1937, in Economic Journal, junho 1937, pp. 328-9.

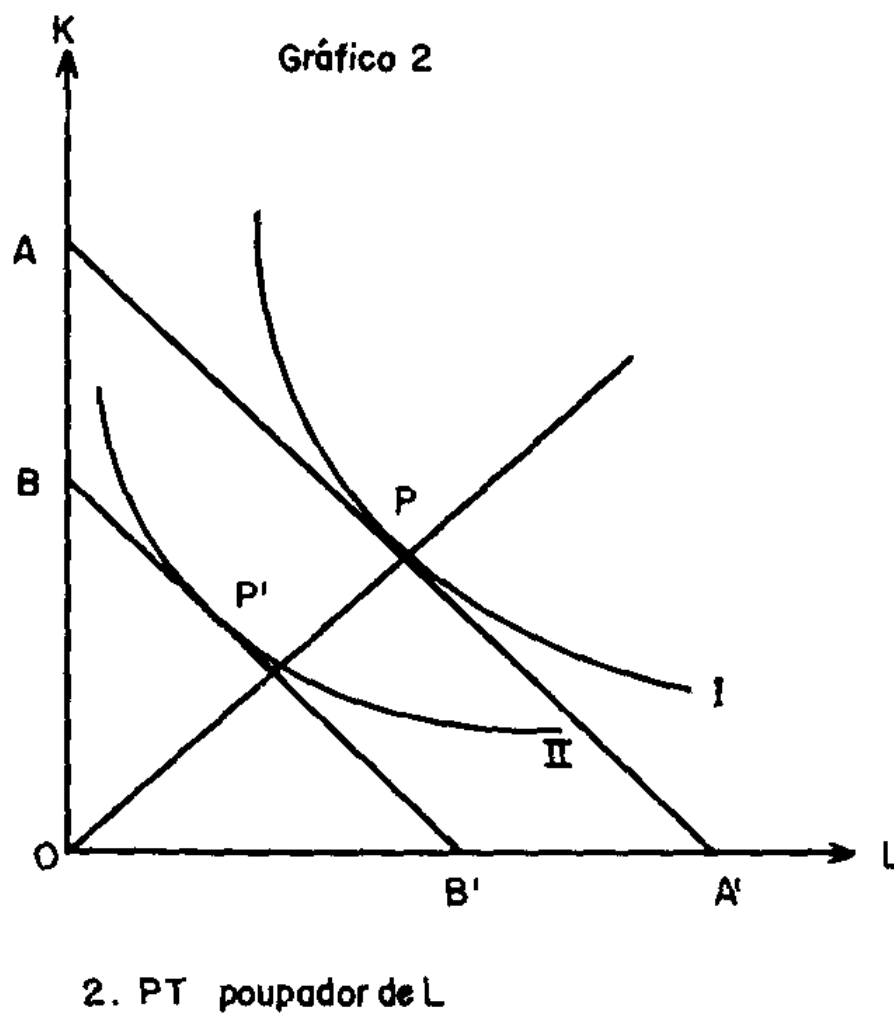
(3) C.E.Ferguson, "The Neoclassical Theory of Production and Distribution", cap. II.

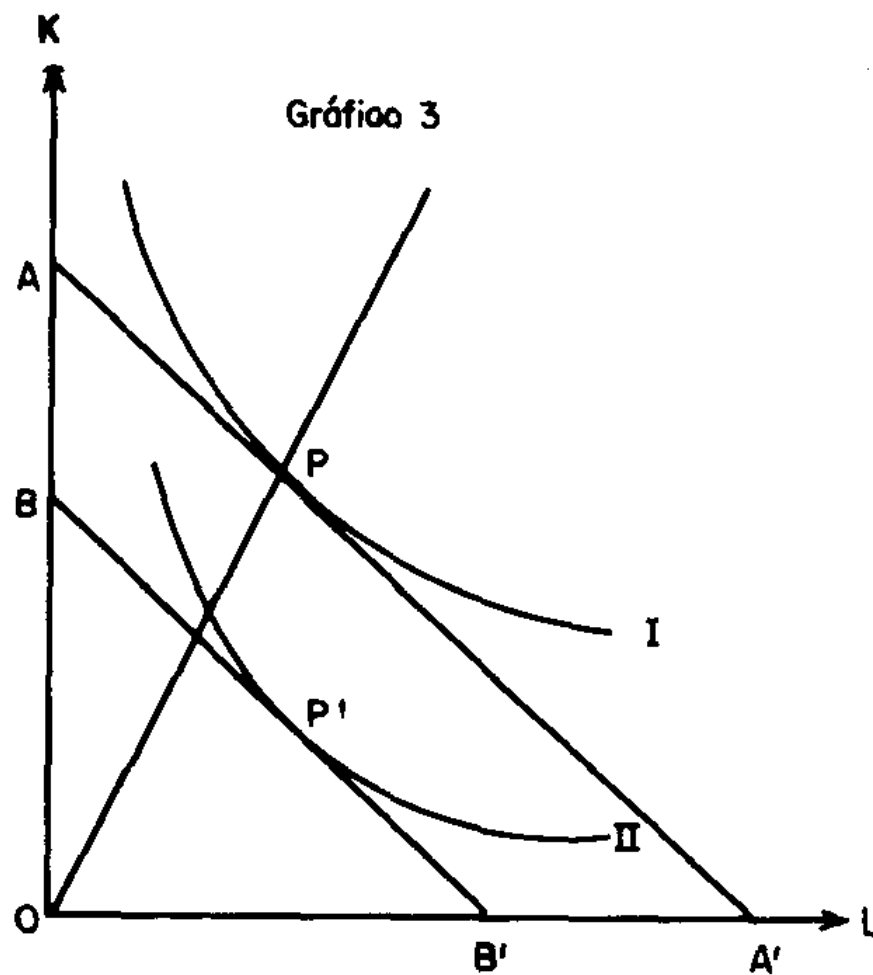
(4) Ver J.R.Hicks, "The Theory of Wages", MacMillan, (1963), pp. 121-127 (1a. edição em 1932).

Graficamente, pode-se representar o enfoque de Hicks da seguinte forma:



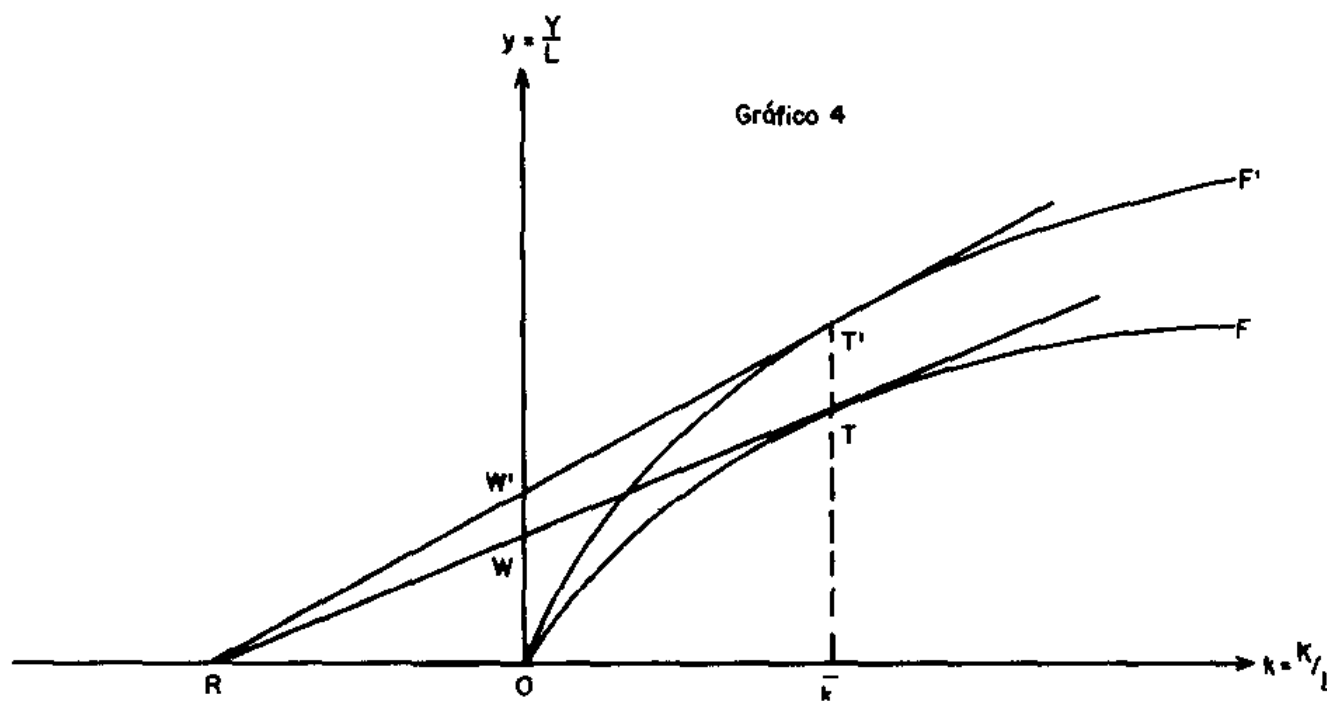
Isoquantas I e II representam o mesmo nível de produto, em diferentes estágios de progresso técnico. AA' e BB' são linhas de isocusto, a dados preços relativos de K e L.





3. PT poupador de K

Em termos de relações *per capita*, o caso de neutralidade do progresso técnico segundo Hicks pode ser demonstrado, graficamente, da seguinte forma:⁽⁵⁾



(5) Ver: F.H. Hahn e R.C.O. Mathews, "Growth and Technical Progress: a Survey", in Amartya Sen (ed), Growth Economics (Readings), Penguin, pp. 368-369.

A mudança da função de produção de F para F' ocorreu por causa do progresso técnico. Pode-se provar que OR mede a relação salário/taxa de juros (w/r) que, em competição perfeita, é igual à razão entre os produtos marginais de L e K , respectivamente. A relação K/L é igual a uma constante k no caso de PT neutro no sentido de Hicks.

Em termos algébricos, pode-se apresentar o progresso técnico no sentido de Hicks da forma abaixo.⁽⁶⁾

Seja $Y = F(K, L)$ uma função de produção linearmente homogênea. Considerando PT neutro no sentido de Hicks, pode-se escrever:

$$Y = a F(K, L),$$

significando que o progresso técnico desloca para cima toda a função de produção. Nesse sentido, o progresso técnico neutro *a la* Hicks é igualmente incrementador de todo K e todo L , sendo progresso técnico desincorporado e caído como maná. Obviamente, para um dado nível de $K = \bar{K}$ e $L = \bar{L}$, a taxa de crescimento do produto é igual à taxa de crescimento de a .

2.2. O Enfoque de Harrod

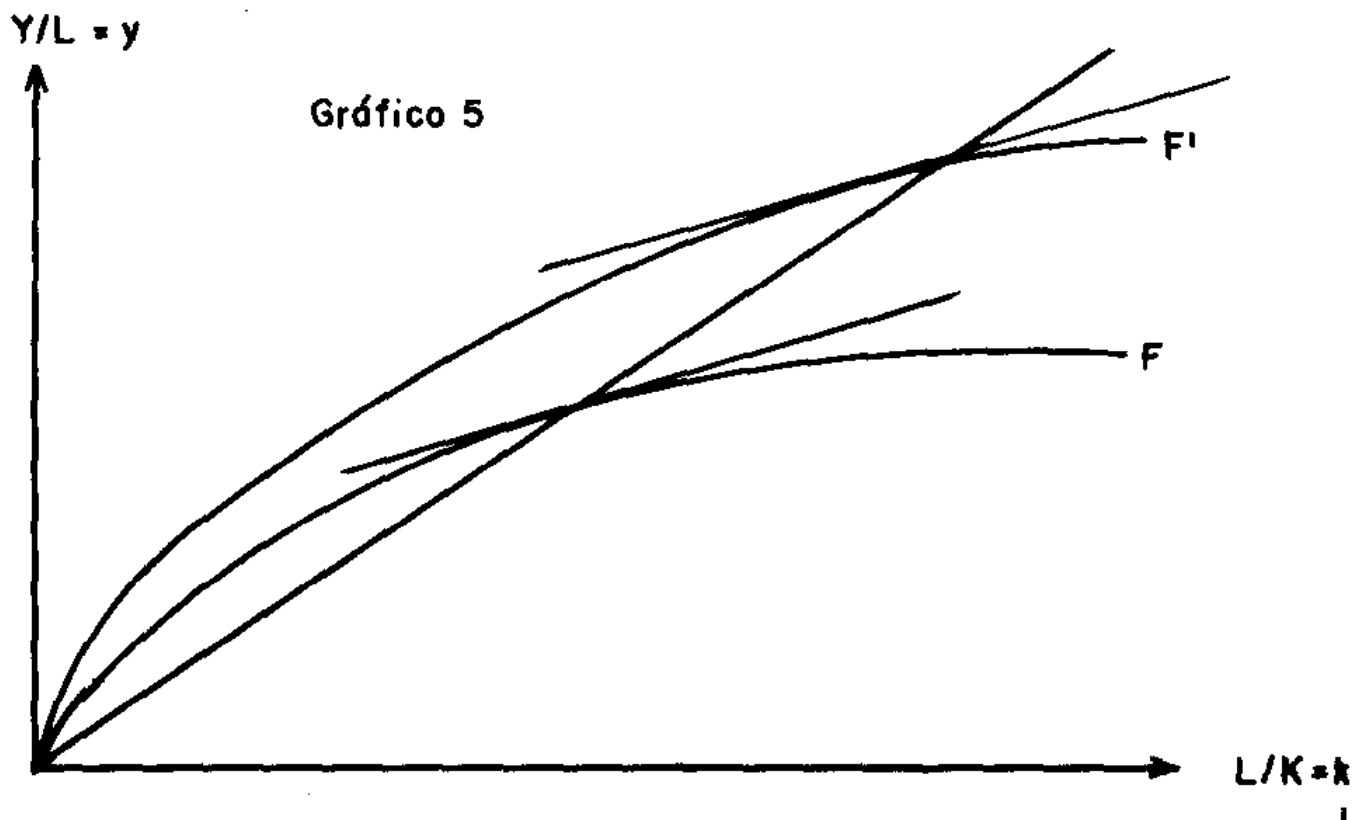
Segundo a definição de Harrod, o progresso técnico é neutro, poupador de L ou poupador de K se, para uma dada taxa de juros, a relação capital/produto (K/Y) permaneça constante, diminua ou aumente, respectivamente.

Em outras palavras: se se toma uma taxa de retorno de K (taxa de juros) constante, tem-se que, para uma dada relação capital-trabalho K/L , o efeito do progresso técnico é aumentar a produtividade marginal de K . Então é preciso aumentar K para se fazer $F_K = \bar{r}$ e, portanto, neutralidade no sentido de Harrod implica em K/L crescente até o ponto em que K/Y se mantenha constante. Em síntese, o progresso técnico no sentido de Harrod é (supondo-se constante a taxa de juros):

Neutro, se $K/Y = \text{constante}$
 Poupador de K , se K/Y diminui
 Poupador de L , se K/Y aumenta

Graficamente, pode-se representar PT neutro no sentido de Harrod da seguinte forma:

(6) Ver R.D. Allen, "Macroeconomic Theory", A Mathematical Treatment, MacMillan, 1968.



No gráfico mostra-se que PT neutro no sentido de Harrod se representa por pontos sobre a função de produção (variante) com inclinação igual ao longo de um raio que parte da origem. Para relações K/L e Y/L crescentes ao longo de um raio corresponde K/Y constante, ou seja:

$$\frac{Y}{K} = \frac{\frac{Y}{L}}{\frac{K}{L}} = \frac{y}{k}$$

Algebricamente tem-se:

$Y = F(K, \alpha L)$ onde: Y = produto
 L = trabalho
 K = capital
 F = função de produção,

e α é o coeficiente de PT, crescente com o tempo t . Em particular, $\alpha = 1$ se $t = 0$ e

$$\begin{aligned} \alpha &> 1 \\ \alpha' &> 0 \end{aligned} \quad \text{se } t > 0$$

Neste caso, o PT tem como resultado aumentar a quantidade “efetiva” de trabalho, isto é, é do tipo incrementador de trabalho.

Chama-se de “m” à taxa de variação em a . Então $a = e^{mt}$, podendo-se escrever:

$$Y = F(K, e^{mt} L).$$

No modelo de crescimento de Harrod–Domar tem-se que, em equilíbrio proporcional (“steady state”), a taxa de crescimento do produto é igual à taxa garantida de crescimento e à taxa natural de crescimento, ou seja:

$$g_y = \frac{Y}{Y} = g_w = \frac{K}{K} = g_N = \frac{N}{N}$$

Com PT no sentido de Harrod, a taxa de crescimento do produto, em “steady state”, passa a ser:

$$g_y = n + m$$

O conceito de PT segundo Harrod tem sido amplamente usado na literatura, pelo fato de estar baseado em hipóteses mais aproximadas do que ocorre no mundo real, ou seja, uma contínua acumulação de K mais rápida do que o crescimento de L e uma taxa de juros mais ou menos constante ao longo do tempo.

2.3. O Enfoque de Solow⁽⁷⁾

Pode-se considerar o enfoque de Solow como uma variante do de Harrod, embora chegue a conclusões diferentes, por usar hipóteses diferentes. Em vez de PT incrementador de L , Solow considera o caso de PT incrementador de K , da seguinte forma:

$$Y = F(aK, L), \text{ variáveis definidas como antes.}$$

Neste caso, não se verifica a constância da relação Y/K , e, portanto, o modelo não é apropriado para explicar o crescimento do produto em equilíbrio proporcional (“Steady State”), com PT desincorporado. Contudo, o modelo é apropriado para explicar o crescimento quando se considera capital heterogêneo e PT incorporado nas máquinas da última safra.

(7) R.M. Solow, “Capital Theory and the Rate of Return”, North Holland.

2.4. Equivalência dos Enfoques de Hicks e Harrod

Segundo Uzawa⁽⁸⁾, o único caso em que os enfoques de neutralidade de Hicks e de Harrod se equivalem é quando se trabalha como uma função Cobb-Douglas.

Com efeito, se se chama:

m = taxa de progresso técnico, e
 Y, K, L definidos como antes, tem-se

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}, \text{ onde } A = A_{(t)} = e^{\lambda t},$$

$$A = 1, \text{ para } t = 0, \text{ e}$$

$$A > 1 \text{ para } t > 0,$$

tem-se:

$$Y = e^{\lambda t} K^\alpha L^{1-\alpha}, \lambda > 0$$

Faz-se necessário interpretar o significado de λ .

No caso de Neutralidade *a la Harrod*, tem-se:

$$Y = K^\alpha (e^{mt} L)^{1-\alpha}$$

$$Y = K^\alpha e^{mt(1-\alpha)} L^{1-\alpha}$$

$$Y = K^\alpha e^{m(1-\alpha)t} L^{1-\alpha} = e^{m(1-\alpha)t} K^\alpha L^{1-\alpha}$$

e portanto $\lambda = m(1-\alpha)$

No caso de Neutralidade segundo Hicks tem-se:

$$Y = (e^{mt} K)^\alpha (e^{mt} L)^{1-\alpha}$$

(8) H. Uzawa, *Review of Economic Studies*, Feb. 1961, pp. 120-121.

$$Y = e^{m\alpha t} K^\alpha e^{m(1-\alpha)t} L^{1-\alpha}$$

$$Y = e^{m\alpha t + mt - m\alpha t} K^\alpha L^{1-\alpha}$$

$$Y = e^{mt} K^\alpha L^{1-\alpha}$$

e portanto: $\lambda = m$

Do mesmo modo, pode-se mostrar que essa forma da função de produção Cobb–Douglas (linear, homogênea) é neutra também no sentido de Solow, com $\lambda = m\alpha$.

III – Progresso Técnico Induzido

Foram citadas as definições usuais de progresso técnico neutro, poupador de trabalho e poupador de capital. Num sentido verdadeiro da palavra, a definição de Hicks é a que melhor retrata a neutralidade ou não do progresso técnico.⁽⁹⁾

A pergunta que cabe agora é a seguinte: dados os diversos tipos de progresso técnico, como se comporta a Economia no sentido de escolha de invenções ou inovações tecnológicas quanto à utilização relativa de fatores? Esse comportamento é aleatório ou é, por exemplo, enviesado no sentido de poupar os fatores que se tornam relativamente mais escassos?

Observa-se, no mundo real, pelo menos nos países do mundo ocidental, que o crescimento econômico está associado a uma contínua acumulação de capital, poupando-se o fator trabalho que, nos países mais desenvolvidos, é o fator mais escasso em termos relativos. Existe algum viés no sentido de poupança do fator trabalho? Por outro lado, existem realmente – se for o caso – possibilidades de progresso técnico poupador de capital? (Como menciona Hicks, afora o telégrafo sem fio, não é fácil identificar inovações importantes poupadoras de capital)⁽¹⁰⁾.

3.1. A Colocação de Hicks

Hicks, nesse sentido, classifica as invenções em autônomas e induzidas⁽¹¹⁾. As invenções autônomas são, provavelmente, distribuídas de igual maneira

(9) É bom lembrar que a definição de Hicks não serve para modelos de crescimento, pois requer K constante.

(10) Cf. Hicks, "Theory of Wages", MacMillan, 1963, p. 132.

(11) Idem, p. 125.

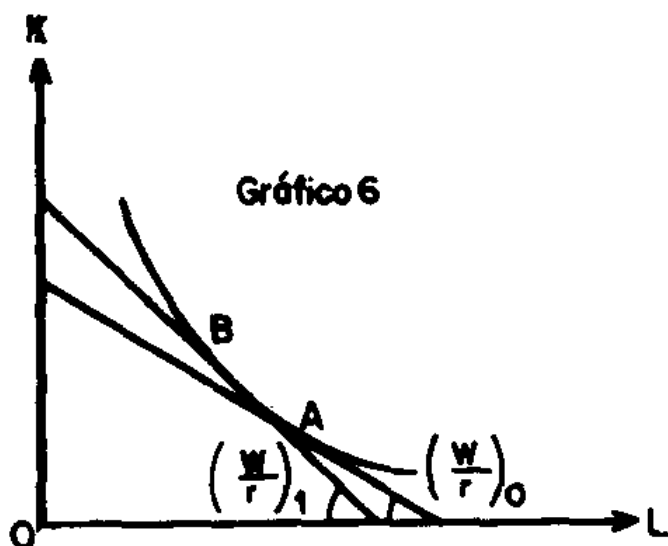
entre neutras, poupadoras de K ou de L. As invenções induzidas apresentam um viés com respeito à utilização relativa de fatores.

Segundo Hicks, mudanças nos preços relativos dos fatores induzem mudanças tecnológicas, no sentido de poupar-se o fator que ficou relativamente mais caro. Essa explicação não deixa de ser coerente com a observação de fatos da vida real, onde um salário real crescente em relação à taxa de juros se associa a mudanças tecnológicas poupadoras de trabalho.

Contudo, Hicks foi extremamente infeliz ao definir dessa maneira progresso técnico induzido, a não ser que ele estivesse pensando apenas numa função de produção com coeficientes fixos (tipo Leontief). Isto não ficou claro em Hicks, pois, ao falar em "elasticidade de substituição" (p. 126), ele dá a entender que se refere realmente a uma função com substituição entre K e L. Neste caso, o argumento de Hicks é falso, porque havendo substituição entre K e L não existe a possibilidade de, a nível da empresa, em condições de concorrência perfeita, um fator ficar relativamente mais caro do que o outro. Com efeito, em equilíbrio de concorrência perfeita a remuneração do fator será sempre igual à sua produtividade marginal, ou seja:

$$\frac{F_L}{F_K} = \frac{w}{r}$$

Em outras palavras, qualquer mudança nos preços relativos de fatores leva à substituição entre os fatores, restaurando a condição de equilíbrio sobre a mesma isoquanta sem a indução de progresso técnico:



Preços relativos variam de $(\frac{w}{r})_0$ para $(\frac{w}{r})_1$; o ponto de equilíbrio varia de A para B, onde $TMST_{LK} = \frac{F_L}{F_K} = \frac{w}{r}$

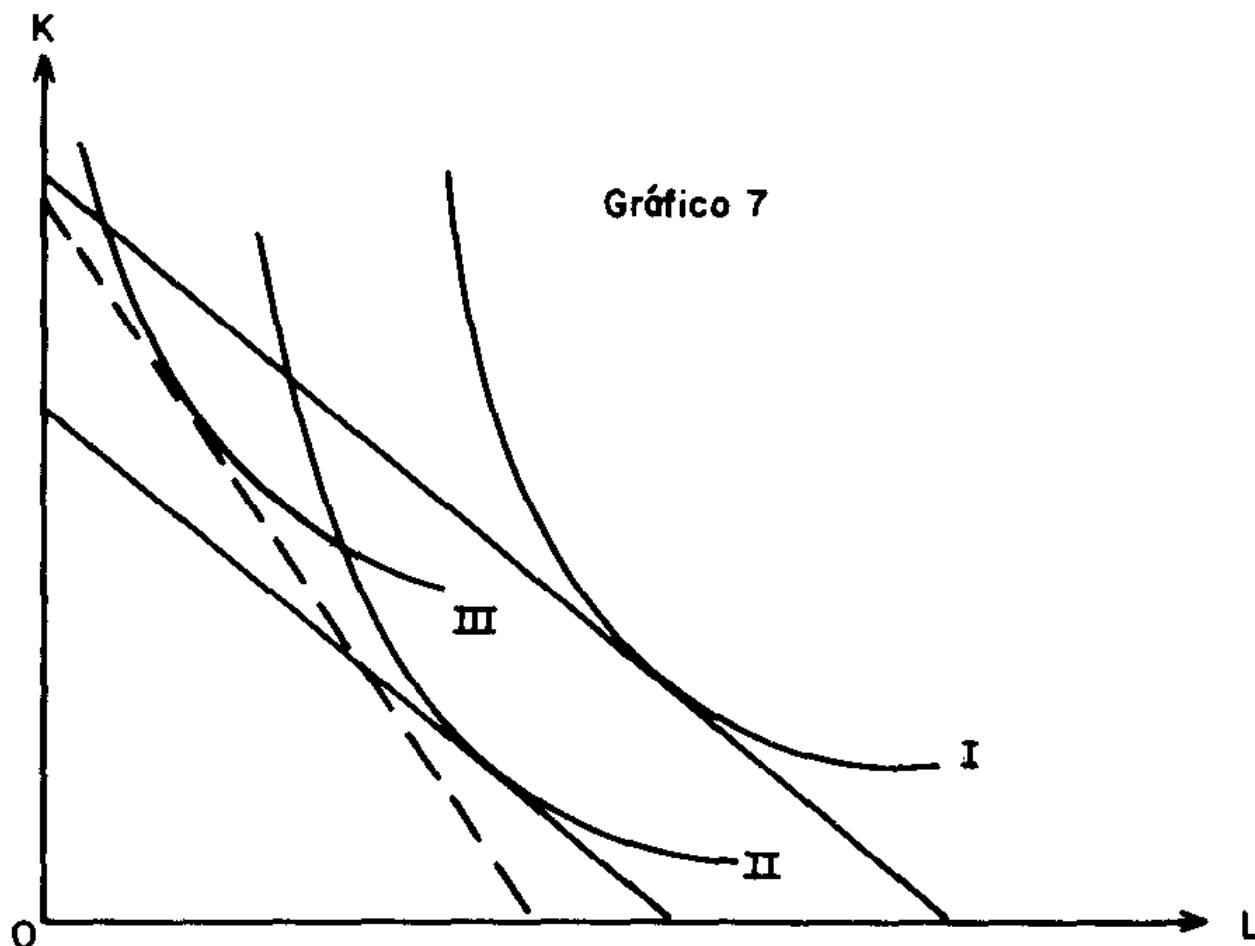
3.2. A Contribuição de Fellner

Embora, como se viu, a conceituação de Hicks quanto a progresso técnico induzido não apresente consistência teórica, o bom senso e a observação do mundo real levam a crer na existência de um viés no sentido de poupança do fator trabalho.

Fellner⁽¹²⁾ tentou estabelecer os pressupostos para a existência de um mecanismo de ajustamento que, em face da escassez relativa de um fator, induz o desenvolvimento de tecnologias poupadoras desse fator.

Fellner supõe K e L como os dois únicos fatores existentes na Economia, tecnologia definida por isoquantas, inexistência de economias de escala e preços relativos de fatores interpretados como “taxa de salário real” e “taxa de juros real” (conhecidos antes de ser traçada a isoquanta), e preço do produto final dado.

São feitas duas proposições:

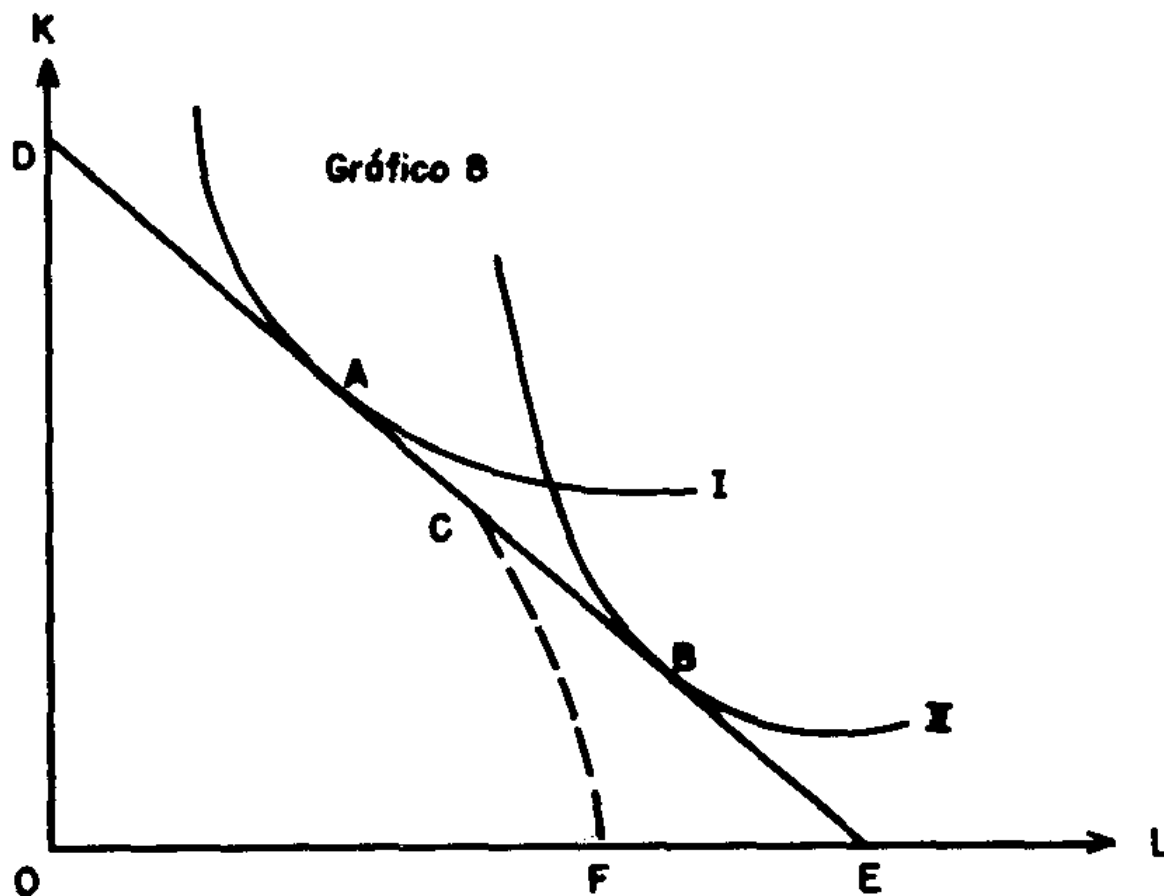


(12) W. Fellner, “Two Propositions in the Theory of Induced Innovations”, in Rosenberg, N. “The Economics of Technological Change”, Penguin, pp. 203-208.

As três isoquantas representam a mesma quantidade de produto: I representa a situação atual e II e III são duas opções de progresso técnico. Dada a relação atual entre w e r , a tecnologia II é superior à III, e será escolhida se os empresários supuserem que os preços relativos de L e K não variarão. Contudo, se os empresários aprendem com a experiência, eles poderão concluir, da observação do mundo real, que w continuará crescendo em relação a r e que, num futuro que se inclui dentro do seu horizonte de planejamento, a tecnologia III se tornará superior à II. Se assim for, os empresários serão induzidos a adotar (ou procurar desenvolver) a tecnologia III. Isto no entanto só ocorrerá se eles de fato não esperarem que, no período para o qual suas decisões são tomadas, outra tecnologia mais proveitosa possa tornar-se disponível (evidentemente, não importa que essa tecnologia seja poupadora de Trabalho ou de Capital, desde que, a rigor, o que interessa é a redução nos custos totais).

O que importa notar, aqui, é que a tecnologia III é, para qualquer par de valores relativos de w e r , poupadora de Trabalho.

2a. Proposição: Competição Oligopsonística no Mercado de Fatores



Supõe-se que, a um dado momento do tempo, os empresários se defrontam com a possibilidade de escolhas tecnológicas como representadas pelas isoquantas I e II (de igual produto). Em condições de competição perfeita, com a linha de

isocustos representada por DE, eles escolherão indiferentemente I ou II, e essas duas tecnologias coexistirão na economia. Contudo, se, a partir de determinado ponto (como o ponto C, no gráfico) o trabalho começa a ficar escasso, algumas empresas só conseguirão empregar mão-de-obra adicional a um salário mais alto — então, mesmo no caso de empresas atomísticas, elas podem ser consideradas monopsonísticas ou oligopsonísticas no sentido de que podem influenciar preços de fatores. A linha a isocusto será dada por DCF. Os empresários serão induzidos a poupar trabalho, escolhendo a tecnologia I, unicamente.

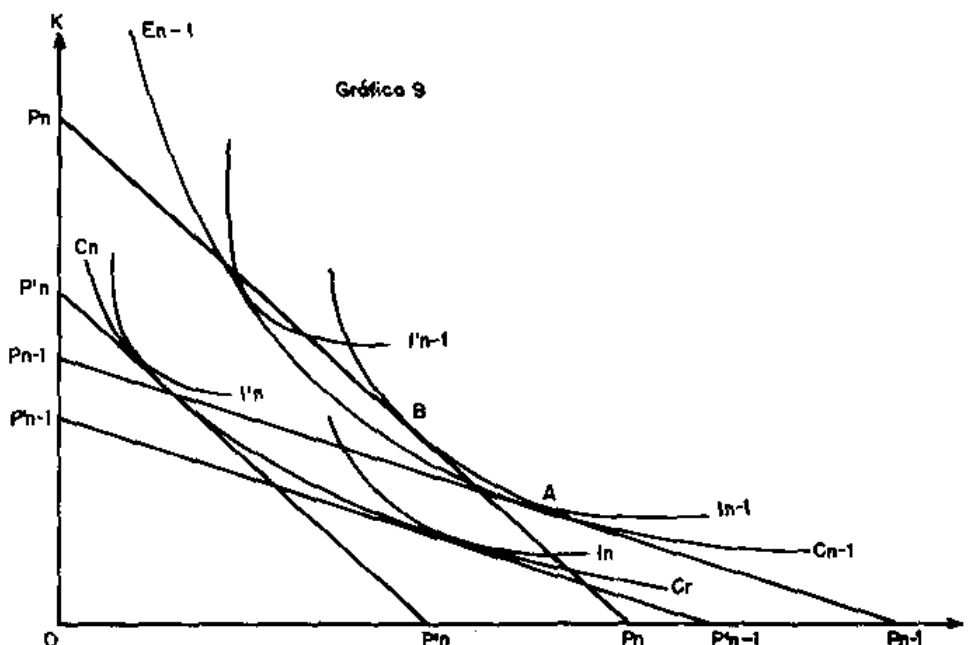
3.3. A Contribuição de Ahmad⁽¹³⁾

Ahmad supõe a existência de uma “Curva de Possibilidades de Inovação” (CPI) histórica, determinada tecnologicamente. Essa curva pode ser definida como um envelope abrangendo todas as isoquantas alternativas que representam, em diferentes funções de produção, o mesmo nível de produto. Essas isoquantas representam as possibilidades tecnológicas que os empresários esperam desenvolver ao dado nível de capacidade criadora no período considerado.

O objetivo de Ahmad é a minimização do custo total para produzir um dado nível de produto.

Supõe-se que, historicamente, não há viés tecnológico nas inovações (isto é, há neutralidade).

Observa-se no gráfico que, com a razão original de preço $P_n - 1$, e dados $C_n - 1$, então $I_n - 1$ é escolhido (ponto A).



(13) S. Ahmad, "On The Theory of Induced Invention", *Econ. Journal*, LXXVI, 1966.

As letras representam o seguinte:

- C_{n-1}, C_n : CPI_s para os tempos $n-1$ e n
 I_{n-1}, I'_{n-1} : 2 Isoquantas em $t = n-1$ (Sobre C_{n-1})
 I_n, I'_n : 2 Isoquantas em $t = n$ (Sobre C_n)
 P_{n-1}, P'_{n-1} : 2 linhas de isocusto em $t = n-1$
 P_n, P'_n : 2 linhas de isocusto em $t = n$

Se P varia para P_n , então, no curto prazo, a alternativa que se coloca para o empresário é ir para o ponto B, sobre a mesma isoquanta. No entanto, quando ele considera o desenvolvimento de inovações para o período n , ele escolherá I'_n , em vez de I_n .

Note-se que I'_n é poupadora de trabalho, isto é, é capital-intensiva, em relação a I_n . Por conseguinte, I'_n é poupadora de trabalho em relação a I_{n-1} , ou seja, o encarecimento relativo de trabalho induz o progresso técnico capital-intensivo.

3.4. Uma Observação sobre Fellner e Ahmad

As contribuições de Fellner e Ahmad são engenhosas no sentido de darem uma maior consistência teórica à definição de progresso técnico induzido. No entanto, de um ponto de vista neoclássico ortodoxo, eles só conseguiram isso “em um certo sentido”, como refere Ferguson: “enquanto há uma aparência de mudança poupadora de trabalho, não é uma mudança estritamente poupadora de trabalho no sentido de Hicks”. Eles comparam “equilíbrios caracterizados por diferentes relações K/L ”⁽¹⁴⁾.

3.5. A Contribuição de Kennedy⁽¹⁵⁾

Hicks, Fellner e Ahmad, examinados acima, tomam como referência mudanças, atuais ou esperadas, nos preços dos fatores. Kennedy desenvolve, como se verá a seguir, uma teoria que independe de preços de fatores e que resulta, adicionalmente, numa teoria de distribuição de renda.

As hipóteses do Modelo Básico de Kennedy são as seguintes:

- (14) C.E. Ferguson, “The Neoclassical Theory of Production and Distribution”, p. 340 (Traduzido pelo Autor).
 (15) Charles Kennedy, “Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution”, *Econ. Journal*, LXXIV, pp. 541-547.

- a. Progresso Técnico apenas no Setor de Consumo;
- b. Taxa de Juros Constante;
- c. Trabalho Homogêneo;
- d. Funções de Produção Linearmente Homogêneas, não Necessariamente Especificadas;
- e. Competição Perfeita em Todos os Mercados.

A constância dos preços relativos dos fatores é garantida por esse conjunto de hipóteses.

Seja:

λ = proporção do custo total atribuível a L

γ = proporção do custo total atribuível a K

$\lambda + \gamma = 1$

Pela hipótese (e), λ e γ são também as participações de L e K na distribuição de renda.

Seja:

p e q: reduções proporcionais de L e K, respectivamente, em face do progresso técnico.

Define-se progresso técnico como poupador de L, neutro, ou poupador de K, conforme p seja maior, igual ou menor do que q, isto é $p \geq q$.

Seja: r = redução no custo unitário. Suponha-se que o objetivo dos empresários é maximizar r, sendo:

$$r = \lambda p + \gamma q$$

Dessa forma, a escolha não é simplesmente tecnológica, mas também econômica. No entanto, há uma relação puramente tecnológica que precisa ser atendida; a saber:

$$\phi(p,q) = 0 \text{ ou } p = f(q)$$

Essa relação pode ser chamada de Curva de Possibilidades de Inovação, Curva de Transformação ou Curva de "Trade-Off" entre p e q.

O objetivo dos empresários é:

$$\text{Max } r = \lambda p + \gamma q,$$

$$\text{Sujeito a: } p = f(q)$$

tem-se:

$$Z = \lambda p + \gamma q - \beta [p - f(q)]$$

Derivando parcialmente, tem-se:

$$\frac{\partial Z}{\partial p} = \lambda - \beta = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial q} = \gamma + \beta f'(q) = 0$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \beta} = p - f(q) = 0$$

Resolvendo:

$$\frac{\gamma}{\lambda} = \frac{\beta f'(q)}{\beta} = f'(q) = \frac{-dp}{dq}$$

$$\text{ou } \frac{dp}{dq} = -\frac{\gamma}{\lambda}$$

Como $\lambda > 0$ e $\gamma > 0$, segue-se que $\frac{dp}{dq} < 0$, ou seja:

“quanto maior a redução em L requerida para produzir uma unidade de produto, menor será a redução possível em K”⁽¹⁶⁾.

Além do mais,

$$\frac{d^2 p}{dq^2} < 0,$$

ou seja, “para que p se aproximasse do limite superior de 1 seriam necessários elevadíssimos aumentos no montante de K. Da mesma forma para que q se aproxi-

(16) Cf. Kennedy, op. cit. (tradução do autor).

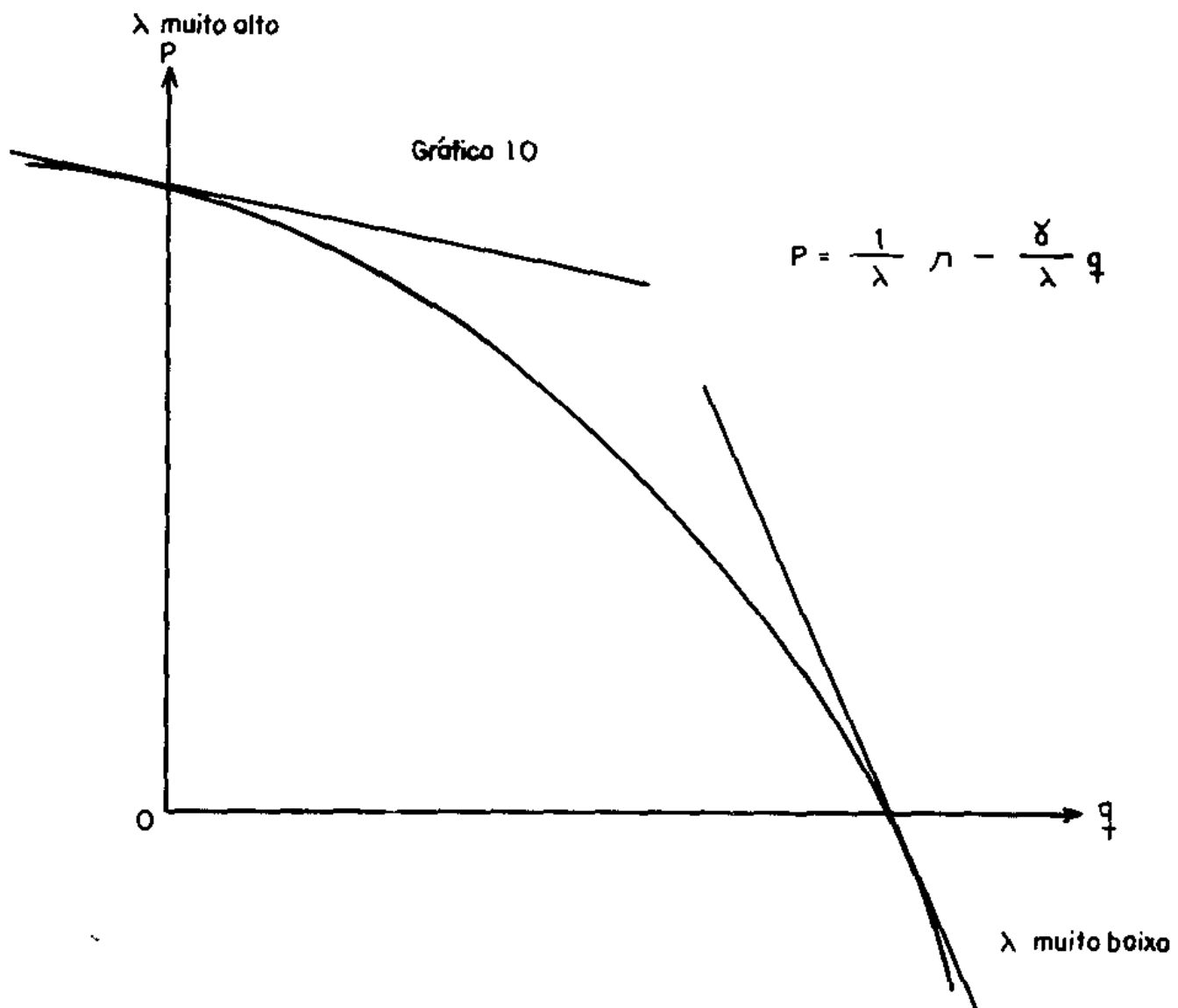
masse do limite superior de 1, elevadíssimas quantidades de L seriam requeridas”(17)

Então, traçando-se uma curva do “trade off” entre p e q, ela será da seguinte forma: (Ver gráfico no. 10).

A redução proporcional do custo pode ser escrita como:

$$r = \lambda p + \gamma q$$

$$p = \frac{1}{\lambda} r - \frac{\gamma}{\lambda} q$$



(17) Kennedy, op. cit. (idem).

$$\text{Então: } \frac{dp}{dq} = - \frac{\gamma}{\lambda}$$

Se a proporção do custo total atribuída a Trabalho (λ) é grande em relação à proporção atribuída a Capital (γ), então a redução proporcional em trabalho (p) é grande em relação à redução proporcional em Capital (q). Isso implica a existência de um viés induzido poupador de Trabalho no Progresso Tecnológico.

3.6. Distribuição no Modelo de Kennedy

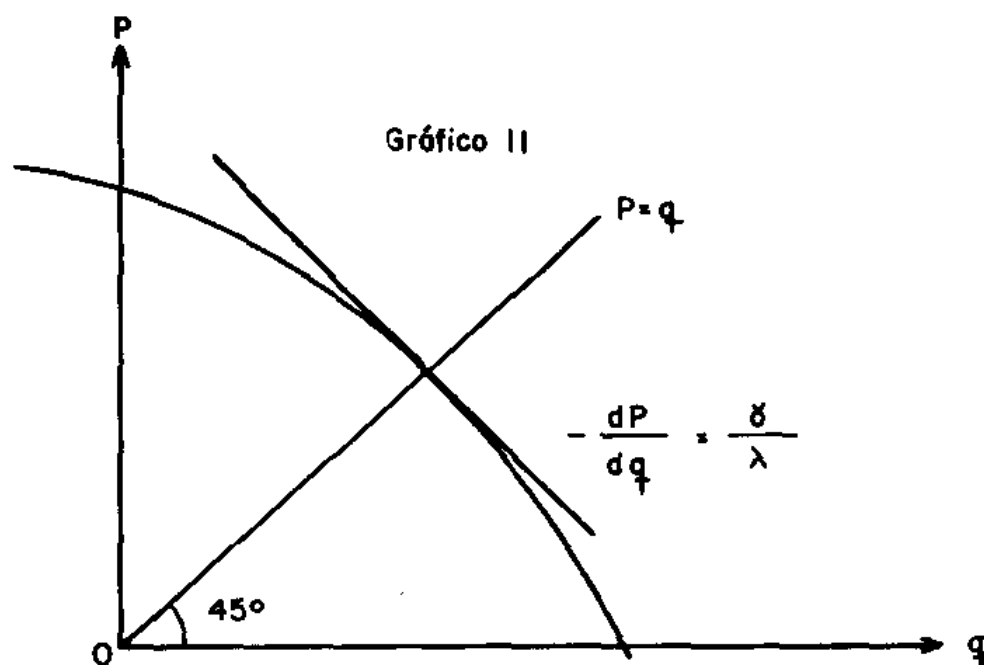
O modelo de Kennedy permite concluir que um viés na inovação tecnológica em qualquer período vai mudar as participações relativas de fatores (λ, γ) no período seguinte.

Por exemplo:

Se $p > q$, o progresso técnico é poupador de L, causador de diminuição relativa em λ (e acréscimo em γ) e, portanto, aumentador da relação $\frac{\gamma}{\lambda}$. Como $\frac{\gamma}{\lambda} = - \frac{dp}{dq}$, então o progresso técnico modifica a inclinação de equilíbrio de $p = f(q)$ no período seguinte.

A recíproca para $q > p$ é verdadeira.

Supondo-se iguais, num dado período, as características da fronteira de possibilidades de produção, conclui-se da análise acima que, quando $p = q$, ter-se-ão λ e γ estabelecidos, ou seja, haverá progresso técnico neutro e participação constante de fatores. Além do mais o equilíbrio é estável, ou seja, para qualquer $p \neq q$ deduz-se da análise anterior que haverá uma tendência de equilibrar p e q .



3.7. Progresso Técnico no Setor de Bens de Capital, no Modelo de Kennedy.

Nos itens 4.5 e 4.6 supôs-se a existência de progresso técnico apenas no setor de consumo. Agora, relaxa-se essa suposição e admite-se progresso técnico no setor de bens de capital.

Neste caso, a condição de equilíbrio $p = q$ não mais é verdadeira, porque os custos unitários de produção de bens de capital estar-se-ão reduzindo continuamente, acarretando redução em γ , ou seja, na participação dos custos de capital nos custos totais.

Seja:

$s = a$: redução proporcional nos custos de produção de bens de capital.

Então:

$p = q + s$ será a nova condição de equilíbrio no Setor Consumo.

Para $p > q$ tem-se $-\frac{dp}{dq}$ menor, implicando que, com progresso técnico no setor de bens de capital, a participação λ de L na renda é maior do que no caso de progresso técnico apenas no setor de consumo.

A redução proporcional no custo unitário agora é:

$$r = \lambda p + \gamma(q + s)$$

No caso do modelo de um setor, tem-se que

$$r = s \text{ e, portanto,}$$

$$r = \lambda p + \gamma(q + r), \text{ e}$$

$$p = r$$

Resolvendo:

$$r = \lambda(q + r) + \gamma(q + r)$$

$$r = (q + r)(\lambda + \gamma)$$

Como: $\lambda + \gamma \equiv 1$, segue-se

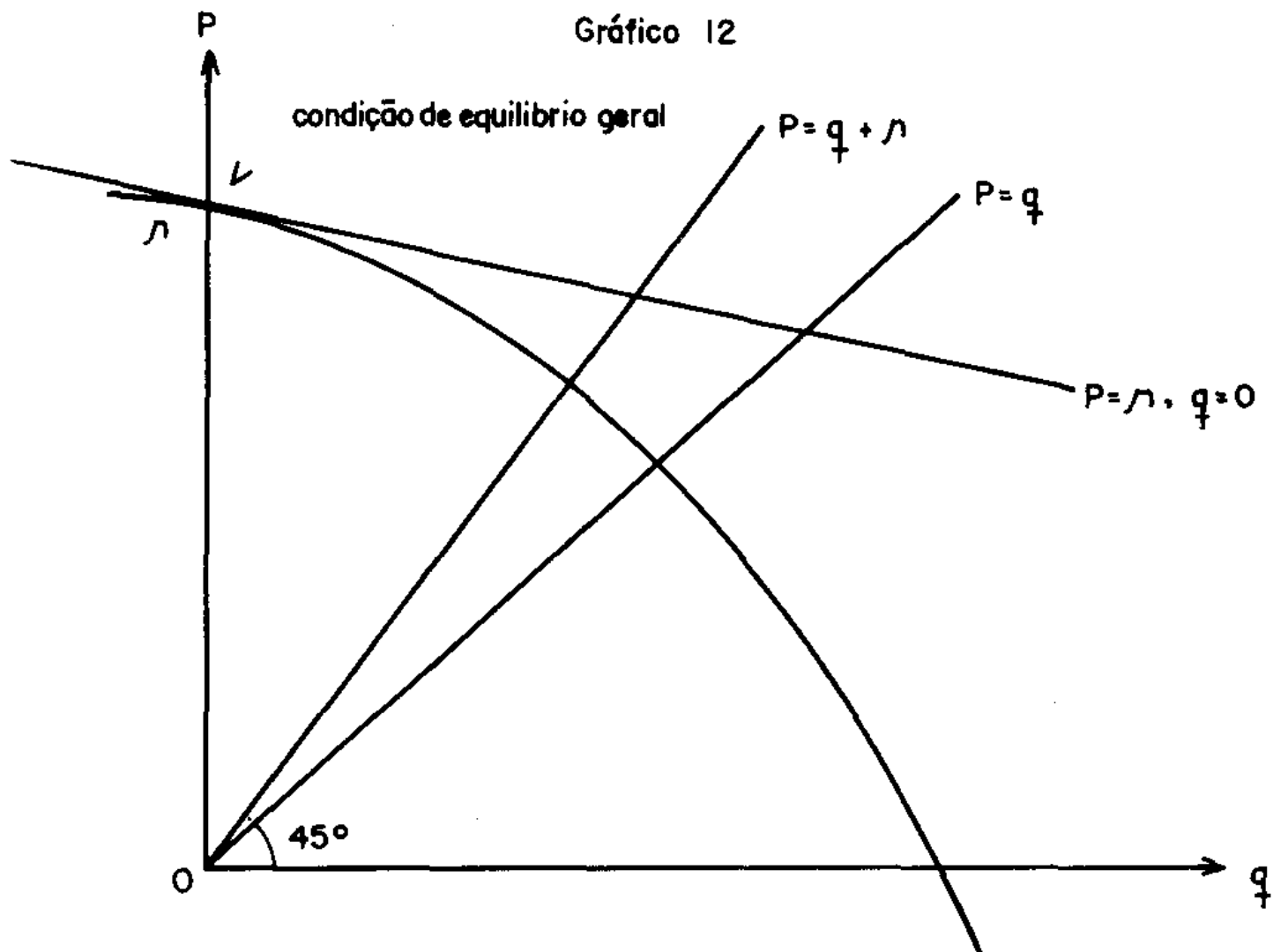
$$q = 0$$

$$p = r$$

Em palavras: no modelo de um setor, o equilíbrio requer que a redução proporcional nos custos de capital por unidade de produto seja nula, resultando isso na constância da relação capital/produto. Por sua vez, uma relação capital/produto constante e uma taxa de juros constante implicam a existência de progresso técnico neutro no sentido de Harrod, que por sua vez implica constância nas participações relativas do Trabalho (λ) e Capital (γ). (Ver gráfico no. 12).

3.8. Algumas Observações Adicionais sobre o Modelo de Kennedy.

Uma característica do modelo de Kennedy é que seus resultados independem de preços relativos de fatores ($\frac{w}{r}$). Essa característica é uma consequência de definição em termos relativos dada por Kennedy à "Fronteira de Possibilidades de Produção", ou seja: "a proporção de um fator que poderia ser poupada em relação à proporção poupada de outro fator".



Fazendo a mesma definição em termos absolutos, Ahmad⁽¹⁸⁾ (cuja análise não será reproduzida aqui) chega ao resultado de que preços de fatores determinam sua poupança relativa; e, quanto maior w , maior a tendência para poupar L .

Ferguson⁽¹⁹⁾ considera que o mundo de Kennedy, sob as hipóteses em que se baseia, "é uma alternativa logicamente válida à teoria neoclássica". No entanto, segundo Ferguson, os resultados neoclássicos são obtidos no modelo de Kennedy, quando se abandona a hipótese de não-especificação da função de produção, ou seja, quando a especificação da função é explicitada.

IV. Outras Considerações sobre Progresso Técnico.

Antes de tentar uma rápida apreciação crítica da Teoria de Progresso Técnico acima resumida, seria relevante mencionar, pelo menos de passagem, 2 tópicos que têm recebido atenção na literatura.

Um é o conceito de "aprender fazendo", desenvolvido por Arrow⁽²⁰⁾. A idéia é que a experiência conduz ao aprendizado. Como colocam Hahn e Mathews⁽²¹⁾: "melhorias nas técnicas se tornam disponíveis não da passagem do tempo como tal, mas da familiaridade com os problemas envolvidos". Nesse sentido, quanto maior a produção maior a experiência conseguida e maiores as possibilidades de aprendizado.

Outro conceito é o de modelos de safra ("vintage models"), que levam em conta capital heterogêneo (não-maleável), distinguidos entre si pelo ano da safra. O progresso técnico vem incorporado em cada safra. Uma máquina produzida em um ano é diferente de outra produzida em outro ano. Desse tipo de modelo pode-se dizer que é mais realista do que os de capital homogêneo. Pode-se considerar que o conhecimento embutido em cada safra leva algum tempo para ser assimilado pelos trabalhadores, o que é feito em boa parte com a experiência no próprio trabalho.

Pode-se, ainda, abandonar os modelos de progresso técnico como maná caído do céu, e considerar que o desenvolvimento de novas tecnologias envolve um custo de pesquisa muitas vezes considerável e em grande parte concentrado em grandes empresas. Entre diversos tipos de conseqüências que isso sugere, pretende-se aqui destacar que, se não se pode impedir que o progresso técnico resultante, incorpo-

(18) S. Ahmad, "On The Theory of Induced Invention", *Econ. Journal*, LXXVI, p. 344.

(19) E.E. Ferguson, *op. cit.*, p. 349.

(20) Arrow, K.J., "The Economic Implications of Learning by Doing", *Rev. of Econ. Studies*, vol. 29, 1962.

(21) F.H. Hahn e R.C. O. Mathews, "Growth and Technical Progress: a Survey", in *Sen. A.*, p. 388, *op. cit.*

rado em bens de capital, seja apreendido por trabalhadores e por outros capitalistas, então o benefício privado do progresso técnico é menor do que o benefício social.

Finalmente, mencionar-se-ia algo sobre a estimação econométrica de modelos com o objetivo de medir a contribuição do progresso técnico para o crescimento do produto. A idéia é que se pode separar os efeitos de progresso técnico dos de acumulação de capital. Considera-se:

1. crescimento geral do produto (observado);
2. parcela de aumento no produto proveniente da participação de K e L (obtida pela multiplicação de K observado por "r" e de L observado por "w", supondo-se equilíbrio de competição perfeita, isto é,

$$\frac{PMg_L}{PM_K} = \frac{w}{r}).$$

O resíduo dado por (1) menos (2) considera-se como sendo a contribuição do progresso técnico ao crescimento do produto. Contudo, sendo resíduo, não deveria ser atribuído apenas a progresso técnico, mas a todas as possíveis causas que possam influenciar no crescimento do produto, como por exemplo, nível de educação. Na verdade, os autores divergem quanto a esse assunto⁽²²⁾.

SEGUNDA PARTE

V. *Apreciação Crítica dos Modelos e Aplicação a Países Subdesenvolvidos.*

Os modelos de crescimento e de progresso técnico foram desenvolvidos em países industrializados, sobretudo nos Estados Unidos e na Inglaterra, e conseqüentemente as suas hipóteses (e logicamente seus resultados) se aplicam primariamente às condições desses países. No entanto, mesmo em seu "habitat" original, esses modelos têm sido alvo de críticas, basicamente, por adotarem, muitas vezes, hipóteses que são muito restritivas, como por exemplo, a função de produção bem comportada e a remuneração dos fatores segundo suas produtividades marginais em competição perfeita e a homogeneidade de grau 1 das funções de produção. Tentativas houve de relaxar algumas dessas hipóteses. Viu-se anteriormente que Kennedy⁽²³⁾ não precisou especificar sua função de produção (mas trabalhou com

(22) Ver, p. ex.: Z. Griliches, "The Sources of Measured Productivity Growth: United States Agriculture 1940-60", in J.P.E., pg. 1963;

e E. Denison, "United States Economic Growth", *Journal of Business*, abril 62.

(23) Kennedy, op. cit.

condições de competição perfeita), enquanto, por exemplo, Kaldor⁽²⁴⁾ nem mesmo fez uso da função de produção, substituindo-a por outra de progresso técnico. As possibilidades de obtenção de resultados a partir de trabalhos empíricos são, como se viu, limitadas — sem mencionar o problema da medida do Capital, que, se em teoria teve um grande avanço com o trabalho de Joan Robinson e Champernownl⁽²⁵⁾, na prática continua sendo medido em termos de investimento, traduzido em valores monetários (que são deflacionados pelo índice geral de preços e, portanto, podem variar com mudanças nos preços relativos de bens de capital e bens de consumo).

Evidentemente que a aplicação dessa teoria aos países em desenvolvimento deve sofrer ainda maiores qualificações. Continuam válidas as críticas que são feitas no caso dos países desenvolvidos, e mais outras como:

a. desemprego estrutural: os modelos supõem pleno emprego (é interessante notar que o conceito de elasticidade de substituição, por exemplo, torna-se sem sentido nesse caso, podendo ser infinito. É ainda mais interessante que, em estudos econométricos, sejam encontrados valores finitos e “coerentes” com a teoria);

b. falta de autonomia no desenvolvimento e adoção de tecnologia: os países em vias de desenvolvimento são dependentes tecnologicamente dos países desenvolvidos, deles comprando tecnologia que geralmente vem incorporada nas máquinas, e que foi desenvolvida levando em conta a dotação de fatores dos países desenvolvidos;

c. ligado ao item anterior — as subsidiárias de empresas multinacionais nos países em vias de desenvolvimento preferem adotar a tecnologia desenvolvida na matriz (geralmente “já paga”) e não fazem esforços de criação de tecnologia nos países que as adotam;

d. há, nos países em desenvolvimento, escassez de recursos financeiros e humanos para alocação em pesquisas tecnológicas; por outro lado, os efeitos do “learning by doing” são menores porque o produto é relativamente menor e muitas vezes não há condição, informação ou motivação para assimilar o progresso técnico incorporado⁽²⁶⁾.

(24) N. Kaldor, “Capital Accumulation and Economic Growth”, in F.A. Lutz e D.C. Hague, (eds), “The Theory of Capital, MacMillan, 1961.

(25) Ver p. ex.: W. Baer, “Tecnologia, Emprego e Desenvolvimento: Resultados Empíricos”, PPE, vol. 6, abril 76, no. 1.

D. Goodman, J. Sena, R. Cavalcanti de Albuquerque, “Os Incentivos Financeiros à Industrialização do Nordeste e a Escolha de Tecnologia”, PPE, vol. 1, dez. 71, no. 2.

(26) A exceção notável é o caso do Japão, que, talvez graças à cultura e alto nível de educação, conseguiu não só assimilar como desenvolver “para a frente” a tecnologia comprada dos países mais desenvolvidos.

Uma conseqüência de tudo isso é que a adoção de novas tecnologias pelos países desenvolvidos pouco tem a ver com sua dotação relativa de fatores, sobretudo no que se refere ao setor moderno dessas economias (que na verdade são os promotores da adoção de mudanças tecnológicas). No máximo pode-se dizer que a possibilidade de usar técnicas mais intensivas de Trabalho se restringe a serviços auxiliares das empresas, já que o processo de produção propriamente é um dado da tecnologia adquirida. Poder-se-ia argumentar que, *ex-ante*, as empresas teriam possibilidades de escolher entre várias alternativas de combinação de capital e trabalho (algo como o modelo "putty-clay" de Phelps⁽²⁷⁾). No entanto, a escolha *ex-ante* geralmente se condiciona às tecnologias presentemente em uso nos países desenvolvidos, cujas máquinas estão sendo produzidas, que muitas vezes condicionam o nível de informação e de conhecimentos tecnológicos que são colocados à disposição dos empresários dos países em vias de desenvolvimento. O processo de aprendizagem sobre a tecnologia comprada passa a ter menor relevância porque as condições de adaptação tecnológica são adversas e o equipamento, ao ficar obsoleto, geralmente será substituído pela nova safra desenvolvida no exterior. E dessa nova safra, mais intensiva de capital ou automatizada (poupadora de trabalho), os equipamentos mais modernos serão adquiridos. Isso é reforçado pela estrutura de consumo de bens industriais dos países subdesenvolvidos, que, em face da concentração na distribuição de renda, tende a imitar aquela dos países desenvolvidos.

Distorções nos preços relativos de fatores que não correspondem às respectivas escassezes relativas, também podem ser apontadas como causadoras de viés para a escolha de tecnologias que não se adaptam à dotação de Capital, Terra e Trabalho. Mesmo se se supõe, apesar das limitações que se faz a esse tipo de análise, que há substituição perfeita entre fatores, ainda assim técnicas intensivas de capital seriam adotadas porque os custos relativos do trabalho não representam seus verdadeiros custos de oportunidade. Embora estudos como o de Goodman, Cavalcante e Sena⁽²⁸⁾, além de outros mencionados por Baer⁽²⁹⁾ confirmem hipóteses desse tipo, acredita-se que os resultados por eles obtidos se devem mais ao instrumental utilizado (como, por exemplo, funções de produção C.E.S. e suas hipóteses subjacentes) do que à realidade que pretendem explicar. Com efeito, como salienta Baer⁽²⁹⁾, referindo-se aos estudos de Bhalla⁽³⁰⁾, sobre resultados obtidos a partir de estudos de caso: "Esta orientação" (de tentar compreender o funcionamento do mundo real) "apresentou o gratificante resultado de enriquecer nosso conhecimento sobre a operação do sistema produtivo, mas, ensejou também uma frustração, porquanto

(27) Phelps, E.S. — "Substitution, Fixed Proportions, Growth and Distribution", *Intern. Econ. Review*, vol. 4, 1963.

(28) D. Goodman, J. Sena, R. Cavalcanti de Albuquerque, *op. cit.*

(29) W. Baer, *op. cit.*, p. 214.

(30) A.S. Bhalla (ed.), "Technology and Employment in Industry", International Labor office, Genebra, 1975.

leva-nos à conclusão de que são simplesmente ambíguas as respostas a perguntas simples”⁽³¹⁾.

Na verdade, não se precisaria da suposição de “distorções” no mercado de fatores para garantir a existência de subemprego e desemprego. Seguindo uma linha de raciocínio keynesiana, pode-se admitir o **desemprego de mão-de-obra não como uma consequência de salários artificialmente altos (por causa de salário mínimo ou encargos sociais sobre a folha de salários)**, mas sim como consequência de falta de investimentos, motivada ou por expectativas pessimistas ou por escassez de oportunidades de investimento ou por falta de informação ou mesmo de espírito empresarial.

Resumindo, pode-se afirmar que a aplicação de Teoria do Progresso Técnico a países em desenvolvimento apresenta uma gama de problemas que vai desde restrições mais comuns a nível teórico (e também prático), como problemas de medida de capital, problemas de estimação de progresso técnico e “imperfeições de mercado”, até outros mais específicos de países subdesenvolvidos. Entre estes, citam-se as relações de dependência com os países industrializados, as características de transferência tecnológica (progresso técnico incorporado a equipamentos e máquinas da última safra), distribuição concentrada da renda e tamanho reduzido da produção (e do mercado). Viu-se também que há “distorções” nos preços relativos dos fatores e que as possibilidades de substituição são limitadas.

Esses fatores certamente ajudam a explicar por que a tecnologia da economia não é adaptada à dotação relativa de fatores.

Considere-se, por exemplo, o caso de um novo empreendimento num país subdesenvolvido. Algumas indicações gerais de mercado, como a pauta de importações, fornecem algumas idéias sobre possíveis bens que poderiam ser produzidos. A primeira escolha do empresário será, portanto, a escolha do produto. Suponha-se que o estudo de mercado indique que as condições de demanda são favoráveis segundo os dados (renda, preços) considerados. A partir daqui, o empresário pode partir para definir a parte técnica (no sentido de engenharia) do projeto. O problema agora é saber se, para ele, a tecnologia será um dado; se ele terá algumas alternativas ou terá muitas alternativas variando segundo a intensidade de uso de Capital e Trabalho (ou seja, se sua isoquanta tem uma quina, várias quinas ou é contínua; se é que se pode, num contexto empírico, falar em isoquanta). É claro que o número de alternativas tecnológicas pode variar conforme o bem a ser produzido. Há alguns bens para os quais sabidamente existem poucos processos tecnológicos, como o cimento, produtos petroquímicos e siderúrgicos, todos eles intensivos de capital. E outros para os quais pode haver maior combinação de fatores, como calçados.

Um ponto que se coloca é saber se os empresários do país subdesenvolvido se defrontam com todas as possibilidades tecnológicas para a produção de um dado bem. A hipótese aqui apresentada é negativa, no sentido de que há um custo para obtenção de informação e análise de todas essas alternativas e, ainda que isso seja possível, há limitação de recursos humanos para analisá-las e compará-las. Geralmente o empresário consegue informação mais facilmente sobre equipamentos e processos desenvolvidos em países industrializados e que estão sendo utilizados nesses países e em outras partes do mundo ⁽³¹⁾. Por outro lado, as exigências quanto à qualidade e padronização de produtos são um incentivo para utilização de máquinas mais modernas que trazem incorporadas em si os desenvolvimentos tecnológicos mais recentes. Sob esse ponto de vista, pode-se dizer que a escolha tecnológica por empresários de países subdesenvolvidos é limitada a poucas alternativas. O problema agora é saber se, com o aprendizado e melhor conhecimento do ramo, à medida que o tempo passa, não poderia haver uma mudança na escolha de tecnologia. Deve-se considerar no entanto que o empresário já está, por alguns anos, comprometido com uma dada tecnologia, e é muito provável que seu aprendizado se faça principalmente em função da tecnologia que adotou. O que há de pior nessa situação é que, em geral, o aprendizado se traduz apenas em termos de melhor conhecimento da tecnologia adotada, não implicando que, a partir daí, sejam feitos esforços para adaptar e desenvolver tecnologia própria. O que ocorre é que, finda a vida útil do equipamento, ele é substituído por outro de nova safra e com nova tecnologia incorporada. Pode-se arriscar a afirmativa de que esse problema é tanto mais grave quanto menor o nível de desenvolvimento industrial do país absorvedor de tecnologia, especialmente da sua indústria de bens de capital, e quanto menor o nível de instrução da população, ou seja, quanto maior o grau de subdesenvolvimento. Em qualquer caso, a matriz de progresso tecnológico continua nos países do centro.

Voltando novamente ao problema inicial, suponha-se que o empresário tenha escolhido uma determinada tecnologia que será implantada em seu projeto. O que se pode argumentar, com razão, é que mesmo sendo dado o processo de produção principal, há possibilidades de substituição de fatores em atividades auxiliares na fábrica. Nesse sentido, tanto se pode economizar nos custos de inversões fixas (p. ex.: edifício e instalações mais simples), como se pode usar relativamente menos capital em atividades como transporte de matérias-primas e produtos, no serviço de embalagens, controle, almoxarifado, etc ⁽³²⁾. Então, mesmo que o processo princi-

(31) Uma das recomendações mais comuns, para enfrentar a deficiência de informações, é a da criação de centros de informação tecnológica, com vistas a fornecer informações sobre tecnologia em geral e, em especial, sobre aquelas mais adequadas à dotação dos fatores do país em questão. Ver. p. ex.: Sherwood Fawcett, "La Adaptación de Tecnología como Medio de Alentar el Desarrollo Económico", in *El Proceso de Industrialización en América Latina*, BID, 1969.

(32) No Brasil, as subsidiárias de empresas estrangeiras chegam a usar 3 a 4 vezes mais trabalho por unidade de produto do que em suas matrizes, mas atribuem isso a menor escala de operações no Brasil. Ver Samuel A. Morley e Gordon W. Smith, "The Choice of Technology: Multinational Firms in Brazil", in *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 25 no. 2 Janeiro 77, pp. 239-264.

pal de produção seja dado, há algumas oportunidades de substituição de capital por trabalho em atividades auxiliares. Com relação ao processo de produção principal, a relação capital-trabalho vai depender, *ex-post*, da intensidade de utilização das máquinas e equipamentos (número de turnos de trabalho). Mesmo permitindo-se certo grau de substituição de fatores, e mesmo admitindo-se que sejam escolhidos, *ex-ante*, aquelas técnicas mais utilizadoras de mão-de-obra, ainda assim é discutível se elas seriam capazes de permitir o pleno emprego do fator trabalho porque as oportunidades de substituição, mesmo existindo, são limitadas e, de qualquer forma, regidas pela tecnologia do processo principal. O processo principal, por sua vez, é voltado para a produção de determinado bem, desenvolvido tecnologicamente alhures, e voltado em última hipótese para atender a uma demanda característica de países avançados, por causa da estrutura de distribuição de renda e de poder de compra que impede a produção de bens adaptados às necessidades da população como um todo. A escolha tecnológica, então, é limitada pela escolha do produto, que por sua vez é determinada pelo perfil da demanda.

TERCEIRA PARTE

VI. O Caso do Nordeste do Brasil

Uma das principais diretrizes que nortearam a busca de soluções para o problema de disparidades regionais entre as Regiões Nordeste e Centro Sul do Brasil foi o desenvolvimento de uma política de industrialização que, associada a outras políticas, como a expansão da fronteira agrícola, absorvesse a mão-de-obra excedente liberada pela agricultura e que tendia a aglomerar-se junto aos centros urbanos⁽³³⁾.

Para implementação dessa política, executada, no caso do Nordeste, pela SUDENE e pelo BNB, foi criado um engenhoso sistema de incentivos fiscais e de empréstimos subsidiados⁽³⁴⁾, cujo resultado principal foi o de baratear relativamente o fator capital, incentivando a implantação e modernização de indústrias naquela região⁽³⁵⁾. Ao lado disso, pesados encargos são cobrados sobre o uso do fator trabalho em todo o País, encarecendo-o em relação ao capital⁽³⁶⁾.

(33) Ver: GTDN, "Uma Política de Desenvolvimento Econômico para o Nordeste", SUDENE, 2a. edição, 1967.

(34) Até final da década dos 60 o BNB não cobrava mais do que 14% de juros e comissões sobre financiamentos industriais, sem correção monetária, implicando juros reais fortemente negativos.

(35) Posteriormente esse esquema foi estendido à Amazônia e às atividades setoriais em todo o território nacional, como pesca e turismo.

(36) Ver, p. ex.: Edmar Lisboa Bacha, Milton de Mata e Rui Lyrio Modenesi, "Encargos Trabalhistas e Absorção de Mão-de-Obra", Rel. Pesquisa no. 12. IPEA, 1972.

A execução dessa política tem sofrido críticas tanto nos meios acadêmicos como da imprensa e de leigos. A idéia é que, ao se favorecer a utilização de tecnologia intensiva de capital, era de se esperar, como de fato ocorreu, que a absorção de mão-de-obra se desse aquém do necessário para minorar o problema do desemprego e do subemprego no Nordeste. Deveriam ter sido criados incentivos ao uso da mão-de-obra, e não do capital, para favorecer maior utilização do fator trabalho.

6.1. Alguns Dados Empíricos

Apresentam-se, a seguir, os dados relativos a investimentos e criação de empregos no Nordeste, no período 1960/1975.

NORDESTE
Projetos Aprovados pela SUDENE – 1960/1975

Estados	Empregos Criados	Número de Projetos	Investimento Total	Valor Cf.	Investimento Por Emprego
			Cr\$ 1.000 de 1975		
Maranhão	2.311	17	715.131	270.484	309
Piauí	1.443	15	444.294	236.461	308
Ceará	32.065	176	4.217.950	2.468.537	131
R. G. Norte	19.146	70	4.220.185	2.114.213	221
Paraíba	16.775	118	3.791.975	1.540.754	226
Pernambuco	61.929	326	14.996.284	7.162.144	242
Alagoas	4.495	27	1.738.835	969.202	386
Sergipe	3.918	33	769.894	399.956	196
Bahia	45.487	233	28.821.494	11.999.086	633
Nordeste	187.569	1.015	59.716.042	27.160.797	318

Fonte: Humberto Abel Vilar Ribeiro, "Projetos Industriais Aprovados pela SUDENE", Tabela I, in *Revista Econômica do Nordeste*, v. 7, n. 2, abril/junho/76, p. 315, BNB, Fortaleza.

A última coluna da tabela anterior apresenta a relação investimento total/mão-de-obra, ou custo de criação de um emprego, que, com algumas qualificações, pode ser usada como "proxy" para a relação Capital/Trabalho⁽³⁷⁾. A tabela não permite comparações com o resto do País, mas apenas dentro da Região⁽³⁸⁾. Observa-se uma grande variação no custo de emprego entre os vários Estados, que na Bahia é cerca de 5 vezes superior ao dado para o Ceará. Sabe-se que, na Bahia, predominam projetos de produtos intermediários petroquímicos, e no Ceará projetos de produtos de consumo final, como confecções. A média para o Nordeste como um todo sofre grande influência da participação da Bahia, cujo Investimento total representa 44% do Regional, absorvendo apenas 24% do emprego. Talvez se possa afirmar que as indústrias de produtos intermediários geram mais empregos indiretamente em relação às indústrias de produtos finais, e que o parque industrial de produtos intermediários ainda não entrou em funcionamento e, portanto, ainda não teve condições de gerar empregos indiretos para trás e para a frente. Pode-se fazer duas considerações: a) para cada projeto em particular, é lícito calcular o efeito de emprego indireto, sem maiores considerações adicionais; para a região como um todo, a inter-relação entre os projetos já inclui efeitos de um sobre outros na criação de empregos; b) pode haver "vazamentos" nos efeitos indiretos para outras regiões do País e, até, para o Exterior.

Na verdade, uma conclusão que se pode tirar da tabela anterior é que a geração de empregos diretos muito pouco representou para a absorção da força de trabalho desempregada do Nordeste urbano, que o GTDN estimou, em 1959, estar por volta de 500.000 pessoas⁽³⁹⁾, e que hoje certamente é maior⁽⁴⁰⁾. Evidentemente que estes dados são apenas de empregos diretos, mas, pela consideração que se fez, talvez não seja possível esperar um multiplicador de emprego indireto sobre emprego direto que seja especialmente alto⁽⁴¹⁾. Por outro lado, deve-se esperar que

(37) Na verdade, são várias qualificações:

- a. problemas de medida de capital; a medida em cruzeiros pode variar em função de variações de preços relativos (inclusive superfaturamento de equipamentos).
- b. A rigor não se pode dizer que $I_t = A K$, porque há custos incluídos no Investimento total que não se traduzem em aumento do estoque de capital. Em particular, o Investimento total inclui, além de parcela referente a Inversão Fixa, o que o BNB chama de Investimento Financeiro, para o financiamento do capital de giro permanente, que por sua vez inclui uma parcela para pagamento de mão-de-obra. Ao comparar os dados do Nordeste com relação ao resto do Brasil é preciso lembrar que, por exemplo, o BNDE só leva em conta o Investimento Fixo, o que acarreta um viés no sentido de reduzir (ficticiamente) o custo de emprego no Centro-Sul em relação ao Nordeste.

(38) Mesmo que se disponha de dados de outras regiões por comparar, algumas qualificações precisam ser feitas (Ver p. ex.: letra b, acima).

(39) David Edwin Goodman e Roberto Cavalcanti de Albuquerque, "Incentivos à Industrialização e Desenvolvimento do Nordeste", IPEA, 1974 (Rel. Pesq. no. 20), pp. 247 a 268.

(40) GTDN, op. cit., p. 12.

(41) Cerca de 1.300.000 pessoas em 1970, segundo "Perspectivas de Desenvolvimento do Nordeste até 1980: Crescimento Demográfico e Emprego", BNB, 1971, p. 178.

a criação de empregos indiretos requeira investimentos adicionais, aumentando as necessidades de capital na região (embora se possa supor, para esses investimentos, um menor custo de criação de emprego).

Antes de tentar outras considerações adicionais sobre absorção de mão-de-obra nas indústrias do Nordeste, apresentar-se-ão alguns indicadores calculados por Goodman e Cavalcanti⁽⁴²⁾. Esses autores calcularam relações incrementais, capital/produto e capital/trabalho, por setor industrial, utilizando dados de projetos aprovados pela SUDENE na década de sessenta⁽⁴³⁾. A relação incremental Capital/Produto (RICP) média para a região como um todo foi calculada em 2,53 com grande variação setorial (ex.: 3,91 para a Indústria Química; 3,81 para metalúrgica; 0,76 para vestuário e calçados).

A relação Capital/Trabalho também apresentou grande variação. A média, a preços de 1969, foi de Cr\$ 60.185,00 (US\$ 14,857.00). Setorialmente, na Indústria Química a relação foi de Cr\$ 103.484,00; na de vestuário e calçados foi de Cr\$ 13.227,00. Goodman e Cavalcanti concluem que, "a despeito da falta de dados comparáveis com a indústria de outras regiões do Brasil, essa revisão das relações capital/produto e capital/trabalho dá ênfase à natureza altamente intensiva de capital dos projetos do 34/18"⁽⁴⁴⁾. Eles sugerem que "a escolha de técnicas intensivas de capital surge de distorções introduzidas por via política nos preços relativos dos fatores no Nordeste e não na busca de atualização tecnológica como um fim em si mesma"⁽⁴⁵⁾.

Goodman e Cavalcanti apresentam, ainda, dados sobre produtividade do trabalho, salários médios, participação do salário no valor adicionado e relação produtividade/salário médio, comparando os dados dos novos projetos industriais do Nordeste com os da indústria de São Paulo nos anos de 1966 e 1969⁽⁴⁶⁾. Seria enfadonho reproduzir aqui os dados tabelados por esses autores⁽⁴⁷⁾. A conclusão a que eles chegam é que "a intensidade de mão-de-obra em várias indústrias é relativa-

(42) Pode-se no entanto contra-argumentar que a alta participação de investimento em projetos de indústrias produtoras de bens intermediários (69,1% segundo Humberto A. V. Ribeiro, op. cit. pág. 289) pode acarretar um elevado multiplicador de emprego.

(43) Para o cálculo da Relação Incremental Capital/Produto, os dados relativos a Capital são medidos em termos de adições líquidas para capital fixo, exclusive terra. O produto é medido pelo Valor Agregado líquido, a preços constantes. Já para o cálculo da relação Capital/Trabalho, tomou-se o Investimento total dividido pelo número de empregos (Ver considerações anteriores sobre medida de capital - Nota 1, p. 33 e texto).

(44) Goodman e Cavalcanti, op. cit. p. 254.

(45) Idem, ibidem, p. 255.

(46) Idem, ibidem, p. 257.

(47) Idem, ibidem, pp. 259-260, 262-3, 265-6, 268.

mente menor nos projetos do 34/18 do que nos estabelecimentos industriais de São Paulo que empregam 20 ou mais trabalhadores”⁽⁴⁸⁾. Concluem também que o nível tecnológico usado nos projetos aprovados pela SUDENE “está bastante acima do padrão das empresas previamente estabelecidas no Nordeste”⁽⁴⁹⁾.

Na verdade, essas últimas conclusões de Goodman e Cavalcanti não chegam a constituir surpresa, podendo mesmo ser esperadas do fato de que o progresso tecnológico vem embutido nas máquinas da última safra, adquiridas pelas empresas do Nordeste ou do Sul. Com efeito, eles comparam dados de projetos, supostamente atualizados com relação à tecnologia da última safra, com dados de projetos já em funcionamento em anos anteriores em São Paulo e no próprio Nordeste. A rigor, a comparação deveria ser feita também com projetos aprovados pelo BNDE ou pelo BADESP, e não com empreendimentos já em funcionamento com tecnologia incorporada em máquinas de safras anteriores. Isso talvez possa explicar a diferença na participação do salário no valor adicionado entre o Nordeste (0,25) e São Paulo (0,27)⁽⁵⁰⁾.

6.2. Tentativa de Interpretação e Crítica

De modo geral, os trabalhos sobre a industrialização do Nordeste não podem fugir à constatação de que o fator capital foi utilizado intensivamente e a absorção de mão-de-obra foi relativamente baixa. Em especial, a existência de mão-de-obra mais barata não se constituiu em incentivo suficiente para que ela fosse usada de forma mais intensiva, mesmo porque, em termos relativos, os incentivos fiscais aplicados ao fator capital tornaram este fator ainda mais barato.

6.2.1. Existência de Alternativas Tecnológicas

A interpretação usual, de acordo com os postulados da Teoria Econômica Neoclássica, admite que existe substituição entre os fatores de produção, e que as firmas escolherão combinações de fatores que minimizam o custo total para um dado nível de produto. Nesse sentido será usado mais do fator que se tornar relativamente mais barato.

(48) Idem, *ibidem*, p. 261.

(49) Idem, *ibidem*, p. 267.

(50) Idem, *ibidem*, Tabela IX. 16, p. 260. Os dados relativos ao Nordeste referem-se a estimativas de projeto e os Salários foram corrigidos para torná-los comparáveis com os de São Paulo. A participação para o Nordeste, aos dados originais dos projetos, com níveis salariais vigentes nessa região, é de 0,17. Os dados de São Paulo referem-se a projetos em funcionamento em 1969. Alguns problemas para comparar esses dados foram referidos acima.

No caso do Nordeste, onde o fator capital foi altamente subsidiado, é natural que uma combinação de fatores onde o capital predominasse fosse a escolhida pelos empresários. A solução seria tentar-se modificar os preços relativos dos fatores, reduzindo o custo do trabalho em relação ao do capital. Essa é a posição mais usual, inclusive a adotada por Goodman e Cavalcanti⁽⁵¹⁾, e Goodman, Sena e Cavalcanti⁽⁵²⁾. Neste último trabalho os autores, com base em estudos econométricos com o uso de função de produção CES, encontraram evidência de existência de substituição entre fatores e, portanto, com possibilidades de ajustamento via preços relativos.

Algumas críticas a esse tipo de abordagem já foram feitas anteriormente no texto. Uma delas diz respeito ao próprio uso de funções CES, que apresentam muitas limitações. Outra refere-se à unidade de medida do fator capital. Em termos práticos, pode-se ainda fazer duas considerações: a) se o interesse da política é promover a implantação de indústrias do Nordeste, e se isso requer a transferência de investimentos e de capacidade empresarial de outras regiões; então, um incentivo real em termos de redução de custo do investimento inicial deve ser oferecido. Com efeito, o empresário é obrigado a comprar, *ex-ante*, todo o capital de que necessita, já que não existe *leasing* generalizado de capital. Já o trabalho é pago paralelamente à produção, requerendo imobilização de recursos muito menor; b) em termos privados, podemos supor que, entre duas técnicas igualmente eficientes, em termos econômicos, sendo uma capital-intensiva e outra trabalho-intensiva, o empresário escolherá aquela que é capital-intensiva, para prevenir-se de eventuais problemas com a legislação trabalhista ou com absenteísmo, enfermidades etc.

6.2.2. Inexistência de Alternativas Tecnológicas

Um outro tipo de interpretação é aquele mais ligado ao ponto de vista de Holanda⁽⁵³⁾.

Holanda questiona a possibilidade teórica e prática de utilização de técnicas intensivas de mão-de-obra, mesmo que o custo de oportunidade desta seja inferior ao custo de mercado. "Um exame mais aprofundado do assunto evidencia que as alternativas tecnológicas são limitadas, ou que a suposta tecnologia intensiva de

(51) Idem, *ibidem*.

(52) David E. Goodman, J. Sena e Roberto Cavalcanti de Albuquerque, *op. cit.*

(53) Nílson Holanda, "Tecnologia para o Nordeste: Mão-de-Obra ou Capital?" in *Revista Visão*, Suplemento Especial de 17/07/72. Também em Nílson Holanda, "Incentivos Fiscais—Desenvolvimento Regional". Banco do Nordeste do Brasil S/A, Fortaleza, 2a. edição, 1975.

mão-de-obra exige também muito capital ou tem efeitos negativos sobre a taxa de poupança, ou, finalmente, que existem limitações orçamentárias ou financeiras (quando o uso de técnicas intensivas de mão-de-obra implica a concessão de subsídios), problemas institucionais ou dificuldades práticas que restringem ou impossibilitam o uso de técnicas intensivas de mão-de-obra”⁽⁵⁴⁾. A inexistência de alternativas tecnológicas decorre do fato de que, “a rigor, somente tem sentido falar em alternativas quando eles são igualmente eficientes (em termos técnicos ou de engenharia)”⁽⁵⁵⁾. Por outro lado, mesmo que existissem alternativas, há impedimentos práticos com a “tendência dos empresários de se deixarem influenciar pelos critérios de engenharia, comprando máquinas pelo catálogo”⁽⁵⁶⁾, sem considerações com os aspectos macroeconômicos; por outro lado, “as decisões de investir não se realizam no vazio, mas guardam estreita relação com os investimentos já realizados, em termos de interdependência e complementaridade”⁽⁵⁷⁾. Em outras palavras, a escolha tecnológica é influenciada, e até certo ponto limitada, pela tecnologia predominante nas indústrias já instaladas.

No caso específico do Nordeste, lembra Holanda que o problema do desemprego e subemprego é muito mais grave do que pensam os que advogam a tese de que a industrialização poderia absorver todo o excedente de mão-de-obra desempregada. Há “uma profunda subestimação dos problemas do emprego e uma não menos grave superestimação da capacidade de o setor industrial contribuir para a solução desse problema”⁽⁵⁸⁾.

Uma interpretação bastante livre dessa corrente de pensamento será feita a seguir. A idéia é que a firma, para ter sucesso, isto é, para poder vender o seu produto, precisa ser competitiva tanto em termos de preços como de qualidade. Isso restringe sobremaneira as chances de escolha tecnológica pelo empresário. Para produzir um determinado produto, geralmente com alguma tradição no próprio mercado regional e/ou em mercados para onde a firma deseja exportar, só resta ao empresário escolher aquela tecnologia que já se encontra em uso em regiões mais avançadas. No caso de uma região como o Nordeste, a necessidade de produzir competitivamente *vis-à-vis* Centro-Sul do País é ainda maior pelo fato de que não existem barreiras alfandegárias internas ou barreiras de transporte significativas que garantam a reserva de mercado regional para empresas da região. Por outro lado, dado que o mercado regional é limitado, muitas vezes as empresas do Nordeste precisam competir no próprio Centro-Sul ou no Exterior. Uma outra razão para que sejam preservadas ou até aperfeiçoadas as características do produto, é que o even-

(54) Nílson Holanda, “Incentivos Fiscais e Desenvolvimento Regional”, “Tecnologia para o Nordeste: Mão-de-Obra ou Capital?” BNB, Fortaleza, 1975, p. 75.

(55) Idem, *ibidem*, p. 77.

(56) Idem, *ibidem*, p. 87.

(57) Idem, *ibidem*, p. 87.

(58) Idem, *ibidem*, p. 91.

tual lançamento de produtos modificados ou com qualidade diferente aumenta o grau de incerteza com relação ao sucesso do empreendimento e pode, no caso de fracasso, levar a ainda maior desperdício de Capital e nenhum aproveitamento de mão-de-obra.

6.3. Conclusão

É um fato incontestável, e até certo ponto esperado, que o programa de industrialização do Nordeste não foi capaz de absorver, ainda, o excedente de mão-de-obra urbana — e muito menos rural — da Região. Acredita-se que tanto o enfoque da existência de alternativas tecnológicas, isto é, substituição de fatores em função de variações em seus preços relativos, como o da inexistência de alternativas, discutidos acima, merecem alguns retoques. Deve prevalecer a simples e nem sempre observada sabedoria grega, segundo a qual a virtude está no meio. Com efeito, como se viu ao longo deste trabalho, foram feitas sérias restrições à hipótese de perfeita substituição entre os fatores e acredita-se que, com relação ao processo principal de produção, as alternativas existentes são realmente limitadas.

Tanto a intensidade como o número de alternativas tecnológicas variam de indústria para indústria. Em particular, a uma indústria como a petroquímica, que recebeu grande parte dos investimentos no Nordeste, não resta outra alternativa senão a opção altamente intensiva de capital.

No entanto, admite-se que, se existisse informação suficiente — e a escassez de informação tecnológica é vista como uma das grandes lacunas dos países subdesenvolvidos — o número de alternativas tecnológicas viáveis, *ex-ante*, seria maior. Além disso, sempre há a possibilidade de utilização mais intensiva de mão-de-obra em atividades auxiliares na firma. Na verdade, essa é uma possibilidade que não tem sido ignorada pelos empresários da Região.

Pode-se ainda considerar que o volume de emprego até agora criado no Nordeste não representa todo o impacto sobre a ocupação da mão-de-obra que seria de esperar do parque industrial implantado ou em implantação. Talvez seja lícito esperar que, numa primeira fase, o impacto da industrialização sobre o emprego realmente deva ser pequeno, porque as características de integração da economia industrial e de serviço da região ainda são tênues e o efeito de propagação de emprego é pequeno. Isso é reforçado pelo fato de que, nesta primeira fase, há muitos projetos de modernização de indústrias existentes, como é o caso da indústria têxtil do Nordeste, que, na verdade, acarretam uma redução líquida no emprego de mão-de-obra.

Numa segunda fase, quando o programa de modernização tiver-se completado

e o setor industrial tiver adquirido características de integração e auto-sustentação é possível que a criação de novos empregos se dê a passos bem mais rápidos. A experiência do Centro-Sul do Brasil nos últimos 20 anos parece confirmar esse tipo de abordagem.

ABSTRACT: One of the major socioeconomic problems which afflicts the Northeast of Brazil is the extremely high rate of under and unemployment, a situation traditionally aggravated by rural-urban migrations. According to neoclassical economic theory, surplus labor should result in labor-intensive, capital-saving industries, given the high capital/labor cost ratio. However, in the efforts to industrialize the Northeast, especially through programs of SUDENE, a contrary trend is noted. Economic policy for the Northeast has had the effect of reducing the cost of capital and thus has provided the incentives for the introduction of capital-intensive technologies. In this study, the author reviews the various economic theories which deal with the assimilation of technological innovations. However, when these theories with their limiting assumptions are applied to the realities of the Northeast, several difficulties are encountered. Consequently, the author concludes that alternative choices of technological innovation are, in fact, limited by factors peculiar to the situations of developing countries, and thus the expectation that the industry of the Northeast absorb the region's unemployed must be reconsidered.