

# O problema da agregação de capital: uma crítica ao modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan \*

FERNANDO MAIDA DALL'ACQUA \*\*

*O artigo analisa o modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan a partir das contribuições oriundas da Controvérsia do Capital. Mostra que, em uma economia de dois setores — agricultura e indústria —, é ilegítimo argumentar que novas tecnologias são geradas em resposta às mudanças nos preços dos fatores para aliviar os condicionantes de crescimento impostos pelas ofertas inelásticas da terra e do trabalho, como fazem Hayami e Ruttan. O modelo de inovações induzidas só é internamente consistente para a economia de um setor, mas, neste caso, fica exposto às críticas do próprio Ruttan.*

## 1 — Introdução

As inter-relações entre fatores técnicos, de mercado e institucionais é uma das temáticas clássicas nas análises de desenvolvimento agrícola. Dentro da teoria neoclássica, o modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan (1971) emergiu recentemente como um novo consenso. Sua ênfase está na mudança técnica como o elemento dinâmico do desenvolvimento. Sob as lentes neoclássicas de trocas competitivas em um ambiente institucional com mercados autorreguladores e harmônicos, o Estado é visto como gerador de novas tecnologias direcionadas pela escassez relativa dos fatores de produção. Os agricultores, motivados por mudanças nos preços dos fatores escassos, pressionam os agentes do governo para a geração

\* O autor agradece a Cris Nunn e a Willian Thiesenhusen, da Universidade de Wisconsin (Madison), pelos seus comentários.

\*\* Do CNPAF/EMBRAPA.

de novas técnicas que aliviem as restrições impostas pela inelasticidade de oferta dos fatores de produção. O processo político, que gera novas tecnologias, irá, então, promover uma maior eficiência alocativa em termos macroeconômicos e, assim, terá implicitamente atendido o interesse público nacional. Se a ação do governo acaba por prejudicar os interesses de alguma classe social dentro da economia, isto seria atribuído à ignorância, à ineficiência ou às imperfeições de mercado, e não a um conflito de interesses inerente ao funcionamento do sistema.

Neste artigo desenvolve-se uma crítica ao modelo de Hayami e Ruttan baseada no recente debate sobre a teoria do capital. Na segunda seção, apresenta-se uma breve discussão das teorias neoclássicas de desenvolvimento agrícola. Na terceira, analisam-se os fundamentos teóricos do modelo de Hayami e Ruttan, mostrando sua identificação com os modelos de crescimento neoclássicos de dois setores. Na quarta seção, o problema de agregação de capital no modelo de Hayami e Ruttan é levantado pela necessidade de se construir uma função de produção agregada que explique o nível do produto nacional e sua distribuição em um modelo neoclássico de dois setores. Na última seção, os resultados do debate sobre agregação de capital *versus* distribuição de renda são utilizados para mostrar a inconsistência interna do modelo de Hayami e Ruttan e, conseqüentemente, a fragilidade de suas conclusões.

## 2 — Breve revisão das teorias neoclássicas de desenvolvimento agrícola

Durante a década de 60, a maioria das análises neoclássicas sobre o processo de desenvolvimento focalizou apenas um dos dois setores econômicos — a agricultura ou a indústria. Isto, provavelmente, refletia as próprias limitações da teoria de equilíbrio geral em trabalhar com mudanças dinâmicas em modelos econômicos de dois setores. A teoria neoclássica dos preços trata principalmente das relações de substituição (taxas marginais de substituição entre fatores de produção, entre bens alternativos nas decisões de demanda

do consumidor, entre prospectos de investimento alternativos, etc.) . As relações de complementaridade, como representadas por um sistema de relações interdependentes de produto e insumos específicos, não são bem delineadas no modelo walrasiano de equilíbrio geral. Por exemplo, os setores agrícola e industrial não parecem ligados porque os vários produtos de um são direta ou indiretamente consumidos na produção do outro (complementaridade), mas, principalmente, porque um aumento na quantidade comprada de produtos agrícolas resulta numa redução na demanda de bens industriais (substituição).<sup>1</sup> Isto coloca dificuldades cruciais no uso da teoria de equilíbrio geral para a análise do desenvolvimento econômico como um processo endógeno de efeito circular, no qual mudanças em um setor afetam e são afetadas por mudanças no outro. Frente a esse quadro teórico, a maioria das análises neoclássicas sobre desenvolvimento agrícola foi elaborada com base em modelos de "equilíbrio parcial". A análise do equilíbrio parcial trata apenas de um bem ou setor. Por exemplo, a quantidade ofertada ou demandada do bem agrícola é concebida como função somente de seu preço. As outras variáveis ou inter-relações no sistema econômico são supostamente mantidas inalteradas. O teorema de agregação de Hicks-Leontief valida a análise de equilíbrio parcial somente se se admite que "uma mudança no preço do bem 1 (diga-se bem agrícola) deixa o preço relativo de todos os outros inalterados" [Arrow e Hahn (1971, p. 7)]. Portanto, qualquer interação entre setores, resultante de mercados inter-relacionados ou da interdependência tecnológica dos processos produtivos, é deixada fora da estrutura analítica de equilíbrio parcial. As interações setoriais podem ser sugeridas somente de forma descritiva junto com especulações sobre seus possíveis efeitos nos resultados do modelo.

Como exemplos de análises de equilíbrio parcial, que focalizam o papel do setor agrícola no processo de desenvolvimento econômico, temos a teoria de desenvolvimento em estágios de Johnston e Mellor (1961) e os trabalhos de Owen (1966) e Nicholls (1963) . Do outro lado estão os estudos que focalizam o setor industrial, motivados

<sup>1</sup> Cf., por exemplo, o modelo de equilíbrio geral para uma economia de dois setores desenvolvido por Johnson (1971) .

pela hipótese do “impacto industrial” de Schultz [cf., por exemplo, Nicholls (1969)]. Aqui a causalidade do desenvolvimento econômico flui da industrialização para o setor agrícola [cf. Schuh (1969, p. 383)], invertendo a direção da causalidade entre setores.

Um enfoque alternativo dentro da teoria neoclássica é o modelo dual de crescimento, elaborado por Jorgenson (1961), para a análise do desenvolvimento através da dinâmica das relações intersectoriais. Jorgenson modifica o “modelo de desenvolvimento com oferta ilimitada de mão-de-obra” de Lewis rejeitando as suposições de salários fixos no setor industrial e desemprego disfarçado no setor agrícola. No seu modelo, o progresso tecnológico na agricultura desempenha um papel crucial na ascensão do setor industrial. A limitação básica é que a acumulação de capital ocorre apenas no setor industrial. Assim, um aumento na quantidade *per capita* de alimento no setor agrícola só pode ocorrer por meio do progresso técnico “poupador de trabalho”, pela recombinação exclusiva de trabalho e terra em novos e diferentes modos.

Dentro da própria escola neoclássica, essas análises de equilíbrio parcial e o modelo dual de crescimento são vistos como desprovidos de algumas qualidades essenciais para a análise do desenvolvimento agrícola. Johnston (1970) e Ruttan (1968) reconhecem essas deficiências; Johnston (1970, p. 385) sumaria suas posições como se segue:

Ruttan critica a teoria de estágios de crescimento (aqui identificada como análise de equilíbrio parcial) e o modelo de economia dual primordialmente porque lhes falta poder analítico. Ele, corretamente, enfatiza a necessidade de modelos de crescimento com maior relevância operacional para a política de desenvolvimento. Na visão dele, tais modelos terão “que prover a interação formal entre os setores agrícola e não agrícola, através do mercado de produtos agrícolas, do mercado de insumos manufaturados usados na produção agrícola, do mercado de trabalho, do mercado de terra, do mercado de capital e do mercado de bens de consumo”.

Um novo consenso parece estar emergindo na teoria neoclássica de desenvolvimento agrícola. Sua ênfase central está na mudança tecnológica como o elemento dinâmico no desenvolvimento agrícola. Sua analogia na política é a chamada “revolução verde”, que se

tornou popular em muitos países subdesenvolvidos, durante a década de 60 e começo da de 70.

O livro de Theodore Schultz, *Transforming traditional agriculture*, pode ser considerado o ponto de partida desta nova perspectiva. Schultz estabelece as seguintes teses: a) agricultores tradicionais são eficientes e racionais na alocação de recursos; b) permanecem pobres, contudo, porque a tecnologia disponível não oferece suficiente incentivo econômico para os agricultores; c) as tecnologias de alta produtividade disponíveis em países desenvolvidos não são transferíveis para países pobres, visto que a tecnologia agrícola é de localização específica; e d) a chave para transformar a agricultura tradicional é realizar investimentos que tornem os insumos de alto rendimento disponíveis aos agricultores.

Desta perspectiva, o setor industrial e o governo desempenham importantes papéis no desenvolvimento e na oferta de insumos para o setor agrícola. Contudo, Schultz falha na explicação das condições econômicas e sociais que conduzem as instituições a gerar novas tecnologias e pessoas a absorver e usar eficientemente essas tecnologias. Hayami e Ruttan (1971, p. 43), embora concordem, em essência, com as proposições de Schultz, enfatizam essa limitação:

O modelo dos insumos de alto rendimento tal como desenvolvido por Schultz . . . permanece, contudo, incompleto, como uma teoria de desenvolvimento agrícola. Tipicamente, educação e pesquisa são bens públicos não transacionados nos mercados. O mecanismo pelo qual os recursos são alocados entre educação, pesquisa e outras atividades econômicas alternativas, nos setores público e privado, não está completamente incorporado ao modelo de Schultz . . . Ele não explica como as condições econômicas induzem o desenvolvimento e adoção de um conjunto eficiente de tecnologias para uma sociedade em particular. Nem se esforça para especificar o processo pelo qual a relação entre preços dos fatores e do produto induzem investimento em pesquisa numa determinada direção.

O modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan (1971, p. 26) é um esforço para eliminar essa deficiência, retendo as proposições centrais do modelo de Schultz:

O enfoque central deste livro é o conjunto complexo de interações entre disponibilidades de recursos e entidades econômicas (fazendas, instituições públicas, indústrias privadas), conduzindo a mudanças técnicas e produtividade na agricultura.

### 3 — Fundamentos teóricos do modelo de inovações induzidas

Na estrutura teórica adotada por Hayami e Ruttan, as mudanças técnicas endógenas desempenham um papel crucial no desenvolvimento agrícola. Conceituam “mudança técnica como qualquer mudança nos coeficientes de produção resultante das atividades dirigidas para o desenvolvimento de novas técnicas incorporadas em projetos, materiais, ou organizações” [Hayami e Ruttan (1971, p. 56)]. A direção da invenção ou inovação supõe-se que seja influenciada por mudanças nos preços relativos dos fatores ao longo das linhas propostas na *Teoria dos salários* de Hicks. Embora eles não discutam em profundidade esses fundamentos teóricos, os detalhes podem ser supridos pela revisão de Ahmad (1966), para quem Hayami e Ruttan (1971, p. 55) remetem os leitores.

Por conveniência da análise, consideram-se aqui somente dois fatores de produção: capital e trabalho. Poder-se-ia fazer uma análise análoga para capital e terra. Cada inovação é representada “por um conjunto de isoquantas (representando uma função de produção particular), onde trabalho e capital são representados nos eixos” [Ahmad (1966, p. 346)]. Ahmad chama a curva envoltória dos pontos singulares em cada isoquanta, que representa um dado nível de produto em diferentes funções de produção, de “curva de possibilidades técnicas” (CPT).

Como Ahmad enfatiza, a CPT tem uma dimensão temporal específica, durante a qual a tecnologia permanece inalterada. Uma CPT não mostra movimentos no tempo, mas sim todos os possíveis estados alternativos de equilíbrio da firma para um dado período de tempo para o qual o estado de tecnologia permanece constante. Ele representa o conjunto de possibilidades técnicas de produção das quais o empresário escolherá uma, seguindo o princípio de minimização de custos para dados preços relativos.

Para representar movimentos reais no tempo, deve ser postulado um conjunto de CPT, cada uma representando o estado da tecnologia, para um mesmo nível de produção, em um dado período de tempo. Para cada período, dados os preços relativos dos fatores, é escolhida uma técnica que minimiza os custos. Assim, a trajetória

de crescimento da economia seria traçada pelos sucessivos pontos em diferentes CPT, cada um representando a proporção de fatores ou tecnologia de custo mínimo escolhida frente às opções tecnológicas e preços relativos prevaletentes em cada período. Devido às mudanças na tecnologia ao longo do tempo, não há razão para se esperar que o conjunto de isoquantas de equilíbrio, que representa a trajetória da economia no tempo, possa ser representado por uma função de produção bem comportada.<sup>2</sup>

Se se quer explicar a trajetória, a longo prazo, de um sistema econômico, em termos de uma função de produção, é forçoso considerar uma única CPT como representando uma isoquanta de longo prazo. Este é o procedimento de Hayami e Ruttan, que postulam uma “metafunção de produção” análoga à CPT de Ahmad. Existe, contudo, uma importante diferença na conceituação. A CPT de Ahmad representa os estados alternativos de equilíbrio *ex-ante* para a firma, e não movimentos reais através do tempo. A trajetória, ao longo do tempo, é representada por pontos em diferentes CPT.

Em contraste, a “metafunção de produção” de Hayami e Ruttan é uma isoquanta de longo prazo. Assim, a CPT supostamente representa movimentos reais da economia ao longo do tempo. Para cada situação de preços e distribuição de renda, presume-se que a firma escolha um método de produção entre o infinito número de alternativas conhecidas que estão representadas em uma isoquanta de longo prazo ou CPT. Quando os preços e a distribuição de renda mudam, supõe-se que a firma, sem qualquer custo, escolha outro método de produção sobre a mesma CPT. A implicação de tal formulação é clara. Para Hayami e Ruttan, em contraste com Ahmad, as alternativas tecnológicas a longo prazo para a firma permanecem inalteradas enquanto o tempo avança.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Para ser representável por uma função de produção bem comportada, o conjunto de isoquantas de equilíbrio que representa as escolhas reais deveria produzir uma curva envelope convexa, contínua e uniforme. As condições limitantes na escolha das isoquantas que produziriam tal curva não são óbvias, nem, certamente, triviais.

<sup>3</sup> É surpreendente que Hayami e Ruttan confiem na inovação tecnológica como o aspecto dinâmico do desenvolvimento, embora admitam, implicitamente, que a tecnologia permaneça inalterada ao longo do tempo.

Em termos de procedimento, Hayami e Ruttan adotam o enfoque microeconômico. A unidade de produção é a firma atomisticamente considerada; assim, os preços relativos e a distribuição de renda são dados exógenos. Na teoria neoclássica, os preços, inclusive as remunerações do capital e do trabalho, refletem as quantidades demandadas e ofertadas de cada bem ou recurso, isto é, a escassez relativa dos bens e dos fatores de produção no mercado. Quando os preços mudam, a firma muda sua estrutura de insumo-produto, ou seja, move-se ao longo de sua função de produção, segundo o critério de minimização dos custos. Supondo-se que os mercados operam em concorrência perfeita, o comportamento da firma estende-se para o setor. Conseqüentemente, presume-se que uma “metafunção de produção”, representando o conjunto de alternativas tecnológicas disponíveis, possa ser derivada para cada setor da economia.

Com essa fundamentação teórica, Hayami e Ruttan propõem um modelo para analisar o processo de desenvolvimento, enfatizando o papel da função de produção e dos mecanismos de mercado que interligam os diferentes setores da economia.

Em essência, o argumento é que o setor privado cria novas tecnologias em resposta “às mudanças nos preços relativos dos fatores e às mudanças nos preços dos fatores relativos aos produtos, para aliviar os condicionantes do crescimento impostos pelas ofertas inelásticas da terra e do trabalho” [Hayami e Ruttan (1971, p. 59)]. Esse mecanismo é estendido para explicar o comportamento do setor público em termos de pesquisa agrícola. Argumentam que os pesquisadores e os administradores de instituições públicas respondem aos sinais dados pelos preços escassos. Assim, haveria interações entre fazendeiros, instituições públicas de pesquisa e firmas privadas produtoras de insumos agrícolas, de maneira que as mudanças nos preços de mercado induziriam um processo dialético de desenvolvimento tecnológico envolvendo estes três componentes do sistema econômico. Assim, Hayami e Ruttan (1971, p. 85) declaram:

Os fazendeiros procuram novos insumos e técnicas, a fim de se posicionarem num ponto mais eficiente na “metafunção de produção”, em resposta às novas relações de preços de fatores e produtos. Nossa hipótese é que a lacuna na produtividade agrícola entre os países está baseada nos preços dos insumos técnicos modernos na agricultura e nas diferenças do estoque de capital

humano capaz de gerar uma seqüência de inovações que capacitem a agricultura a mover-se ao longo da “metafunção de produção”, em resposta às mudanças nas relações de preços de fatores e produto.

Além dessa formulação teórica baseada na função de produção neoclássica, eles procuram modelar explicitamente a complementaridade tecnológica que existe entre os setores agrícola e industrial via insumos de capital que o setor industrial oferta ao setor agrícola. Segundo Hayami e Ruttan (1971, p. 4), “o setor não-agrícola exerce um papel importante neste processo. Ele é o supridor dos insumos técnicos modernos que podem substituir a terra e o trabalho”.

Portanto, estamos diante de um modelo com dois setores produtivos, representados individualmente por “metafunções de produção”, que são tecnologicamente interdependentes, através da provisão por parte do setor industrial de insumos de capital para o setor agrícola. Logicamente, a validade das proposições de Hayami e Ruttan sobre o desenvolvimento dependerá crucialmente da fundamentação teórica dessa estrutura de produção, ou seja, do conceito de uma função de produção bem comportada em uma economia com dois setores produtivos.

#### **4 — Modelo de inovações induzidas em uma economia neoclássica de dois setores**

Partindo-se das fundações teóricas discutidas no tópico anterior, o modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan é a seguir formalizado como um modelo neoclássico de dois setores. Deseja-se aqui investigar quais as condições que validam a análise do processo de desenvolvimento tecnológico como um problema de alocação (isto é, com base no conceito da função de produção) em uma economia de dois setores.

Considera-se uma economia simples com dois setores — agricultura e indústria. Para simplificar ainda mais, admite-se que o setor agrícola produz um bem de consumo e o setor industrial um bem de “capital” perfeitamente maleável. O “capital” pode ser combinado

com diferentes quantidades de trabalho para produzir ele mesmo ou o bem de consumo. No caso de ambos os bens — de consumo e de “capital” —, os únicos insumos são trabalho e “capital”. A terra e outros recursos naturais não são escassos e, como bens livres, não são considerados nas funções de produção. Supõe-se que o produto bruto em cada setor seja suficiente para recolocar os meios de produção usados e gerar algum excedente. Supõe-se, ademais, que os dois setores estejam produzindo em proporção tal que o excedente líquido seja agrícola. A economia encontra-se em estado estacionário. Os salários são pagos no fim do período de produção, e há somente “capital” circulante. O produto líquido é distribuído entre lucros e salários.

Seguindo Hayami e Ruttan, supõe-se que, no curto prazo, as funções de produção sejam homogêneas de primeiro grau com proporções fixas:

$$Q_a = \min \left\{ \frac{1}{a_a} K_a, \frac{1}{l_a} L_a \right\}$$

$$Q_i = \min \left\{ \frac{1}{a_i} K_i, \frac{1}{l_i} L_i \right\}$$

onde:  $Q_i$  é o produto físico do setor industrial, medido na mesma unidade real de  $K_a$  e  $K_i$ , respectivamente “capital” utilizado no setor agrícola e no setor industrial;  $Q_a$  é a produção do bem (de consumo) agrícola;  $L_a$  e  $L_i$  são as quantidades de trabalho usado, respectivamente, na produção agrícola e industrial;  $a_a$  e  $a_i$  representam o insumo de “capital” requerido por unidade dos produtos agrícola e industrial, respectivamente, enquanto  $l_a$  e  $l_i$  representam a quantidade de trabalho requerida por unidade dos produtos agrícola e industrial, respectivamente.

Cada uma dessas equações acima pode ser considerada como um método de produção de equilíbrio a curto prazo, selecionado de um número infinito de alternativas descritas pela “metafunção de produção” de cada setor, como resultado de dados preços dos fatores

e do produto. Isto é argumentado por Hayami e Ruttan (1971, pp. 82-3) como segue:

A “metafunção de produção” pode ser considerada como a envoltória das funções de produção neoclássica comumente concebidas. A curto prazo, quando a substituição entre fatores é circunscrita pela rigidez do capital e equipamento existentes, as relações de produção podem ser melhor descritas por uma atividade com razões entre fatores e entre fatores e produto relativamente fixas. A longo prazo, quando as restrições exercidas pelo estoque de capital existente desaparecem e são recolocadas pelo fundo de conhecimento técnico disponível, incluindo todas as alternativas possíveis de combinações entre fatores e entre fatores e produtos, as relações de produção podem ser adequadamente descritas por uma função de produção neoclássica.

A “metafunção de produção” para cada setor pode então ser descrita como:

$$Q_a = F_a(K_a, L_a)$$

$$Q_i = F_i(K_i, L_i)$$

ou, supondo rendimentos constantes em escala, como:

$$q_a = f_a(k_a)$$

onde  $q_a = \frac{Q_a}{L_a}$  e  $k_a = \frac{K_a}{L_a}$ ; e

$$q_i = f_i(k_i)$$

onde  $q_i = \frac{Q_i}{L_i}$  e  $k_i = \frac{K_i}{L_i}$ .

Desde que haja concorrência perfeita, as taxas de lucro e de salário devem ser iguais em ambos os setores. Segue-se da teoria neoclássica da distribuição de renda que essas taxas devem ser iguais, respectivamente, ao valor do produto marginal do “capital” e do trabalho.

Como a análise é conduzida em termos de setores, preços e distribuição de renda são dados que se supõem exógenos. Assim, para fechar o modelo, requer-se uma teoria de determinação dos preços e da distribuição da renda para o sistema econômico como um todo.<sup>4</sup>

Nesta estrutura teórica, a taxa de salário ( $w$ ) e a taxa de lucro ( $r$ ), para o sistema econômico como um todo, devem ser determinadas como qualquer preço (isto é, pela oferta e demanda nos mercados de trabalho e de "capital") e comportar-se como qualquer outro preço, no sentido de que a razão  $r/w$  de equilíbrio decresce quando aumenta a relação "capital"/trabalho da economia como um todo. Essa proposição é necessária para validar a estrutura lógica do modelo de dois setores, pois somente então é possível argumentar que, a nível agregado e, conseqüentemente, a nível setorial, a distribuição de renda é conseqüência da alocação eficiente de recursos e, em particular, da escassez relativa de trabalho e "capital" decorrente desta alocação. Portanto, por um problema de lógica, a validade das proposições de Hayami e Ruttan sobre desenvolvimento implica que as distintas "metafunções de produção", independentemente supostas para cada um dos setores — agricultura e indústria —, sejam consistentes com uma função de produção agregada que, tendo "capital" e trabalho como seus argumentos, permita determinar o nível do produto nacional e, por meio das produtividades marginais de fatores, a sua distribuição entre salário e lucro. Assim, através dos mecanismos de mercado, em ambos os setores, a escassez social refletida nos preços relativos emitiria os sinais para direcionar, de forma simultânea e harmônica, o desenvolvimento tecnológico a nível de setor e do sistema econômico como um todo.

Trata-se então de se determinar uma relação "capital"/trabalho ( $\bar{k}$ ) agregada a partir das duas relações setoriais de equilíbrio,  $k_u$  e  $k_i$ , para a qual os valores do produto marginal do trabalho e do "capital" nos dois setores seriam iguais às taxas uniformes de salário e de lucro de equilíbrio para a economia como um todo.

<sup>4</sup> Para uma discussão detalhada do modelo neoclássico de dois setores, cf. Hahn e Matthews (1964).

## 5 — O problema da agregação de capital e a escolha de técnicas

Neste tópico investiga-se se o modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan é consistente com uma função de produção agregada que explique, via determinação dos preços relativos, as mudanças tecnológicas setoriais, através das alterações na escassez relativa de fatores e produtos.

O debate sobre a teoria do capital tem focalizado o problema da agregação do “capital” como um fator de produção homogêneo, que, junto com o trabalho, poderia ser usado para derivar uma função de produção agregada que explique a distribuição de renda numa economia capitalista. Os intrincados argumentos da controvérsia têm sido bastante explorados na literatura. Por isto, limitamo-nos a discutir seus pontos centrais, para mostrar a falta de consistência lógica do modelo de inovações induzidas.

Seguindo os fundamentos teóricos do modelo de Hayami e Ruttan, supõe-se que em cada setor exista um conjunto de alternativas técnicas disponíveis que constituem a função de produção de cada setor para uma determinada tecnologia. Considere-se agora que em cada um dos dois setores — agricultura e indústria — escolhe-se um método de produção desse conjunto de possibilidades técnicas, isto é, da sua função de produção. Cada um desses métodos poderia ser representado por uma função de produção com coeficientes fixos, como as vistas anteriormente. Se supusermos rendimentos constantes em escala, essas funções são totalmente descritas apenas pelos coeficientes técnicos unitários  $(a_a, a_i, l_a, l_i)$ . Neste caso, os dois métodos de produção representarão, na economia em questão, uma estrutura de produção, ou seja, um dos possíveis sistemas de insumo-produto para se produzir o bem agrícola, que é o único produto final do modelo. Repetindo o processo para todas as possíveis combinações dos métodos de produção disponíveis para os dois setores, obtêm-se todos os sistemas possíveis de insumo-produto, isto é, todas as técnicas disponíveis para se produzir o bem agrícola para um dado estado de tecnologia. Em outras palavras, as diferentes técnicas ou possibilidades de produção, que constituem a função agregada

da economia como um todo, podem ser representadas através de sistemas insumo-produto obtidos dos coeficientes técnicos das funções de produção de proporção fixa, que representam os métodos de produção setoriais no equilíbrio a curto prazo.

Considera-se, a seguir, a relação entre preços, salário real e a taxa de lucro para um determinado conjunto de métodos de produção de equilíbrio. Isto permite discutir o problema da agregação de capital nesta economia de dois setores e testar a validade teórica do modelo de Hayami e Ruttan.

Sejam  $w$ ,  $r$  e  $d$  as taxas de salário, de lucro e de depreciação, respectivamente. Tomando-se, para qualquer conjunto dos métodos de produção de equilíbrio, os coeficientes técnicos unitários, pode-se determinar as equações de preços de equilíbrio para cada setor como:<sup>5</sup>

$$a_i p (r + d) + l_i w = p$$

$$a_a p (r + d) + l_a w = 1$$

onde  $p$  é o preço do bem industrial ("capital"), em termos do bem agrícola. Nesse sistema, temos duas equações e três incógnitas:  $r$ ,  $w$  e  $p$ . Segue-se que o preço é determinado apenas se a distribuição de renda for dada. Como o sistema é indeterminado, pode-se resolvê-lo pelo salário real (em unidades do bem agrícola que é o *numéraire*), em termos da taxa de lucro:

$$w = \frac{1 - a_i (r + d)}{l_a + (l_i a_a - l_a a_i) (r + d)}$$

Seguindo Garegnani (1972), esta expressão é chamada "curva lucro-salário" (CLS). A partir dela podemos determinar a relação entre a remuneração dos fatores de produção, lucro e salário, e o

<sup>5</sup> Cf. Samuelson (1962, pp. 204-5), Ferguson (1969, p. 261), Harcourt (1972, p. 137) e Garegnani (1972, p. 247).

preço do “capital” ( $p$ ), ou o valor agregado do “capital” por homem ( $\bar{k}$ ).<sup>6</sup>

No sistema econômico em análise, uma CLS refere-se a uma única técnica (consistindo em dois métodos de produção de equilíbrio, um para cada setor) para produzir o bem agrícola que é o único componente do produto líquido do sistema. Considera-se, a seguir, que várias técnicas de produção estão disponíveis para escolha nesta economia, o que, no sistema de equações acima, seria representado por diferentes conjuntos dos coeficientes  $a_i$ ,  $a_a$ ,  $l_i$  e  $l_a$ . Para ilustrar o argumento, supõe-se inicialmente que duas técnicas diferentes,  $\alpha$  e  $\beta$ , estão disponíveis para escolha dos produtores (o Gráfico 1 mostra a CLS de cada uma das duas técnicas,  $\alpha$  e  $\beta$ ).<sup>7</sup> A CLS da

<sup>6</sup> O valor do “capital” agregado por homem ( $\bar{k}$ ), no sistema acima, pode ser determinado de dois modos. Por definição, ele é a parte do lucro no produto sobre a taxa de lucro (como mostrado na primeira expressão abaixo) e, alternativamente, é definido como a quantidade física do bem de “capital” multiplicada pelo seu preço relativo ( $p$ ) (como mostrado na segunda expressão):

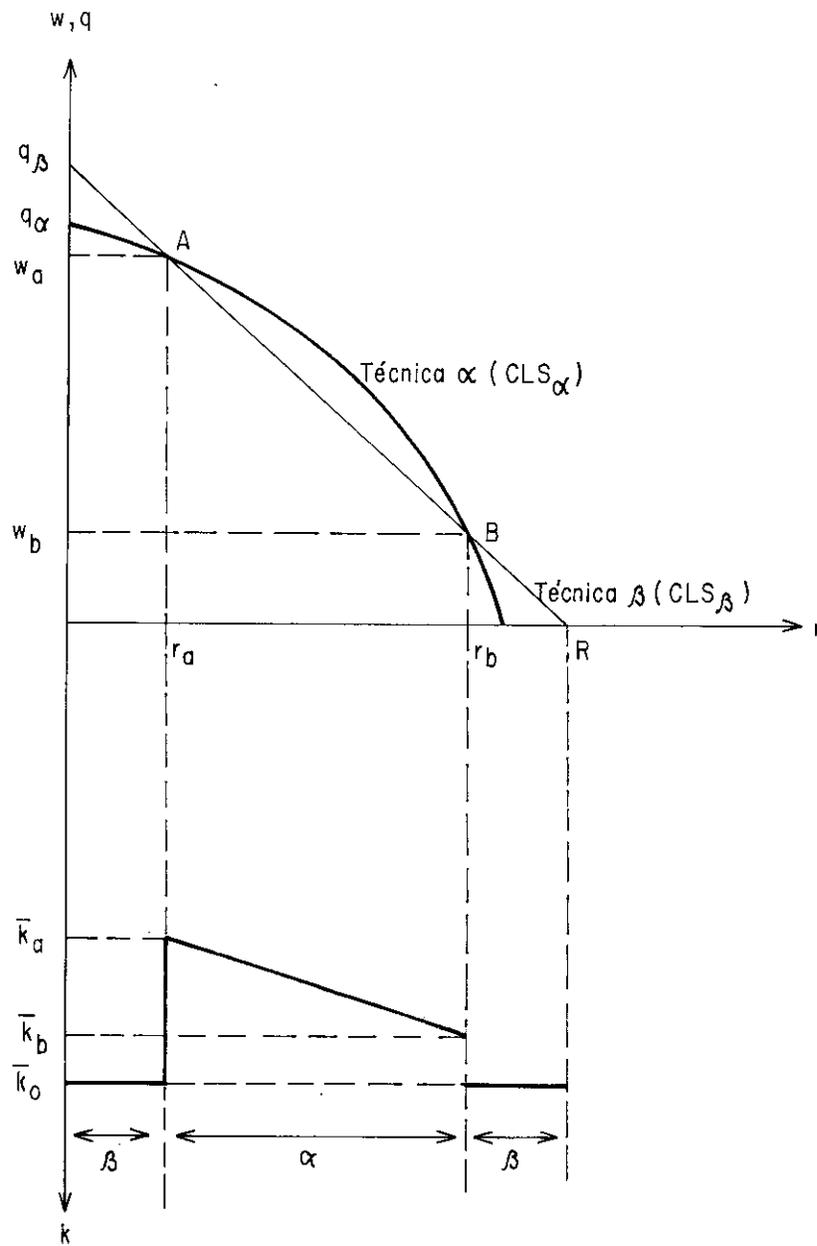
$$\bar{k} = \frac{y - \tau w}{r}$$

$$\bar{k} = \left( \frac{a_a}{l_a} + \frac{a_i}{l_i} \right) p$$

A primeira equação mostra que  $\bar{k}$  pode mudar quando a distribuição de renda muda e a segunda mostra que qualquer mudança no valor agregado “capital” por homem ( $\bar{k}$ ) deve ser acompanhada por mudanças no preço do bem de “capital”, desde que todos os seus outros elementos sejam constantes. Portanto, no sistema acima, mudanças em  $p$  determinam simultaneamente variações em  $\bar{k}$  e variações compatíveis na distribuição de renda.

<sup>7</sup> Em geral, uma CLS tem inclinação negativa e pode ter várias mudanças na curvatura, dependendo do número de setores considerados no modelo. No sistema de dois setores discutido acima, a CLS poderia assumir uma forma convexa, reta ou côncava, dependendo dos valores dos coeficientes fixos ou, em outras palavras, da tecnologia empregada. Para uma discussão detalhada sobre o assunto, cf. Harcourt (1972). A forma assumida pelas duas CLS, no Gráfico 1, não altera nossas conclusões, o que só ocorreria no caso particular de as duas CLS serem linhas retas. Esse caso e suas implicações para o modelo de Hayami e Ruttan são discutidos em detalhe a seguir.

Gráfico 1  
 DERIVAÇÃO DA FRONTEIRA DE SALÁRIOS



técnica  $\beta$  supõe-se como uma linha reta. Para a técnica  $\alpha$ , a CLS é suposta como côncava, em relação à origem.<sup>8</sup> A questão é saber qual técnica será escolhida pelos produtores, em diferentes taxas de lucro (e correspondentemente taxas de salário), e o valor da razão agregada “capital”/trabalho ( $\bar{k}$ ) associada a elas.

Segundo o critério de minimização dos custos (ou maximização dos lucros), a qualquer nível de  $r$ , a técnica a ser escolhida será aquela que produz o bem final, isto é, o bem agrícola, com o menor custo. Garegnani (1972, p. 125) mostra-nos que “a tendência dos produtores em mudarem para qualquer técnica que seja mais barata na situação de preços existente os trará para a técnica que dá o mais alto  $w$ , enquanto as que dão o mesmo  $w$  para o mesmo  $r$  são indiferentes e podem coexistir”. Segue-se que a relação salário/lucro que prevalecerá na escolha da tecnologia pelos produtores é representada pela linha externa que contorna as duas CLS no Gráfico 1. Essa linha externa, chamada de “fronteira de salários”, é, portanto, uma maneira de representar a “melhor” técnica (ou seja, a de maior lucro) para qualquer taxa de lucro dada. Movimentos ao longo dessa curva refletem as mudanças dos coeficientes de produção (para cada setor e, assim, para a economia como um todo) e, conseqüentemente, as mudanças no valor agregado “capital” por homem, quando a distribuição de renda varia.

O quadrante inferior do Gráfico 1 relaciona a razão agregada “capital” por trabalhador ( $\bar{k}$ , medido de cima para baixo em relação à origem) com a taxa de lucro. Pode ser demonstrado que o valor de  $\bar{k}$ , em qualquer ponto de uma “fronteira de salários”, é dado pela inclinação da corda que une o ponto em questão com o intercepto da CLS a que pertence o ponto, no eixo vertical. Vê-se, então, que a técnica  $\beta$  tem um maior valor de  $\bar{k}$  do que  $\alpha$ , isto é,  $\beta$  é mais capital intensiva. No intervalo  $0 < r < r_w$ , quando a técnica  $\beta$  é escolhida, o valor da razão agregada “capital”/trabalho é  $\bar{k}_\beta$ , que é dado, como se disse, pela inclinação de  $q_\beta A$ . Quando a técnica  $\alpha$  é escolhida, o valor da razão “capital”/trabalho cai abruptamente para  $k_\alpha$ , isto é, a inclinação da corda  $q_\alpha A$ , aumentando continuamente até o intervalo entre  $r_a$  e  $r_b$ . No ponto  $B$ .

<sup>8</sup> O Gráfico 1 é devido a Harcourt (1972, p. 126).

quando a técnica  $\beta$  torna-se novamente mais lucrativa, o valor da razão "capital"/trabalho sofre um novo aumento abrupto para  $k_0$ .

Considere-se a seguir que um grande número de sistemas ou técnicas está disponível. As diferentes CLS que correspondem à família de sistemas de produção podem ser traçadas no mesmo diagrama. Seguindo o procedimento com duas técnicas, pode-se obter uma curva envoltória ("fronteira de salários") dos segmentos de cada CLS referente à técnica escolhida para cada taxa de lucro. Com um número infinito de técnicas, pode-se supor que cada técnica reduza-se a um ponto da "envoltória". Neste caso, teríamos uma associação contínua entre o produto líquido e o valor do "capital" por trabalhador para cada taxa de lucro (e correspondente taxa de salário). Conseqüentemente, teríamos uma função de produção agregada para o modelo de dois setores que explicaria a distribuição de renda como consequência da alocação eficiente de recursos e, em particular, da escassez relativa de trabalho e capital. Assim, a taxa de lucro (taxa de salário) irá comportar-se como qualquer preço, o que implica uma relação inversa (direta) entre a relação "capital"/trabalho ( $\bar{k}$ ) e a taxa de lucro (taxa de salário). Contudo, note-se que no Gráfico 1, para taxas de lucros infinitesimalmente menores do que  $r_b$  e maiores do que  $r_v$ , pode ocorrer uma associação positiva entre  $r$  e  $\bar{k}$ , ou seja, um aumento em  $r$  resultará em um aumento na relação "capital"/trabalho. Note-se, também, que uma dada técnica pode aparecer mais de uma vez na "fronteira de salários", por ser a mais lucrativa para duas taxas de lucro diferentes, como ocorre com a técnica  $\beta$  no exemplo acima (cf. Gráfico 1).

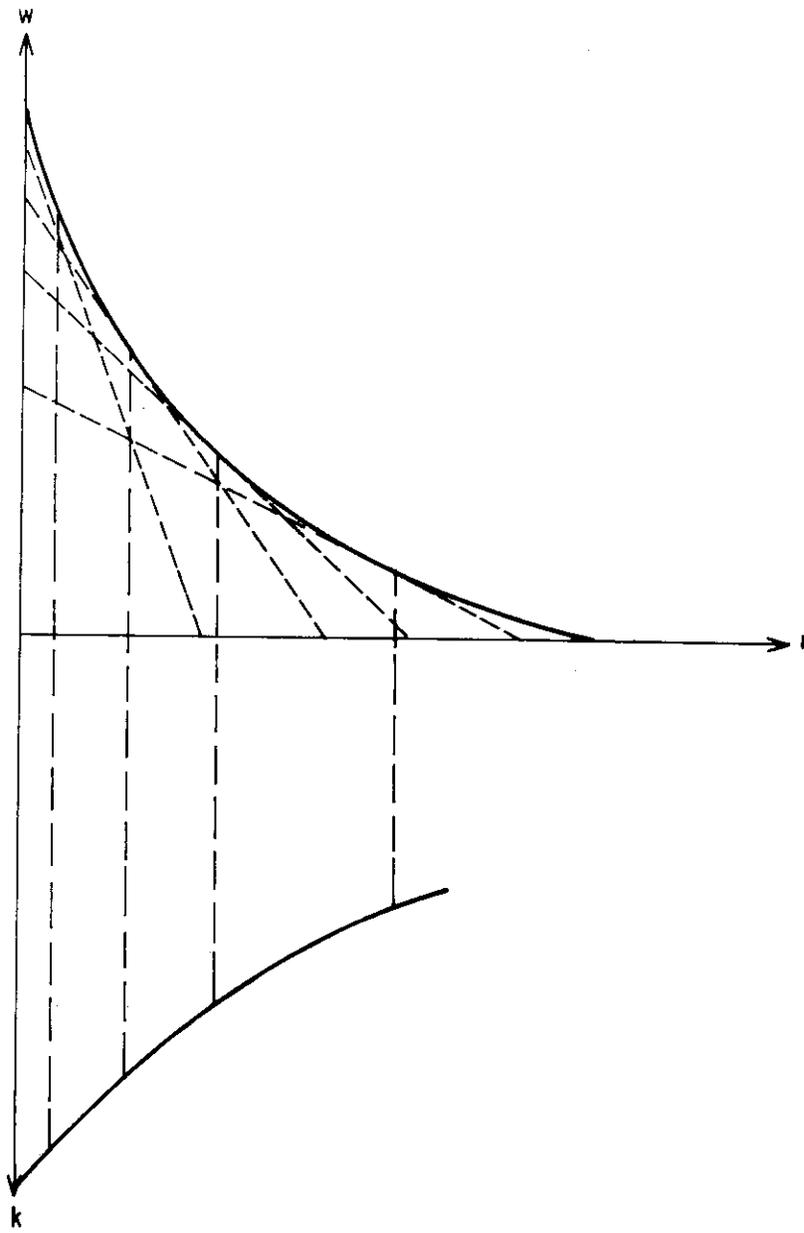
Ambas as possibilidades mostram que é temerário formular um modelo de dois setores dentro da teoria neoclássica. Em uma linguagem mais direta, pode-se dizer que não é legítimo analisar o processo de desenvolvimento sob o prisma da alocação eficiente de recursos escassos, como proposto no modelo de inovações induzidas de Hayami e Ruttan. Isto porque, em um mundo multissetorial onde o capital é heterogêneo, não se pode argumentar que as taxas de lucro e a de salário são meros preços, pois, como se viu, uma menor taxa de lucro (ou uma maior taxa de salário) pode tanto estar associada com baixos quanto com altos valores para a relação "capi-

tal"/trabalho. Assim, o argumento-chave de Hayami e Ruttan, segundo o qual as mudanças técnicas e institucionais são respostas dos agentes econômicos induzidas pelas mudanças na escassez relativa de fatores, não mais se sustenta. Quando, por exemplo, os salários caem, a técnica com a mais alta taxa de lucro de equilíbrio pode tanto estar associada com uma relação "capital"/trabalho mais alta, ou seja, com um processo de produção mais mecanizado, quanto com um menos mecanizado. Assim, se o empresário maximizador de lucro é visto exercendo pressão nas instituições de pesquisa para gerar esta técnica "ótima", essa pressão poderia ser dirigida tanto para a obtenção de uma tecnologia "capital" intensiva quanto para o desenvolvimento de técnicas trabalho (terra) intensiva. Assim, dada uma estrutura de preços, é possível que alguns produtores poderiam pressionar as instituições de pesquisa para a obtenção de técnicas poupadoras de capital, enquanto outros direcionariam suas pressões para a obtenção de técnicas poupadoras de trabalho (ou de terra). Isto contradiz a "dinâmica" que é dada pelas restrições impostas pela escassez dos fatores de produção delineada pela "meta-função de produção". Não é possível derivar, *a priori*, em que direção a relação "capital"/trabalho se move com mudanças nas taxas de salário e lucro.

Neste ponto, é conveniente lembrar o histórico esforço de Samuelson (1962) em derivar as condições necessárias e suficientes para assegurar, em uma economia de  $n$  setores, a existência de uma função de produção que assegurasse que a distribuição de renda depende da disponibilidade dos fatores ("capital" e trabalho) via produtividade marginal. Os resultados de Samuelson, que dão uma dimensão exata das limitações do modelo de Hayami e Ruttan, estão sumariados no Gráfico 2, que mostra uma "envoltória" na qual todas as "curvas lucro-salário", que a compõem, são lineares. Nesse gráfico é possível ver que cada técnica aparece somente uma vez, e o valor do "capital" por trabalhador é decrescente, quando a taxa de lucro aumenta. Em outras palavras, se todas as "curvas lucro-salário" são lineares, existe uma função de produção agregada para explicar o nível e a distribuição da renda em uma economia de dois ou mais setores.

Gráfico 2

FRONTEIRA DE SALÁRIOS E DEMANDA  
(NEGATIVAMENTE INCLINADA) DE  
CAPITAL



Recorrendo aos resultados de Sraffa (1960), é possível demonstrar que a “curva lucro-salário” é uma linha reta se, e somente se, a razão entre meios de produção (“capital”) e trabalho é a mesma para todos os setores considerados (no caso, tanto para a agricultura como para a indústria). Nesse caso, parafraseando Garegnani (1972, p. 259), pode-se dizer que, exceto pela escolha arbitrária da unidade do bem de “capital”, os coeficientes de insumos nos dois setores — agricultura e indústria — são idênticos. O sistema é, portanto, indistinguível de outro em que o bem agrícola é produzido por si mesmo e pelo trabalho. De fato, desde que, no modelo de dois setores discutido acima, a heterogeneidade dos bens pode ser propriamente definida somente pela diferença em suas condições de produção, uma CLS linear significa que o bem agrícola é produzido por si mesmo e pelo trabalho. Em outras palavras, a função de produção de Samuelson só é válida quando for logicamente equivalente a um modelo de um único bem. Essa é a condição necessária e suficiente para a caracterização da economia em que o mecanismo de alocação seja o sistema de preços.

Por extensão, pode-se dizer que o modelo de Hayami e Ruttan é internamente consistente somente para um mundo de um setor ou de um único bem, em que o setor agrícola produz um bem usando a si mesmo e o trabalho como insumos. Frente a essa conclusão, é provável que mesmo Hayami e Ruttan reconheçam que no modelo de inovações induzidas por eles proposto falta poder analítico essencial para um modelo de desenvolvimento. O próprio Ruttan (1968, pp. 19-20) enfatiza que um modelo relevante para política de desenvolvimento deveria “prover a interação formal entre setores agrícolas e não-agrícolas através do mercado de produtos agrícolas, do mercado de insumos manufaturados usados na produção agrícola, do mercado de trabalho, do mercado de terra, do mercado de capital e do mercado de bens de consumo”. A teoria de Hayami e Ruttan fica exposta às críticas do próprio Ruttan, uma vez que as interações consideradas por ele como fundamentais em um modelo de desenvolvimento deixam de existir na medida em que o modelo de inovações induzidas é internamente consistente somente para um mundo com apenas um setor.

## Bibliografia

- AHMAD, S. On the theory of induced invention. *The Economic Journal*, 76:334-57, jun. 1966.
- ARROW, K. J., e HAHN, F. H. *General competitive analysis*. San Francisco, Holden-Day, 1971.
- FERGUSON, C. E. *The neoclassical theory of production and distribution*. Cambridge, Cambridge University Press, 1969.
- GAREGNANI, R. Heterogeneous capital, the production function and the theory of distribution. In: HUNT, E. K., e SCHWARTZ, J. G., eds. *A critique of economic theory*. Harmondsworth, Penguin Books, 1972.
- HAHN, F. H., e MATTHEWS, R. C. O. The theory of economic growth: a survey. *The Economic Journal*, 74:779-902, dez. 1964.
- HARCOURT, G. C. *Some Cambridge controversies in the theory of capital*. Cambridge, Cambridge University Press, 1972.
- HAYAMI, Y., e RUTTAN, V. W. *Agricultural development: an international perspective*. London, The Johns Hopkins University Press, 1971.
- JONHSON, H. G. *The two sector model of general equilibrium*. London, Allen and Unwin, 1971.
- JOHNSTON, B. F. Agriculture and structural transformation in developing countries: a survey of research. *The Journal of Economic Literature*, 8 (2) :369-404, jun. 1970.
- JOHNSTON, B. F., e MELLOR, J. W. The role of agriculture in the economic development. *American Economic Review*, 51 (4) :566-93, set. 1961.
- JORGENSON, D. W. The development of a dual economy. *The Economic Journal*, 71:310-34, jun. 1961.
- NICHOLLS, W. H. Agricultural surplus as a factor in economic development. *Journal of Political Economy*, 71 (1) :1-29, fev. 1963.

- . The transformation of agriculture in a semi-industrialized country: the case of Brazil. In: THORBECKE, E., ed. *The role of agriculture in economic development*. New York, Columbia University Press, 1969.
- OWEN, W. F. The double developmental squeeze on agriculture. *American Economic Review*, 56 (1) :43-70, mar. 1966.
- RUTTAN, V. *Growth stage theories, dual economic models and agriculture development policy*. Guelph, University of Guelph, Dept. of Agr. Econ., Pub. n.º AE 1968/2, 1968.
- SAMUELSON, P. A. Parable and realism in capital theory: the surrogate production function. *Review of Economic Studies*, 29 (3) :193-206, jun. 1962.
- SCHUH, G. E. "Comments" on W. H. Nicholls: The transformation of agriculture in a semi-industrialized country: the case of Brazil. In: THORBECKE, E., ed. *The role of agriculture in economic development*. New York, Columbia University Press, 1969.
- SRAFFA, P. *Production of commodities by means of commodities: prelude to a critique of economic theory*. Cambridge, Cambridge University Press, 1960.

(Originais recebidos em junho de 1983. Revistos em setembro de 1983.)

