

# IMPACTOS DOS GANHOS DE PRODUTIVIDADE DO SETOR AGRÍCOLA SOBRE O CRESCIMENTO DE ECONOMIAS ABERTAS

Rosemeiry Melo Carvalho

Flávio Ataliba F. D. Barreto

**RESUMO :** Este artigo procura explicar a influência da produtividade agrícola sobre o emprego, renda e bem-estar de economias abertas. A partir dos resultados obtidos conclusão obtida nesse capítulo contradiz a visão convencional da existência de uma relação negativa entre produtividade agrícola e crescimento econômico. O modelo estabelece que, dependendo da magnitude dos parâmetros observados, os ganhos de produtividade na agricultura podem não reduzir o crescimento da economia, de forma que não existe necessariamente uma relação negativa entre produtividade agrícola e crescimento econômico. Por outro lado, o fato de uma economia se especializar na agricultura não necessariamente implica em perda de bem-estar tanto no curto quanto no longo prazo.

**Palavras-chave:** *Learning-by-Doing*, Produtividade Agrícola, Crescimento Econômico.

## 1- INTRODUÇÃO

Durante muitos anos os economistas tentam explicar porque a renda *per capita* tem crescido em alguns países, enquanto que em outros tem se mantido estagnada ou até mesmo apresentado uma tendência decrescente.

Para analisar as diferenças nas performances de crescimento entre países, Summers and Heston (1988), calcularam a taxa de crescimento para 114 países no período compreendido entre os anos de 1960 e 1985. Enquanto países como Singapura, Korea, Hong Kong, Taiwan e Japão apresentaram uma taxa média anual de crescimento da renda per capita superior a 5%, o Uruguai, Guyana, Ghana, Venezuela e Chad apresentaram reduções, sugerindo que durante o período analisado não há evidências de que o nível inicial da renda *per capita* e crescimento econômico estejam fortemente correlacionados.

Desde os clássicos como Mill e Marx, especulava-se que o padrão de vida de uma sociedade não poderia aumentar indefinidamente a menos que o avanço na tecnologia aumentasse a produtividade dos recursos. O suporte analítico dos economistas neoclássicos foi importante para mostrar que se o crescimento baseia-se na acumulação de capital e se a função de produção apresenta retornos decrescentes para o fator que se acumula, não há ganhos de produtividade e o incentivo a investir pode desaparecer no longo prazo. É sabido que, desde a revolução industrial, o investimento tem sido progressivo em muitos países e que mudanças tecnológicas têm desempenhado um papel fundamental no processo de crescimento econômico.

O progresso tecnológico, no entanto, é um fenômeno guiado por forças do mercado, não sendo, portanto um simples processo aleatório. A endogeneização da tecnologia num ambiente de competição imperfeita foi uma alternativa teórica que se contrapôs ao arcabouço neoclássico tradicional em que firmas tomadoras de preços, agindo num mercado perfeitamente competitivo, têm acesso a funções de produção com retornos constantes de escala no capital e trabalho. Uma vez que a tecnologia é um bem não-rival e sua produção representa custos, as firmas somente se engajarão em produzir novas descobertas se receberem algum benefício adicional.

As implicações dos incentivos privados para pesquisa e desenvolvimento (P&D) e inovações no crescimento econômico têm sido amplamente discutido na literatura, especialmente em Romer (1990), Grossman e Helpman (1991 a) e Aghion e Howit (1992).

A geração de novos conhecimentos ou tecnologia pode ocorrer, não necessariamente, como esforço deliberado, mas advinda do efeito paralelo da atividade econômica convencional. Esse efeito, conhecido como *learning by doing*, considerado na literatura a partir de Arrow (1962), ganhou grande destaque com o trabalho de Romer (1986), o qual propõe um modelo em que não existem retornos decrescentes do capital devido as externalidades associada à sua acumulação, de modo que a produtividade de uma firma individual cresce à medida que se agrega capital.

A importância da tecnologia e do conhecimento no crescimento econômico tem sido reforçada nas últimas décadas com o aprofundamento das relações comerciais entre os países. Esse processo tem conduzido a uma ampla discussão sobre o padrão de especialização das economias, como decorrência de suas vantagens comparativas.

Uma importante parte da recente literatura teórica nessa área foi iniciada com Lucas (1988). Ele considera um ambiente econômico em que o capital humano representa a fonte de crescimento e analisa os efeitos do *learning-by-doing* nesse contexto. De acordo com essa análise, sob a suposição de livre comércio, as condições iniciais da economia determinam o padrão de vantagem comparativa de cada país.

O modelo prevê também que as vantagens comparativas de cada país são reforçadas pelo processo de *learning-by-doing*. Desse modo, os países que se especializam em setores com pouco *learning-by-doing* divergirão das outras economias do mundo, enquanto que os países com vantagens comparativas iniciais em setores com significativa *learning-by-doing* se beneficiarão com o livre comércio.

A Literatura também tem chamado a atenção para o fato de que o livre comércio pode levar a um padrão de crescimento mais acelerado. Grossman e Helpman, (1989, 1990, 1991b), Rivera-Batiz & Romer (1991a e 1991b), Romer (1990) e Krugman (1990), afirmam que o comércio aumenta as inovações tecnológicas devido principalmente às economias de escala e *spillovers* tecnológicos.

Young (1991) e Stokey (1991) sugerem que, como o processo de inovação e *spillover* do conhecimento ocorre com maior velocidade entre as economias industrializadas desenvolvidas, seu padrão de crescimento torna-se mais acelerado do que o dos países menos

desenvolvidos e a dinâmica do *learning-by-doing* intensificam o padrão inicial de vantagens comparativas. A intensificação do comércio favorece formação de clubes de convergência onde países menos desenvolvidos se especializam na produção de bens de baixa tecnologia, enquanto países desenvolvidos em bens de alta tecnologia (Danny-Quah, 1997).

Matsuyama (1992), analisa o padrão de crescimento e bem-estar considerando duas economias, uma economia doméstica e outra caracterizada como o *resto do mundo*. Em cada uma delas a atividade produtiva está dividida em dois setores, um industrial cuja dinâmica é dado por um processo de *learning-by-doing*, e um setor agrícola que não apresenta dinâmica.

Sob essas suposições, considerando-se um ambiente de livre comércio, a economia que apresentar vantagens comparativas iniciais no setor industrial crescerá ao longo do tempo. Por outro lado, se a economia se especializar na agricultura irá estagnar.

O modelo prevê também que, como os setores industrial e agrícola competem por mão-de-obra, um choque de produtividade na agricultura reduziria o emprego na indústria, diminuindo sua produção e por extensão a taxa de crescimento da economia, evidenciando-se a existência de uma relação negativa entre produtividade agrícola e crescimento econômico.

Essas idéias reforçam o argumento de que o livre comércio acentua as defasagens tecnológicas entre economias mais industrializadas e as economias agrícolas. Grossman e Helpman (1991c) afirmam que os *gaps* tecnológicos entre as economias cresce permanentemente porque os países menos desenvolvidos crescem a taxas menores que os mais desenvolvidos.

Considerando a suposição de livre comércio e a teoria das vantagens comparativas, a inexistência de ganhos tecnológicos na agricultura determina taxas de crescimento diferenciadas entre economias desenvolvidas e agrícolas. No entanto, se há ganhos de produtividade na agricultura esses resultados podem ser alterados.

Por muitos anos o papel da agricultura no desenvolvimento econômico foi fortemente influenciado pela teoria econômica clássica, fundamentada especialmente pelas idéias de Adam Smith, Thomas A. Malthus e David Ricardo, a qual afirma que a acumulação de capital é a principal fonte de crescimento. De acordo com essas idéias, o aumento da produtividade na agricultura desvia o fluxo de trabalho utilizado no setor de manufatura, onde o progresso tecnológico é capaz de eliminar a tendência de retornos decrescentes, enquanto na agricultura isso não ocorre.

A literatura recente tem feito uma substancial revisão da teoria clássica, especialmente no que concerne às implicações dos avanços tecnológicos (mecânicos, químicos e biotecnologia) sobre o crescimento de longo prazo da produção agrícola. No entanto, o processo pelo qual as variações tecnológicas são geradas tem sido tratado como um fenômeno exógeno ao sistema econômico, ou seja, são considerados como um produto de avanços autônomos no conhecimento técnico-científico.

Na agricultura, as restrições impostas ao desenvolvimento pela disponibilidade de terras cultiváveis podem ser reduzidas através dos avanços tecnológicos, biológicos e químicos, os quais podem ser considerados *land-saving*. Enquanto que as restrições impostas pela oferta de trabalho podem ser amenizadas através dos avanços tecnológicos mecânicos (*labor-saving*). A capacidade de uma economia alcançar um rápido crescimento do produto e da produtividade agrícola está diretamente relacionada com sua capacidade de escolha da combinação ótima entre essas duas alternativas.

Alguns estudos recentes têm analisado evolução da produtividade agrícola no Brasil. Analisando o período compreendido entre os anos de 1970 e 1995, Marinho e Carvalho (2002) verificaram que a agricultura brasileira apresentou ganhos médios de produtividade de 41%, enquanto que Vicente, Anfalos e Caser (2001) obtiveram valores bem mais elevados (95%).

De acordo com Barros (1999) de 1975 a 1995 a produtividade agrícola brasileira cresceu à uma taxa média de 3,6% ao ano, sendo que a produtividade da terra teve um crescimento anual de 2,47% enquanto que a do trabalho foi de 3,26%. Constatou-se também que 1/3 do crescimento do produto foi explicado pela elevação da produtividade total dos fatores, cabendo aos outros insumos, (capital, terra e mão-de-obra) os outros 2/3.

Neste sentido, este capítulo analisa a influência da produtividade agrícola sobre o emprego, renda e bem-estar de economias abertas, utilizando o arcabouço teórico apresentado em Matsuyana (1992).

No modelo proposto originalmente são considerados duas economias em um ambiente de livre comércio, com dois setores de produção, industrial e agrícola, com perfeita mobilidade de mão-de-obra entre os setores, mas não entre as economias. A dinâmica da economia ocorre no setor industrial através do processo de *learning-by-doing* e no setor agrícola não existe evolução de produtividade. Ademais considera-se também que existe perfeita difusão de conhecimento entre as economias de modo que os parâmetros de produtividade entre elas são iguais.

No entanto, a literatura recente anteriormente citada evidencia ganhos expressivos de produtividade na agricultura. Para incorporar esses efeitos, o presente modelo teórico introduz a possibilidade de *learning-by-doing* também no setor agrícola, tornando o modelo mais geral, ou seja, o crescimento do produto não está condicionado apenas a industrialização e deste modo economias com fortes setores agrícolas também podem apresentar elevados níveis de renda e bem-estar.

Adicionalmente este modelo também admite a possibilidade de que os parâmetros de produtividade entre as economias sejam distintos. A principal vantagem de se flexibilizar essa suposição é que alterações na magnitude dos parâmetros podem modificar o padrão inicial de vantagens comparativas entre as economias revertendo a tendência de especialização em um determinado setor produtivo.

Além dessa seção introdutória são apresentadas mais cinco seções. Na segunda seção faz-se a descrição do modelo para a economia doméstica e o *resto do mundo*. A terceira

seção analisa o padrão inicial e a dinâmica do emprego. A quarta é dedicada a análise de bem-estar. Por fim na última seção são apresentadas algumas conclusões.

## 2- DESCRIÇÃO DO MODELO

Assim como em Matsuyama (1992), este modelo é essencialmente uma variação da estrutura teórica de Ricardo-Viner-Jones (Wong, 1995), seguindo as seguintes hipóteses iniciais:

- i. Existe uma quantidade contínua de economias abertas, as quais não são suficientemente grandes para influenciar o comportamento das demais. Uma delas é chamada *economia doméstica* e as demais de *resto do mundo*.
- ii. Cada economia é composta por empresas e famílias.
- iii. A dotação de fatores em cada economia é fixa e os bens são produzidos em dois setores distintos, industrial e agrícola.
- iv. Utiliza-se três insumos básicos: capital industrial, capital agrícola e mão-de-obra.
- v. O capital industrial e o capital agrícola são de uso exclusivo em cada setor;
- vi. A mão-de-obra é considerada homogênea e pode se deslocar entre os setores, mas não entre as economias;
- vii. Toda a mão-de-obra disponível está plenamente empregada e não existem diferenças salariais entre os setores.
- viii. As tecnologias de produção são homogêneas de grau um e exibem retornos decrescentes nos dois setores.
- ix. As produtividades aumentam ao longo do tempo através do processo de *learning-by-doing*.
- x. Não existem *spillovers* de conhecimento entre os setores nem entre as economias.

As hipóteses apresentadas referem-se a uma estrutura teórica onde cada economia, *doméstica* e *resto do mundo*, atua em um ambiente perfeitamente competitivo, ou seja, os preços dos fatores de produção e dos produtos são dados tanto para as empresas quanto para as famílias.

Para isolar os efeitos da evolução da produtividade agrícola e industrial considera-se que em cada economia cada um dos setores possui dotações fixas de capital ao longo do tempo. Desse modo as alterações nos níveis de produção dependerão apenas do deslocamento da mão-de-obra entre os setores, a qual é homogênea e a condição de competição perfeita assumida anteriormente, assegura que não haja diferenças salariais entre os setores.

A existência de fatores fixos na função de produção determina retornos decrescentes de escala e para que as funções possam ser apresentadas na sua forma intensiva assume-se homogeneidade de grau 1.

As hipóteses referentes ao aumento de produtividade pelo processo de *learning-by-doing* e a não existência de *spillovers* de conhecimento permitem que se analise os efeitos das variações da produtividade em cada setor no produto da economia e no nível de bem-estar de forma isolada.

## 2.1- A Economia Doméstica

### *Tecnologia de produção da indústria*

Considere a tecnologia de produção da indústria descrita pela função de produção:

$$Y_{It} = I_t F(L_{It}, K) \quad F(0)=0, F'>0, F''<0 \quad (1)$$

onde

$Y_{It}$  é a quantidade produzida de bens industrializados no período  $t$ ;

$I_t$  corresponde à produtividade do setor industrial;

$L_{It}$  representa a parcela da mão-de-obra empregada nesse setor; e,

$K$  é a quantidade de capital utilizada na indústria.

Como a mão-de-obra está plenamente empregada nos setores industrial e agrícola, tem-se:

$$L_{It} + L_{At} = 1 \quad (2)$$

onde  $L_{At}$  representa a parcela da mão-de-obra empregada no setor agrícola e a quantidade total de trabalho ofertada ( $L$ ) é normalizada por um.

Dividindo a equação (1) pela quantidade utilizada de capital nesse setor, tem-se:

$$\frac{Y_{It}}{K} = I_t F\left(\frac{L_{It}}{K}, \frac{K}{K}\right) \quad (3)$$

ou ainda,

$$y_{it} = I_t F\left(\frac{L_{it}}{K}, 1\right) \quad (3a)$$

Fazendo  $y_{it} \equiv Y_{it}/K$  e  $l_{it} \equiv L_{it}/K$  em (3a), a produção do setor industrial por unidade utilizada de capital pode ser representada na sua forma intensiva como:

$$y_{it} = I_t f(l_{it}) \quad (4)$$

### *Tecnologia de produção da agricultura*

A tecnologia de produção do setor agrícola é dada por:

$$Y_{At} = A_t G(L_{At}, T) \quad G(0)=0, G'>0, G''<0 \quad (5)$$

onde

$Y_{At}$  é a quantidade produzida de bens agrícolas no período  $t$ , excluindo-se a parcela destinada ao consumo de subsistência, considerando-se apenas a produção destinada à comercialização. Assim tem-se que,  $Y_{At} > \gamma L$ , onde  $\gamma$  representa o nível de consumo de subsistência<sup>1</sup>.

$A_t$  corresponde à produtividade do setor agrícola;

$L_{At}$  representa a parcela da mão-de-obra empregada nesse setor; e,

$T$  é a quantidade de capital utilizada na agricultura.

De modo semelhante ao produto industrial, a produção agrícola pode ser representada na sua forma intensiva como:

$$y_{At} = A_t f(l_{At}) \quad (6)$$

onde  $y_{At} \equiv Y_{At}/T$  e  $l_{At} \equiv L_{At}/T$ .

---

<sup>1</sup> O parâmetro  $\gamma$  satisfaz à condição  $AG(1) > \gamma L > 0$ . Deste modo, a quantidade de bens produzida no setor agrícola é mais que suficiente para garantir o nível de consumo de subsistência.

Dado que os estoques de capital industrial e agrícola são fixos, existe uma relação negativa entre as participações relativas da mão-de-obra nesses setores, ou seja,<sup>2</sup>

$$l_{It} = j(l_{At}) \quad j' < 0 \quad (7)$$

### *Evolução da produtividade*

Supõe-se que o nível tecnológico nos dois setores evolui ao longo do tempo devido a um processo de *learning-by-doing*. Os efeitos da experiência prática são puramente externos às firmas que os geram. Com completo *Spillovers*, as decisões de produção e emprego das firmas são feitas tomando como dados seus níveis de produtividade.

As produtividades industrial e agrícola evoluem ao longo do tempo de acordo com as equações<sup>3</sup>:

$$\dot{I}_t = \delta Y_{It}, \quad \delta > 0 \quad (8)$$

$$\dot{A}_t = \nu Y_{At} \quad \nu > 0 \quad (9)$$

Em Matsuyama (1992), o processo de *learning-by-doing* afeta apenas a evolução da produtividade no setor industrial. Neste modelo considera-se também que há ganhos de produtividade na agricultura, de modo que a dinâmica da economia está condicionada a evolução da produtividade nos dois setores.

### *Equilíbrio no mercado de trabalho*

A partir das equações (4) e (6), pode-se obter as produtividades marginais da mão-de-obra nos dois setores:

$$\frac{dy_{It}}{dl_{It}} = I_t f'(l_{It}) \quad (10)$$

<sup>2</sup> Considerando a hipótese de pleno emprego, toda a força de trabalho da economia ( $L$ ) está distribuída entre os setores industrial e agrícola,  $L^I + L^A = L$ . Assim, tem-se que  $Kl_{It} + Tl_{At} = 1 \Rightarrow l_{It} = 1 - \frac{T}{K}l_{At}$ . Então,

$$l_{It} = j(l_{At}).$$

<sup>3</sup> Uma alternativa possível e mais realista seria modelar o problema considerando a produtividade agrícola como uma função da produtividade industrial, ou seja,  $\nu = h(\delta)$ , onde  $h' > 0$ , porém por simplicidade essa hipótese não será considerada nesse modelo.

$$\frac{dy_{At}}{dl_{At}} = A_t g'(l_{At}) \quad (11)$$

A competição por mão-de-obra entre os dois setores estabelece que os valores das produtividades marginais desse fator sejam iguais, conduzindo à seguinte condição de equilíbrio no mercado de trabalho:

$$A_t g'(l_{At}) = p_t I_t f'(l_{It}) \quad (12)$$

onde  $p_t$  representa a relação entre os preços dos bens industrializados e agrícolas, ou seja,  $p_t \equiv p_{It} / p_{At}$ .

### *Preferência dos consumidores*

As preferências dos consumidores são não-homotéticas<sup>4</sup> e, de acordo com a Lei de Engel, a elasticidade-renda da demanda por bens agrícolas é menor que a unidade. Todos os consumidores têm preferências idênticas, de acordo com a função utilidade,

$$U = \int_0^{\infty} u(c_{At}, c_{It}) e^{-\rho t} dt \quad (13)$$

Considerando uma forma funcional com elasticidade de substituição constante (CES), a função utilidade instantânea pode ser representada por:

$$u(c_{At}, c_{It}) = \begin{cases} \frac{[(c_{At} - \gamma)^\beta c_{It}]^{1-\sigma} - 1}{(1-\sigma)} & \text{para } \sigma > 0, \sigma \neq 1 \\ \beta \log(c_{At} - \gamma) + \log(c_{It}) & \text{para } \sigma = 1 \end{cases} \quad (14)$$

onde  $c_{At}$  e  $c_{It}$  referem-se aos consumos *per capita* de bens agrícolas e bens industrializados, a partir de tempo  $t$ ;  $\gamma$  representa o nível de consumo de subsistência de bens agrícolas, considerado como sendo maior que zero<sup>5</sup>;  $\rho$  é a taxa de preferência dos indivíduos e  $\sigma$  é a elasticidade de substituição entre o consumo de bens agrícolas e industrializados.

---

<sup>4</sup> Uma relação de preferência monotônica em  $x = \mathfrak{R}_+^L$  é homotética se todos os conjuntos de indiferença estão relacionados por uma expansão ao longo do raio; isto é, se  $x \sim y$ , então  $\alpha x \sim \alpha y$  para qualquer  $\alpha \geq 0$ . No entanto, considerando-se que os bens agrícolas apresentam um nível de consumo de subsistência positivo, ou seja,  $\gamma > 0$ , a função utilidade torna-se não-homotética, de modo que todos os conjuntos de indiferença estão dispostos paralelamente ao longo do eixo que representa o consumo desse bem.

<sup>5</sup> A hipótese de  $\gamma > 0$  elimina a possibilidade de que as alterações na produtividade agrícola não tenha impacto sobre o nível de emprego no setor industrial.

## 2.2- A Economia Mundial

### *Tecnologia de produção da indústria*

A tecnologia de produção da indústria no *resto do mundo* é dada por:

$$Y_{It}^* = I_t^* F(L_{It}^*, K^*) \quad F(0)=0, F'>0, F''<0 \quad (15)$$

onde

$Y_{It}^*$  é a quantidade produzida de bens industrializados no período t;

$I_t^*$  refere-se à produtividade do setor industrial;

$L_{It}^*$  representa a parcela da mão-de-obra empregada nesse setor; e,

$K^*$  é a quantidade de capital utilizada na indústria.

Considerando-se também que a mão-de-obra está plenamente empregada nos setores industrial e agrícola, normalizando a quantidade total de trabalho ofertada (L) para 1 e dividindo (15) pela quantidade utilizada de capital ( $K^*$ ), tem-se:

$$y_{It}^* = I_t^* f(l_{It}^*) \quad (16)$$

onde  $y_{It}^* \equiv Y_{It}^*/K^*$  e  $l_{It}^* \equiv L_{It}^*/K^*$ .

### *Tecnologia de produção na agricultura*

A função de produção do setor agrícola do *resto do mundo* é dada por:

$$Y_{At}^* = A_t^* G(L_{At}^*, T^*) \quad G(0)=0, G'>0, G''<0 \quad (17)$$

onde:

$Y_{At}^*$  é a quantidade produzida de bens agrícolas no período t, excluindo-se a parcela destinada ao consumo de subsistência.

$A_t^*$  corresponde à produtividade do setor agrícola;

$L_{At}^*$  representa a parcela da mão-de-obra empregada nesse setor; e,

$T^*$  é a quantidade de capital utilizada na agricultura.

Em termos de unidade de capital, a produção agrícola pode ser representada por:

$$y_{At}^* = A_t^* f(l_{At}^*) \quad (18)$$

onde  $y_{At}^* \equiv Y_{At}^*/T^*$  e  $l_{At}^* \equiv L_{At}^*/T^*$ .

No *resto do mundo* os estoques de capital industrial e agrícola também são fixos, existindo uma relação negativa entre as participações relativas da mão-de-obra nos dois.

$$l_{It}^* = j^*(l_{At}^*) \quad (h^*)' < 0 \quad (19)$$

### *Evolução da produtividade*

Assim como na economia doméstica, os níveis de produtividade industrial e agrícola evoluem devido a um processo de *learning-by-doing* de acordo com as expressões:

$$\dot{I}_t^* = \delta^* Y_{It}^*, \quad \delta^* > 0 \quad (20)$$

$$\dot{A}_t^* = \nu^* Y_{At}^*, \quad \nu^* > 0 \quad (21)$$

Diferentemente de Matsuyama (1992), os parâmetros de velocidade de acumulação de produtividade são diferentes entre as economias,  $\delta \neq \delta^*$  e  $\nu \neq \nu^*$ , refletindo a ausência de completo *spillovers*.

### *Equilíbrio no mercado de trabalho*

Utilizando as equações (16) e (18), pode-se obter as à seguinte condição de equilíbrio no mercado de trabalho:

$$A_t^* g'(l_{At}^*) = p_t I_t^* f'(l_{It}^*) \quad (22)$$

## **3. DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE EMPREGO**

Considerando que não há barreiras comerciais e nenhum tipo de distorção de preços, sob especialização incompleta, o emprego nos setores industrial e agrícola é determinado a partir das condições de equilíbrio no mercado de trabalho na economia doméstica e no *resto do mundo*.

Das equações (12) e (22) tem-se:

$$\frac{f'(l_t)}{g'(l_{At})} = \frac{A_t}{p_t I_t} \quad (23a)$$

$$\frac{f'(l_t^*)}{g'(l_{At}^*)} = \frac{A_t^*}{P_t I_t^*} \quad (23b)$$

Fazendo a razão entre essas duas equações, tem-se:

$$\frac{f'(l_t)}{g'(l_{At})} = \frac{A_t / I_t}{A_t^* / I_t^*} \frac{f'(l_t^*)}{g'(l_{At}^*)}. \quad (24)$$

Os setores agrícola e industrial competem por mão-de-obra de modo que uma elevação da produtividade agrícola desloca trabalhadores para este setor, reduzindo conseqüentemente o emprego e o nível de produção na indústria. Como os ganhos de produtividade em ambos os setores ocorrem devido a um processo de *learning-by-doing* existe uma relação negativa entre a produtividade agrícola e nível de emprego industrial, ou seja:

$$l_t^* = h(A_t^*) \quad h' < 0 \quad (25)$$

A partir das equações (24) e (25) pode-se estabelecer uma relação entre vantagens comparativas e nível de emprego. Em (24) a relação  $f'(l_t)/g'(l_{At})$  é decrescente em  $l_t$ . Considerando-se um período inicial,  $t = 0$ , se o setor agrícola da economia doméstica for relativamente mais produtivo que o do *resto do mundo*, ( $A_0 / I_0 > A_0^* / I_0^*$ ), ou seja, se a economia doméstica tem vantagens comparativas na agricultura, haverá um deslocamento da mão-de-obra do setor industrial para o setor agrícola na economia doméstica de modo que  $l_{A0} > l_{A0}^*$ . Por outro lado, se a economia doméstica tem vantagens comparativas na indústria,  $A_0 / I_0 < A_0^* / I_0^*$ , a participação do emprego industrial será maior na economia doméstica que no *resto do mundo*,  $l_{I0} > l_{I0}^*$ .

### 3.1. Dinâmica do Emprego na Economia Doméstica

Considerando-se a participação da mão-de-obra na indústria e na agricultura da economia do *resto do mundo* como constante, substituindo (7) em (24), aplicando logaritmo e diferenciando (24) em relação ao tempo, obtém-se:

$$\left[ \frac{f''(j(l_{At}))}{f'(j(l_{At}))} j'(l_{At}) - \frac{g''(l_{At})}{g'(l_{At})} \right] \dot{l}_{At} = \left[ \frac{\dot{A}_t}{A_t} - \frac{\dot{A}_t^*}{A_t^*} \right] - \left[ \frac{\dot{I}_t}{I_t} - \frac{\dot{I}_t^*}{I_t^*} \right] \quad (26)$$

A equação (26) mostra a evolução do emprego na agricultura da economia doméstica ao longo do tempo. Se o diferencial de crescimento da produtividade agrícola na economia doméstica em relação ao *resto do mundo* for superior ao diferencial da evolução da produtividade na indústria, a participação do emprego no setor agrícola da economia doméstica crescerá, uma vez que o termo entre colchetes do lado esquerdo da equação é positivo.

A evolução do emprego também pode ser relacionada com os parâmetros de produtividade  $\nu, \nu^*, \delta$  e  $\delta^*$ . Substituindo (4) e (6) em (8) e (9), respectivamente, obtém-se as taxas de crescimento das produtividades nos setores agrícola e industrial da economia doméstica, as quais são dadas, respectivamente, por,  $\dot{A}_t/A_t = \nu T g(l_{At})$  e  $\dot{I}_t/I_t = \delta K f(l_{It})$ . As taxas de crescimento das produtividades no *resto do mundo* são obtidas substituindo-se (16) e (18) em (20) e (21), de onde se obtém,  $\dot{A}_t^*/A_t^* = \nu^* T^* g(l_{At}^*)$  e  $\dot{I}_t^*/I_t^* = \delta^* K^* f(l_{It}^*)$ . Desse modo, a equação (26) pode ser representada, alternativamente, como:

$$\left[ \frac{f''(j(l_{At}))}{f'(j(l_{At}))} j'(l_{At}) - \frac{g''(l_{At})}{g'(l_{At})} \right] \dot{l}_{At} = \left\{ \left[ \nu T g(l_{At}) - \nu^* T^* g(l_{At}^*) \right] - \left[ \delta K f(l_{It}) - \delta^* K^* f(l_{It}^*) \right] \right\} \quad (27)$$

A equação (27) mostra que se a economia doméstica apresenta um setor agrícola mais produtivo que o resto do mundo, ou seja, se  $\nu T g(l_{At}) > \nu^* T^* g(l_{At}^*)$  e  $\delta K f(l_{It}) < \delta^* K^* f(l_{It}^*)$ , o emprego na agricultura doméstica será crescente. A velocidade de crescimento do emprego nesse setor pode ser influenciada pela magnitude dos parâmetros  $\nu, \nu^*, \delta$  e  $\delta^*$ . Assim, por exemplo, medidas que objetivem aumentar a velocidade de absorção de novos conhecimentos na agricultura reforçarão o padrão inicial de vantagens comparativas, aumentando a taxa de crescimento do emprego nesse setor.

Por outro lado, se  $\nu^*$  do *resto do mundo* se ampliar, a vantagem comparativa da economia doméstica na agricultura se reduz, tornando-a menos especializada. Perceba ainda que a especialização completa da economia doméstica em um dos setores dependerá das propriedades das funções de produção na origem, de modo que  $\lim_{t \rightarrow \infty} l_{At} = 0$  se  $l_{A0} < l_A^*$ , e  $\lim_{t \rightarrow \infty} l_{At} = 1$  se  $l_{A0} > l_A^*$ .

Considerando que o produto total é a soma do produto de cada setor, a partir das equações que representam as tecnologias de produção da indústria (1) e agricultura (5), oferta total de mão de obra (2) e evolução da produtividade industrial (8) e agrícola (9), obtém-se a taxa de crescimento do produto na economia doméstica, a qual é dada por:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \delta F(1 - L_{AT}, K) + \nu G(L_{AT}, T) + \left( \frac{G_{L_{AT}}}{G(L_{AT}, T)} - \frac{F_{L_{IT}}}{F(L_{IT}, K)} \right) \cdot \dot{L}_{AT} \quad (28)$$

Onde  $G_{L_{AT}}$  e  $F_{L_{IT}}$ , representam, respectivamente, as produtividades marginais da mão-de-obra empregada no setores agrícola e industrial.

Como pode ser visto pela equação (28), a taxa de crescimento do produto da economia está condicionada apenas aos valores dos parâmetros  $\delta$  e  $\nu$ , os quais determinam a velocidade de acumulação de conhecimento nos setores industrial e agrícola, respectivamente. Desse modo, se a taxa de acumulação do conhecimento na agricultura for muito elevada em relação à indústria a economia poderá ter um grande setor agrícola e crescer a taxas elevadas.

Em Matsuyama (1992), os ganhos de produtividade na agricultura são negligenciados. Essa hipótese corresponde a um valor  $\nu = \nu^* = 0$  na equação (27), de modo que, as taxas de crescimento do emprego agrícola são subestimadas para economias que inicialmente apresentam vantagens comparativas na agricultura. Ele considera também uma hipótese mais restritiva em que há perfeito transbordamento do conhecimento entre os setores industriais da economia doméstica e do *resto do mundo*, de modo que  $\delta = \delta^*$ . Porém nesse modelo considera-se uma suposição mais geral  $\nu \neq \nu^*$  e  $\delta \neq \delta^*$ , permitindo que haja inversão de vantagens comparativas entre as economias. Portanto, o resultado obtido por Matsuyama (1992) pode ser visto como uma situação particular do presente modelo.

Das equações (24) a (28), pode-se verificar que se inicialmente as produtividades relativas da agricultura nas duas economias forem iguais, os níveis de emprego na agricultura e indústria também serão. Um aumento da produtividade relativa da agricultura na economia doméstica, provocará um deslocamento da mão-de-obra para este setor, de modo que  $l_{At} > l_A^*$ .

Em termos de trajetória do emprego agrícola, tem-se que se a economia doméstica tem vantagem comparativa na agricultura em um período inicial  $t = 0$ , a taxa de crescimento do emprego nesse setor será positiva. ( $\dot{l}_{At} > 0$ ). Se há um aumento da taxa de crescimento da produtividade agrícola na economia doméstica ( $\dot{A}/A$ ), a trajetória de crescimento do emprego agrícola dessa economia se deslocará para cima.

De acordo com Matsuyama (1992), em economias abertas, se não há *learnig-by-doing* na agricultura existe relação negativa entre produtividade agrícola e crescimento econômico. Porém quando se introduz um processo de *learning-by-doing* também na agricultura isso não necessariamente ocorre, pois o deslocamento da mão-de-obra para o setor agrícola elevaria a produção, aumentando continuamente a produtividade e a renda da economia.

#### 4. RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E BEM-ESTAR

Um outro ponto relevante do modelo é analisar os impactos da produtividade agrícola sobre bem-estar da economia. Considerando-se a renda nacional da economia

doméstica,  $R_t$ , como sendo a soma dos valores dos bens produzidos nos setores agrícola e industrial, ou seja:

$$R_t = A_t g(l_{At}) + p_t I_t f(l_{It}) \quad (29)$$

O dispêndio nacional *per capita* ( $E_t / L$ ) será dado por:

$$\frac{E_t}{L} = c_{At} + p_t c_{It} \quad (30)$$

A função utilidade instantânea do agente representativo na economia doméstica é dada pela equação (14). Fazendo  $\sigma = 1$  em (14), o problema do indivíduo em cada período de tempo será maximizar a seguinte função utilidade:

$$\text{Max } U = \int_0^{\infty} [\beta \log(c_{At} - \gamma) + \log(c_{It})] e^{-\rho t} dt$$

sujeito a (31)

$$c_{At} + p_t c_{It} \leq R_t / L$$

Do problema (31) pode-se obter a demanda *per capita* por bens agrícolas em função dos preços relativos e da demanda por bens industrializados (*per capita*), como sendo:

$$c_{At} = \gamma + \beta p_t c_{It} \quad (32)$$

Substituindo (32) em (31) tem-se:

$$U = \int_0^{\infty} [\beta \log(\beta p_t c_{It}) + \log(c_{It})] e^{-\rho t} dt \quad (33)$$

De (30) tem-se:

$$c_{At} = E_t / L - p_t c_{It} \quad (34)$$

Substituindo (32) em (34) pode-se obter a demanda per capita por bens industrializados:

$$c_{It} = \frac{(E_t / L) - \gamma}{(1 + \beta) p_t} \quad (35)$$

Substituindo (35) em (33), obtém-se a função utilidade indireta do agente representativo,

$$h = (1 + \beta) \int_0^{\infty} \log\left(\frac{E_t}{L} - \gamma\right) e^{-\rho t} dt + \Psi \quad (36)$$

onde  $\Psi = -\int_0^{\infty} \log(p_t) e^{-\rho t} dt + \int_0^{\infty} [\beta \log \beta + (1 + \beta) \log(1 + \beta)] e^{-\rho t} dt$ .

A partir da equação (36) pode-se analisar o bem estar da economia doméstica relacionando-o com seu nível de renda agregada,  $R_t$ , considerando duas situações: na primeira, assume-se que não existe mercado de capitais, ou seja, não há possibilidade da economia doméstica emprestar ou adquirir empréstimos do *resto do mundo*, de modo que  $R_t = E_t$  em cada período de tempo. Assim,

$$h_1 = (1 + \beta) \int_0^{\infty} \log\left(\frac{R_t}{L} - \gamma\right) e^{-\rho t} dt + \Psi \quad (37)$$

Na segunda situação considera-se a existência de um perfeito mercado de capitais, de modo que a economia doméstica pode emprestar e obter empréstimos a uma taxa de juros constante ( $r$ ) a qual é igual a taxa de desconto ( $\rho$ ). Desse modo, a economia doméstica gasta uma quantidade constante em cada período de tempo, dada por:

$$\frac{E_t}{\rho} = \int_0^{\infty} R_t e^{-\rho t} dt \quad (38)$$

onde o termo do lado esquerdo corresponde ao valor presente da despesa descontada a uma taxa  $r$ .

Substituindo (38) em (36):

$$h_2 = (1 + \beta) \rho^{-1} \log\left[\rho \int_0^{\infty} \frac{R_t}{L} e^{-\rho t} dt - \gamma\right] + \Psi \quad (39)$$

A renda do *resto do mundo* é dada por:

$$R_t^* = A_t^* g(l_{At}^*) + p_I I_t^* f(l_{It}^*) \quad (40)$$

Multiplicando e dividindo o segundo termo do lado direito da equação (22) por  $f(l_{It}^*)$ , e substituindo em (40) obtém-se:

$$R_t^* = A_t^* \left[ g(l_{At}^*) + g(l_{At}^*) \frac{f(l_{It}^*)}{f'(l_{It}^*)} \right] \quad (41)$$

Se a produtividade da agricultura na economia doméstica for igual a do *resto do mundo*, a participação da mão-de-obra empregada nos setores agrícola e industrial serão

iguais em todas as economias, de modo que a renda da economia doméstica e do *resto do mundo* serão iguais,  $R_t = R_t^*$ , e constantes ao longo do tempo.

Fazendo  $R_t = R_t^* = R$  em (41) e substituindo o resultado em (39), tem-se que

$$h_2 = (1 + \beta)\rho^{-1} \log\left(\frac{R}{L} - \gamma\right) + \Psi \quad (42)$$

Da equação (42) verifica-se que se não há vantagens comparativas entre as economias, o nível de bem-estar da economia doméstica independe da existência de mercados de capitais internacionais, isto é,  $h_1 = h_2 = (1 + \beta)\rho^{-1} \log\left(\frac{R_t^*}{L} - \gamma\right) + \Psi$ . Isso decorre do fato de não haver deslocamento de mão-de-obra entre os setores da economia e conseqüentemente não haver alteração da renda ao longo do tempo. Desde que a medida de bem-estar depende do nível de renda da economia, esta também permanecerá inalterada.

Os resultados obtidos por Matsuyama (1992) indicam que a renda de uma economia e, conseqüentemente, o seu bem-estar crescerá se a economia se industrializar. Porém, o modelo aqui apresentado considera a existência de *learning-by-doing* em ambos os setores chegando a um resultado mais geral em que se. Se  $A \neq A^*$ , a renda nacional e o nível de bem-estar crescerão independentemente do setor em que a economia apresentar vantagens comparativas. O crescimento da renda ocorre devido ao deslocamento da mão-de-obra entre os setores, de modo que se a produtividade agrícola da economia doméstica é maior que no *resto do mundo*, isto é,  $A > A^*$ , a mão-de-obra se deslocará do setor industrial para a agricultura. Se, alternativamente,  $A < A^*$ , tem-se que  $\dot{l}_I > 0$  e  $\dot{l}_A < 0$ . No entanto, os níveis de renda e bem estar crescerão a taxas mais elevadas se a economia se especializar no setor em que apresenta vantagens comparativas iniciais.

Por fim, como lembrado em Matsuyama (1992), mesmo que a agricultura não tenha dinâmica ou que esta dinâmica seja baixa em relação à indústria não se deve usar esse argumento negligenciar a agricultura de um país em prol da industrialização. Considerando que a produtividade agrícola de uma economia seja suficientemente alta, seu nível de renda e bem-estar poderão ser mais elevados que no *resto do mundo*. Assim, um país que se especializa na agricultura poderá crescer mais lentamente e mesmo assim não apresentar um padrão de vida mais baixo. Deve-se considerar ainda que se uma sociedade possui elevada taxa de preferência os benefícios da industrialização podem não ser tão desejados.

## 5- CONCLUSÕES

Esse artigo utiliza um modelo de crescimento endógeno em um ambiente de livre comércio para analisar as implicações da incorporação dos avanços tecnológicos obtidos através do processo de “learning-by-doing” sobre o nível de emprego e bem-estar da economia. A estrutura teórica está baseada no modelo proposto por Matsuyama (1992). O

modelo originalmente proposto difere do modelo aqui apresentado em relação a duas suposições básicas. Primeiro considera-se que a dinâmica da economia está condicionada a evolução da produtividade nos setores agrícola e industrial. Adicionalmente, supõe-se que não há completo *spillovers* entre as economias.

Com base nos resultados obtidos verificou-se que as conclusões obtidas por Matsuyama (1992) representam um caso particular de conclusões mais gerais, onde a especialização da economia no setor agrícola não necessariamente implica em perda de bem-estar no curto e no longo prazo.

Em relação ao nível e evolução da mão-de-obra entre os setores da economia, verificou-se que se inicialmente nas duas economias a produtividade da agricultura em relação à indústria são iguais, os níveis de emprego nesses dois setores também serão. Um aumento na produtividade relativa da agricultura na economia doméstica provocará um deslocamento da mão-de-obra para este setor.

Em termos de trajetória do emprego agrícola, tem-se que se a economia doméstica tem vantagem comparativa na agricultura em um período inicial, a taxa de crescimento do emprego nesse setor será positiva. Se há um aumento da taxa de crescimento da produtividade agrícola na economia doméstica, a trajetória de crescimento do emprego agrícola dessa economia se deslocará para cima. No entanto, quando se negligencia os ganhos de produtividade na agricultura, as taxas de crescimento do emprego agrícola para economias que inicialmente apresentam vantagens comparativas na agricultura são subestimadas.

A velocidade de crescimento do emprego também pode ser influenciada pela magnitude dos parâmetros de produtividade da economia doméstica e do *resto do mundo*. Se este último ampliar sua produtividade agrícola a economia doméstica perde suas vantagens comparativas tornando-se menos especializada. A especialização completa das economias em um dos setores dependerá, no entanto, das propriedades das funções de produção na origem; de modo que, no longo prazo, a economia doméstica poderá se especializar na agricultura caso, inicialmente, ela apresente vantagens comparativas nesse setor.

Matsuyama (1992) verificou que em economias abertas, há uma relação negativa entre produtividade agrícola e crescimento econômico. Porém quando se introduz um processo de *learning-by-doing* também na agricultura isso não necessariamente ocorre. O crescimento da economia dependerá agora da relação entre os parâmetros que determinam as taxas de acumulação de conhecimento nos dois setores. Se a taxa de acumulação de conhecimento na agricultura for maior que na indústria, a economia poderá ter um grande setor agrícola e mesmo assim crescer a elevadas taxas.

Se não há vantagens comparativas entre as economias, a mão-de-obra não se deslocará entre os setores, de modo que não ocorre nenhuma alteração no nível de renda ao longo do tempo. Como a medida de bem-estar depende do nível de renda da economia, esta também permanecerá inalterada, e independente da existência de mercados de capitais internacionais.

Os resultados obtidos por Matsuyama (1992) indicam que a renda de uma economia e, conseqüentemente, o seu bem-estar crescerá se a economia se industrializar. Porém, o modelo aqui apresentado mostra que a renda nacional e o nível de bem-estar crescerão independentemente do setor em que a economia apresenta vantagens comparativas. No entanto, os níveis de renda e bem estar crescerão a taxas mais elevadas se a economia se especializar no setor em que apresenta vantagens comparativas iniciais. Assim, um país que se especializa na agricultura poderá crescer mais lentamente e mesmo assim apresentar um padrão de vida mais elevado.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHION, P., e HOWITT, P. “A Model of Growth through Creative Destruction”, *Econometrica*.v. 60:p. 323-51. 1992.

ARROW, K.J.“The Implications of Learning by Doing”. *Review of Economic Studies*.v. 29: p.155-173. 1962.

BARROS, A.L. M. de. **Capital produtividade e Crescimento da Agricultura**: o Brasil de 1970 a 1995. São Paulo.,ESALQ/USP. 1999. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

GROSSMAN, G.M.;HELPMAN, E. “Product Development and International Trade” *Journal of Political Economy* v.97, p. 1261-83. 1989.

\_\_\_\_\_. “Comparative Advantage and Long-Run Growth” *American Economic Review*, v.80,p. 796-815. 1990.

\_\_\_\_\_. “Quality Ladders in the Theory of Growth”. *Review of Economic Studies* v.58: p.43-61. 1991a.

\_\_\_\_\_. **“Innovation and Growth in the Global Economy”**. Cambridge, Mass: MIT Press. 1991b

\_\_\_\_\_. “Quality Ladders and Product Cycles”. *Quarterly Journal of Economics* v.106: p.557-586. 1991c.

KRUGMAN, P. 1990: **“Rethinking International Trade”** Cambridge MIT Press 1990.

LUCAS, Jr. ,R.E. “On the Mechanics of Economic Development”. *Journal of Monetary Economics*. v.22,p.3-42. 1988.

MARINHO; E.L.L; CARVALHO,R.M.. **Comparações Interregionais da Produtividade Total, Variação da Eficiência Técnica e Variação**. In: XXX Encontro Nacional de Economia. Nova Friburgo, ANPEC. Anais (Digital)

MATSUYANA, K, "Agricultural Productivity, Comparative Advantage, and Economic Growth," **Journal of Economic Theory** v.58, p.317-334. 1992.

QUAH, D.T. "Empirics for Growth and Distribution: Stratification, Polarization, and Convergence Clubs". **Journal of Economic Growth** v.2. 1997:

RIVERA-BATIZ, L.A; ROMER, P.M. "Economic Integration and Endogenous Growth," **Quarterly Journal of Economics** v.106, p.531-555. 1991a.

RIVERA-BATIZ, L.A; ROMER, P.M."International Trade with Endogenous Technological Change" **European Economic Review** v.35, p.97-1001. 1991b

ROMER, P.M. "Increasing Returns and Long Run Growth". **Journal of Political Economy** v.94: p.1002-1037. 1986.

ROMER, P.M. "Endogenous Technological Change", **Journal of Political Economy**. v.98, p.S71-S102. 1990:

STOKEY, N.L."The Volume and Composition of Trade between Rich and Poor Countries," **Review of Economic Studies**. v.58, p.701-717, 1991

SUMMERS, R.;HESTON, A. "A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels: Estimates of 130 Countries". **The Review of Income and Wealth**.v. 34: p.1-25. 1988.

VICENTE, J.R. ANEFALOS, L.C.,CASER, D.V. Produtividade Agrícola no Brasil, 1970-1995. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v.48,p.33-55,2001.

WONG, K. International Trade in Goods and Factor Mobility. MIT PRESS. Cambridge, Massachusetts. London, England. 1995.

YOUNG, A. Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade. **Quarterly Journal of Economics** v.106, p.369-405. 1991: