

O MODELO DE BASE DE HECKSCHER-OHLIN E OS PRINCIPAIS TEOREMAS: UMA ANÁLISE EM TERMOS DE ELASTICIDADES (*)

*Horácio Crespo Faustino (**)*

Como referem Jones e Neary (1984, p. 4), apesar da teoria do comércio internacional ser uma teoria do equilíbrio geral, ela comporta em si vários modelos que se distinguem essencialmente pela especificação do modelo de produção, ou seja, pela situação da estrutura produtiva dos parceiros comerciais em autarcia que determina os preços relativos autárquicos.

Em Ricardo, o modelo considera só um factor e funções de produção diferentes para o mesmo bem nos dois países. É a diferença nas funções de produção — diferença na produtividade do trabalho — que está na origem da diferença dos preços relativos em autarcia e do comércio. No modelo ricardiano, o factor trabalho é igualmente eficiente na produção dos dois bens e qualquer que seja o nível de produção: a taxa marginal de transformação é constante, os custos de produção são independentes do nível de produção e as técnicas de produção independentes dos preços do factor trabalho (ou dos preços dos factores, se consideramos que estes se podem exprimir em horas de trabalho equivalentes).

O modelo de Heckscher-Ohlin considera dois factores de produção e funções de produção iguais para o mesmo bem nos dois países. A diferença nos preços relativos em autarcia é atribuída às diferenças nas dotações relativas de factores dos países e nas proporções com que os dois bens utilizam os factores. O modelo de Heckscher-Ohlin considera também custos de oportunidade crescentes, o que se traduz por uma curva de possibilidades de produção côncava em relação à origem, contrariamente à do modelo de Ricardo, representada por uma recta.

O artigo tem dois objectivos:

- 1) Relacionar os vários teoremas, concretamente mostrar a importância dos teoremas de Rybczynski e de Stolper-Samuelson para a verificação do teorema de Heckscher-Ohlin consoante se utilize a definição física ou a definição económica de abundância relativa de factores;

(*) Este artigo baseia-se no capítulo 2 da dissertação de mestrado *Teorias do Comércio Internacional e Questões Metodológicas dos Testes Empíricos*, que defendi no Instituto Superior de Economia em Dezembro de 1987. Agradeço ao engenheiro Mário Graça, à Dr.ª Esmeralda Dias e ao Dr. João Dias o cuidado que tiveram ao ler uma versão provisória do artigo e as sugestões recebidas.

(**) Assistente do Instituto Superior de Economia. Investigador do CEDEP — Centro de Estudos de Economia Internacional e do CEDE — Centro de Estudos e Documentação Europeia.

- 2) Salientar que as versões *factor content* e *commodity content* do teorema de Heckscher-Ohlin coincidem no modelo de base desde que o coeficiente capital-produto e o rendimento *per capita* de economia caminhem no mesmo sentido em relação ao outro país (ou ao resto do mundo), ou seja, sejam ambos relativamente mais elevados ou mais baixos.

1 — O modelo de produção simples — Hipóteses

- H1 — Produzem-se duas mercadorias, 1 e 2, com a ajuda de dois factores primários e homogéneos: capital (K) e trabalho (L);
- H2 — As funções de produção do género $Q_i = F(K_i, L_i)$, com $i = 1, 2$, são funções homogéneas de grau 1 — rendimentos constantes à escala —, infinitamente diferenciáveis, logo contínuas;
- H3 — A classificação dos dois bens segundo a sua intensidade factorial é inequívoca para todos os preços relativos dos factores, ou seja, não há reversibilidade das intensidades factoriais;
- H4 — Há mobilidade dos factores entre os sectores do país, mas imobilidade entre os países. Os preços dos factores são flexíveis, o que assegura o seu pleno emprego;
- H5 — A oferta dos factores é limitada, logo independente dos seus preços;
- H6 — Os países têm dotações relativas de factores diferentes;
- H7 — Os conhecimentos tecnológicos estão igualmente disponíveis para todos os países e sem custo. Assim, a função de produção é a mesma nos dois países para o mesmo produto;
- H8 — Os bens movimentam-se internacionalmente de uma forma livre, sem custos de transporte nem barreiras alfandegárias ou outros impedimentos ao comércio livre;
- H9 — Há concorrência perfeita tanto no mercado dos bens como dos factores produtivos;
- H10 — Cada consumidor tenta maximizar uma função de utilidade idêntica e homotética, ou seja, a elasticidade rendimento da procura é unitária para cada bem nos dois países.

Há duas definições de abundância relativa de factores: a económica ou de Ohlin e a física ou de Leontief. Na definição económica, em termos dos preços dos factores, o país A será abundante em trabalho relativamente ao país B se o trabalho for relativamente mais barato em A . Assim, temos $(w/r)_A < (w/r)_B$, em que w e r são as remunerações dos factores trabalho e capital. Na definição física, o país A é abundante em trabalho relativamente a B se $(K/L)_A < (K/L)_B$, em que K e L são as dotações em capital e trabalho. As duas definições só coincidem sob certas condições (cf. Chacholiades, 1978, p. 271).

Equações do modelo

Consideremos, seguindo Jones (1965), que a tecnologia da economia é representada pela seguinte matriz dos coeficientes técnicos:

$$A = \begin{bmatrix} a_{L1} & a_{L2} \\ a_{K1} & a_{K2} \end{bmatrix}$$

onde a_{ij} representa a quantidade do factor i necessário à produção de uma unidade do bem j , com $i=K, L$ e $j=1, 2$. As colunas da matriz dão-nos a tecnologia para cada bem.

Considerando a hipótese de pleno emprego dos factores, temos:

$$a_{L1} Q_1 + a_{L2} Q_2 = L \quad (1)$$

$$a_{K1} Q_1 + a_{K2} Q_2 = K \quad (2)$$

Em equilíbrio de concorrência perfeita, o preço de cada bem é igual ao seu custo marginal, o qual é igual ao custo médio sob a hipótese de rendimentos constantes à escala. Assim, temos:

$$w a_{L1} + r a_{K1} = P_1 \quad (3)$$

$$w a_{L2} + r a_{K2} = P_2 \quad (4)$$

Temos, como iremos ver, uma relação dual entre a oferta de factores e a produção, por um lado (as duas primeiras equações), e os preços dos bens e dos factores, por outro (as duas últimas equações) (1).

2 — O teorema de Heckscher-Ohlin e o teorema de Rybczynski

Na base das hipóteses apresentadas no n.º 1, o *teorema de HO* estabelece uma tripla relação entre comércio, proporção de factores e dotação de factores: cada país exporta o bem na produção do qual utiliza intensivamente o factor relativamente abundante (o bem onde detém vantagem comparativa). Quanto ao *teorema de Rybczynski* ele diz-nos que, sob a hipótese de os preços dos bens se manterem constantes, o aumento da oferta de um factor conduz ao aumento da produção do bem que utiliza intensivamente esse factor à custa da diminuição da produção do outro bem que utiliza esse factor de forma menos intensiva. O teorema de Rybczynski é essencial à verificação do teorema de HO, quando se utiliza a definição física de abundância relativa de factores, como iremos ver.

(1) Na teoria da programação linear as duas primeiras equações aparecem sob a forma de inequações com o sinal ≤ 0 para significar a possibilidade de excesso de oferta do factor que nesse caso teria um preço nulo. As duas últimas equações surgem sob a forma de inequações com o sinal ≥ 0 para significar que o bem cujo custo é superior ao seu preço não deve ser produzido.

Resolvendo o sistema formado pelas equações (1) e (2) pela regra de Cramer obtemos:

$$Q_1 = L(k_2 - k) / [a_{L1} (k_2 - k_1)], \quad Q_2 = L(k - k_1) / [a_{L2} (k_2 - k_1)]$$

com

$$k_1 = a_k / a_{L1}, \quad k_2 = a_{k2} / a_{L2}, \quad k = K/L \quad \text{e} \quad |A| = a_{L1} a_{L2} (k_2 - k_1)$$

Em termos matriciais temos:

$$AQ = E \quad (5)$$

e

$$Q = A^{-1} E \quad (6)$$

em que Q é o vector das produções e E o vector da oferta de factores. Note-se que para termos (6) é necessário que A seja invertível, isto é, que $|A| \neq 0$, o que implica $k_2 \neq k_1$ (o que está assegurado pela hipótese de os dois bens serem classificados inequivocamente segundo a sua intensidade factorial e independentemente dos preços relativos dos factores: ausência do fenómeno de reversibilidade das técnicas).

Se dividirmos Q_1 por Q_2 e derivarmos em ordem a k obtemos:

$$d(Q_1/Q_2)/dk = a_{L2} a_{L1} (k_1 - k_2) / [a_{L1} (k - k_1)]^2 \quad (7)$$

que será (> 0) se $k_1 > k_2$. A interpretação de (7) é a seguinte: consideremos que dois países, A e B , têm a mesma dotação relativa de factores e os mesmos preços relativos dos bens em autarcia. Neste caso, não haveria comércio segundo o teorema de HO. Suponhamos agora que há um aumento de K no país A e que L se manteve constante. Como no país B não houve alteração na dotação relativa de factores, o país A tornou-se abundante em capital relativamente a B . Se, por hipótese, os preços relativos dos bens se mantiverem constantes — manter-se-ão também constantes os preços relativos dos factores e as técnicas de produção ⁽²⁾ —, os produtores de A aumentarão a produção do bem capital intensivo, Q_1 , à custa da diminuição do bem trabalho intensivo, Q_2 . Ou seja, como, por hipótese, a oferta de factores é limitada, a expansão de uma indústria (intensiva na utilização do factor que aumentou exogenamente) é feita à custa da diminuição da outra (não intensiva nesse factor): é a essência do teorema de Rybczynski. (Na secção 3 veremos que a variação na produção é mais que proporcional à variação na dotação de factores.)

(2) A partir das equações (3) e (4), se dividirmos P_1 por P_2 e derivarmos em ordem a w/r temos:

$$d(P_1 - P_2) / d(w/r) = a_{L1} a_{L2} (k_2 - k_1) / [(w/r) a_{L2} + a_{k2}]^2$$

ou seja, há uma relação monótona entre P_1/P_2 e w/r .

No país *B* manter-se-á a mesma relação Q_1/Q_2 . Assim, **(7)** diz-nos que: considerando os preços dos bens constantes e iguais nos dois países, o país abundante em capital terá um rácio entre o bem capital intensivo e o bem trabalho intensivo (Q_1/Q_2) superior ao do país abundante em trabalho.

A abertura ao comércio desenvolve-se da seguinte forma: como os preços relativos dos bens se mantêm constantes e como por hipótese as preferências são idênticas e homotéticas dentro de cada país, não haverá alteração no nível da procura, o que provocará excesso de oferta de Q_1 e excesso de procura de Q_2 no país *A*. Para o reequilíbrio autárquico em *A*, P_1/P_2 deve diminuir neste país. Como no país *B* não houve alteração na dotação relativa de factores, mantêm-se os preços relativos: logo $(P_1/P_2)_A < (P_1/P_2)_B$, e estão criadas as condições para o comércio. Se os dois países decidirem entrar em comércio, cada país exportará o bem que utiliza intensivamente na sua produção, o factor relativamente abundante no país. É o teorema de HO.

Expressemos, ainda, de outra forma a relação entre os dois teoremas.

Devido à hipótese de preferências idênticas e homotéticas e de preços dos produtos idênticos nos dois países, assume-se que cada país consome a mesma proporção, s , de todos os bens:

$$C = sQ_w \quad (8)$$

em que C é o vector do consumo do país (considere-se o país *A* e que s se refere, também, ao país *A*) e $Q_w = Q_A + Q_B$. Q_A e Q_B são os vectores dos bens produzidos em *A* e *B*, respectivamente, e Q_w o vector da produção mundial.

Se designarmos por T o vector das exportações líquidas e se fizermos

$$T = Q - C \quad (9)$$

ou seja, a produção só tem dois destinos: a exportação e o consumo.

Se considerarmos que, por hipótese, as funções de produção são idênticas nos dois países, temos, tendo em conta **(6)**:

$$Q_w = A^{-1} E_w \quad (10)$$

e

$$\begin{aligned} T &= A^{-1} E - sA^{-1} E_w \\ T &= A^{-1} (E - sE_w) \end{aligned} \quad (11)$$

em que $E - sE_w$ representa o vector do excesso de oferta de factores (terá o sinal + se for excesso de oferta e o sinal — se for excesso de procura).

Há assim uma relação entre o excesso de oferta de bens, expressa em **(9)**, e o excesso de oferta de factores, expressa em **(11)**: os bens são o envó-

lucro dos factores e daí a justificação da versão *factor content* do teorema de HO feita por Vanek ⁽³⁾.

O que falta agora demonstrar é:

- i) Que o país abundante em capital tem excesso de procura de trabalho e excesso de oferta de capital, ou seja, que o vector $E - sE_w$ tem os sinais $- +$;
- ii) Que o país abundante em capital importa o bem trabalho intensivo e exporta o bem capital intensivo, ou seja, que o vector T tem os sinais $- +$.

Primeiro passo:

Se $K_j/L_j > K_w/L_w$, com $K_w = K_A + K_B$, $L_w = L_A + L_B$, o país i (com $i = A, B$) é abundante em capital relativamente ao outro país.

Como

$$E - sE_w = \begin{bmatrix} L - sL_w \\ K - sK_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_w [(L/L_w) - s] \\ K_w [(K/K_w) - s] \end{bmatrix} \quad (12)$$

temos de demonstrar que $K/K_w > s > L/L_w$, pois assim teremos os sinais do vector $E - sE_w - +$ e $K/K_w > L/L_w$, ou seja, $K/L > K_w/L_w$.

⁽³⁾ A generalização do teorema de Heckscher-Ohlin tem duas versões: a versão *commodity content*, de Jones-Bhagwati-Deardorff (um país exporta os bens que utilizam intensivamente os factores relativamente abundantes e importa os bens que utilizam intensivamente os factores relativamente escassos nesse país), e a versão *factor content*, de Vanek-Melvin-Bertrand (um país exporta os serviços dos factores relativamente abundantes e importa os serviços dos factores relativamente escassos no país). A primeira generalização da versão *commodity* foi feita por Jones (1965) para n bens, dois factores e dois países e é conhecida pela versão em cadeia: a ordenação dos bens segundo o rácio capital-trabalho duplicaria a ordenação segundo os preços relativos autárquicos (vantagem comparativa), de modo que as exportações do país abundante em capital seriam todas capital-intensivas relativamente a todas as suas importações, e isto independentemente das condições da procura. A procura só seria necessária para saber o ponto onde se cortava a cadeia: de um lado ficavam as exportações e do outro as importações. Bhagwati (1972) demonstrou que a versão em cadeia só era válida sob hipótese de não igualização dos preços dos factores. Deardorff (1982) utilizou o conceito de co-variância entre três variáveis — exportações líquidas, proporção de factores e abundância de factores — e, com base na Lei da Vantagem Comparativa, generalizou o teorema, nas duas versões, para qualquer número de bens, factores e países, com e sem igualização dos preços dos factores. O teorema passou a ser válido numa proposição mais fraca: em média, preços autárquicos baixos estão associados a exportações e preços autárquicos elevados a importações.

Quanto à versão conteúdo de factores ela surge porque, como escreve Vanek (1968, p. 749):

It will be recalled that the usual way of stating the Heckscher-Ohlin theorem involves relative factor-endowments on the one hand, and relative factor-intensities of products on the other; and it is the later that cause all the trouble when more than two factors are considered.

A solução dada por Vanek (1968) e Melvin (1968) pensa o comércio em termos de troca de capacidade produtiva: os bens são o envelope dos factores e a análise é conduzida em termos de conteúdo de factores do comércio e não de estrutura do comércio dos bens.

Para calcular s calculamos o valor das exportações líquidas multiplicando o vector T pelo vector dos preços dos bens, P , ou seja:

$$\begin{aligned} B &= P' T \\ &= P' A^{-1} (E - sE_w) \\ &= (P' A^{-1} E) - (sP' A^{-1} E_w) \end{aligned}$$

logo

$$s = (P' A^{-1} E - B) / (P' A^{-1} E_w) \quad (13)$$

ou, fazendo $Y = P' A^{-1} E$ e $Y_w = P' A^{-1} E_w$

$$s = (Y - B) / Y_w \quad (13')$$

como o comércio está equilibrado $B=0$ e

$$s = Y / Y_w \quad (14)$$

Como o valor do produto é igual ao rendimento nacional e como, por hipótese, há igualização dos preços dos factores pelo comércio internacional (o vector W dos preços dos factores é igual para os dois países), temos:

$$\begin{aligned} s = Y / Y_w &= WE / WE_w = (W_L L + W_K K) / (W_L L_w + W_K K_w) = \\ &= [W_L L_w (L/L_w) + W_K K_w (K/K_w)] / (W_L L_w + W_K K_w) \end{aligned} \quad (15)$$

ou seja, s é uma média ponderada de L/L_w e K/K_w , em que os ponderadores são:

$$\beta = (W_L L_w) / (W_L L_w + W_K K_w) \text{ e } 1 - \beta = (W_K K_w) / (W_L L_w + W_K K_w)$$

Assim, temos:

$$s = \beta (L/L_w) + (1 - \beta) (K/K_w) \quad (16)$$

Como os ponderadores são maiores que 0, mas menores que 1, s está compreendido entre L/L_w e K/K_w . Assim, em (12), quando $(K/K_w) > s$ temos $(L/L_w) < s$, ou seja, $(K/K_w) > s > (L/L_w)$, como queríamos demonstrar (4).

Segundo passo:

Mostrar que o vector T tem, também, os sinais $- +$, ou seja, que o produto da inversa de A pelo vector $(E - sE_w)$ não altera os sinais deste. Para

(4) Este critério de d abundância factorial continua válido mesmo para $B \neq 0$. Substituindo s por $(Y - B) / Y_w$ na relação $(L/L_w) + < s < + (K/K_w)$ chegamos a $1 - (Y_w L) / (Y L_w) > B / Y > 1 - (Y_w K) / (Y K_w)$. Ou seja, na generalização a n bens e m factores o critério é válido para $B \neq 0$ se o saldo comercial se mantiver dentro de certos limites.

que tal se verifique é suficiente que a matriz A^{-1} seja uma matriz diagonal positiva (o que está excluído, pois, por hipótese, cada produto é produzido por mais de um factor: a estrutura da produção é piramidal) ou então que tenha todos os elementos da diagonal principal positivos e todos os elementos fora da diagonal principal negativos.

Como

$$T = \begin{bmatrix} (X - M)_1 \\ (X - M)_2 \end{bmatrix} = 1 / |A| \begin{bmatrix} a_{k2} & -a_{L2} \\ -a_{k1} & a_{L1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L - sE_w \\ K - sK_w \end{bmatrix}$$

para que se verifique a situação

$$\begin{bmatrix} - \\ + \end{bmatrix} = 1 / |A| \begin{bmatrix} + & - \\ - & + \end{bmatrix} \begin{bmatrix} - \\ + \end{bmatrix}$$

é necessário que $|A| > 0$, o que é verdade se, como vimos, o bem 2 for capital intensivo ($k_2 > k_1$). Assim, o país abundante em capital exportará o bem capital intensivo e importará o bem trabalho intensivo.

Ficou assim demonstrado o teorema de HO e a importância fundamental do teorema de Rybczynski para a sua validação, quando se utiliza a definição física (ou de Leontief) de abundância relativa de factores. Por isso, a afirmação de Jones e Neary (1984, p. 18):

When it is expressed in terms of a physical definition of factor abundance, the Heckscher-Ohlin theorem is thus a simple corollary of the Rybczynski theorem, and no consideration of autarky production patterns is required.

Ou seja, o bem em que há excesso de oferta quando os preços dos bens são constantes (e está em excesso de oferta porque utiliza intensivamente o factor cuja dotação aumentou — *teorema de Rybczynski*) continua em excesso de oferta após ter variado o preço relativo dos bens e, por isso, é exportado (e assim o país exporta o bem intensivo na utilização do factor relativamente abundante — *teorema de HO*).

Note-se que a partir de **(11)** temos:

$$AT = E - sE_w \quad (11')$$

ou seja, o conteúdo de factores das exportações líquidas é igual ao excesso de oferta de factores. *A relação (11') sintetiza o modelo de Vanek na versão de Leamer (1980) e é válida para n bens e m factores, com n igual ou dife-*

rente de m . A questão que se põe agora é: será que as componentes dos vectores AT e T têm o mesmo sinal?

$$\begin{bmatrix} a_{L1} & a_{L2} \\ a_{K1} & a_{K2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} - \\ + \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} - \\ + \end{bmatrix} ?$$

Ou seja:

$$a_{L1}(X - M)_1 + a_{L2}(X - M)_2 < 0 \text{ ou } A_i T < 0 \text{ ou ainda } L_x - L_m < 0$$

e

$$a_{K1}(X - M)_1 + a_{K2}(X - M)_2 > 0 \text{ ou } A_i T > 0 \text{ ou ainda } K_x - K_m > 0$$

A partir de (11') e (12) temos:

$$L_x - L_m < 0 \iff L/L_w < s \iff L/L_w < Y/Y_w \iff Y/L > Y_w/L_w$$

$$K_x - K_m > 0 \iff K/K_w > s \iff Y/K < Y_w/K_w$$

ou seja, as componentes dos vectores T e AT têm o mesmo sinal — o país abundante em capital é um exportador líquido de capital e exporta o bem capital intensivo importando o bem trabalho intensivo do país abundante em trabalho — se o rendimento por unidade de capital for menor nesse país (ou se o coeficiente capital-produto, K/Y , for maior nesse país) e o rendimento por unidade de trabalho for maior nesse país que no outro país (ou no resto do mundo). Ou seja: *o país exportador do bem capital intensivo e exportador dos serviços do capital tem um coeficiente capital-produto e um rendimento per capita elevados relativamente ao resto do mundo.*

Do mesmo modo, se considerarmos que na situação de comércio equilibrado o rendimento é igual ao consumo, um país é um importador líquido dos serviços do trabalho (e importa o bem trabalho intensivo) e um exportador líquido dos serviços do capital (e exporta o bem capital intensivo) se o consumo por trabalhador for maior nesse país que no resto do mundo e o consumo por unidade de capital for menor que no resto do mundo. Esta conclusão corrobora a de Brecher e Choudri (1982), que, com o objectivo de definirem um critério de abundância factorial, demonstraram que um país é exportador (importador) líquido dos serviços de um factor se o consumo por unidade desse factor for menor (maior) nesse país do que no resto do mundo.

A coincidência das versões *factor content* — um país exporta os serviços dos factores relativamente abundantes e importa os serviços dos factores relativamente escassos nesse país — e *commodity content* — um país exporta os bens que utilizam intensivamente os factores relativamente abundantes e importa os bens que utilizam os factores relativamente escassos no país — só se verifica no modelo de base. Conforme Leamer e Bowen (1981) demonstram, com um exemplo de três bens e três factores, um país pode ser um exportador líquido dos serviços do capital e importar o bem capital intensivo.

3 — Estática comparativa e os teoremas de base do comércio internacional

Na estática comparativa pretende-se analisar os efeitos da alteração dos preços dos bens e da dotação de factores sobre o preço dos factores e a oferta de produtos, respectivamente. Assim, além das equações (1) e (2) consideram-se também as equações (3) e (4).

A análise é conduzida em termos de variações percentuais — também conhecida por análise *hat-calculus* de Jones (1965) —, o que permite expressar as intensidades factoriais em termos dos coeficientes de afectação dos recursos ou em termos dos coeficientes de distribuição e ver se o efeito sobre as variáveis dependentes é mais que proporcional ou não. O efeito com elasticidade superior a 1 é, também, conhecido como o *efeito de magnificação de Jones*. Os teoremas de Stolper-Samuelson e de Rybczynski estão intimamente relacionados com este efeito.

Sejam os coeficientes de afectação de recursos

$$\lambda_{L1} = a_{L1} Q_1 / L = L_1 / L ; \quad \lambda_{L2} = a_{L2} Q_2 / L = L_2 / L ;$$

$$\lambda_{K1} = a_{K1} Q_1 / K = K_1 / K ; \quad \lambda_{K2} = a_{K2} Q_2 / K = K_2 / K$$

e os coeficientes de distribuição

$$\theta_{L1} = w a_{L1} / P_1 ; \quad \theta_{L2} = w a_{L2} / P_2 ; \quad \theta_{K1} = r a_{K1} / P_1 ; \quad \theta_{K2} = r a_{K2} / P_2$$

Análise a nível da afectação dos recursos

Por hipótese, os preços dos bens e dos factores manter-se-ão constantes. Consideremos as equações (1) e (2). A partir do diferencial total, temos:

$$AQ = E$$

$$dA Q + A dQ = dE$$

ou seja:

$$AdQ = dE - dA Q$$

Para termos a relação entre dQ e dE interessa fazer $dA Q = 0$. Ora, sendo

$$dA Q = \begin{bmatrix} da_{L1} & da_{L2} \\ da_{K1} & da_{K2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix}$$

se igualarmos a 0, vem:

$$da_{L1} Q_1 + da_{L2} Q_2 = 0 \quad (17)$$

$$da_{K1} Q_1 + da_{K2} Q_2 = 0 \quad (18)$$

Temos então uma das duas hipóteses:

- i) Consideramos os coeficientes técnicos fixos, e logo $dA Q = 0$;
- ii) Consideramos os coeficientes técnicos como variáveis e utilizamos o método de Jones (1965), que entra em linha de conta com as elasticidades de substituição entre as duas indústrias.

Assim:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= d \ln(a_{k1}/a_{L1}) / d \ln(w/r) = d(\ln a_{k1} - \ln a_{L1}) / d(\ln w - \ln r) \\ &= [(da_{k1}/a_{k1}) - (da_{L1}/a_{L1})] / [(dw/w) - (dr/r)] \\ \sigma_1 &= (\hat{a}_{k1} - \hat{a}_{L1}) / (\hat{w} - \hat{r})\end{aligned}\quad (19)$$

De igual modo:

$$\sigma_2 = (\hat{a}_{k2} - \hat{a}_{L2}) / (\hat{w} - \hat{r}) \quad (20)$$

Se dermos outra forma a (17) e (18) de modo a termos as variações percentais, ou seja:

$$\hat{a}_{L1} L_1 + \hat{a}_{L2} L_2 = 0 \quad (17')$$

$$\hat{a}_{k1} K_1 + \hat{a}_{k2} K_2 = 0 \quad (18')$$

Se dividirmos (17') por L e (18') por K vem:

$$\hat{a}_{L1} \lambda_{L1} + \hat{a}_{L2} \lambda_{L2} = 0 \quad (17'')$$

$$\hat{a}_{k1} \lambda_{k1} + \hat{a}_{k2} \lambda_{k2} = 0 \quad (18'')$$

Precisamos de determinar os \hat{a}_{ij} . A partir de (17''), (18''), (19) e (20) temos quatro equações a quatro incógnitas e o sistema é possível e determinado. Os \hat{a}_{ij} vão ser função de σ_i e dos preços relativos dos factores e, por isso, $dA Q = 0$ depende de σ_i e de w/r . Em última análise depende de w/r , pois a substituição de factores é função de w/r . Assim, se não houver alteração dos preços dos factores $dA = 0$ e $dA Q = 0$. Note-se que Jones em vez de (17'') e (18'') partiu da condição de equilíbrio dada por (3) e (4) e obteve:

$$\theta_{L1} \hat{a}_{L1} + \theta_{k1} \hat{a}_{k1} = 0$$

$$\theta_{L2} \hat{a}_{L2} + \theta_{k2} \hat{a}_{k2} = 0$$

o que permite formar com (19) e (20) dois sistemas de duas equações a duas incógnitas. Os valores encontrados para os \hat{a}_{ij} foram os seguintes:

$$\hat{a}_{L1} = -\theta_{k1} \sigma_1 (\hat{w} - \hat{r}); \quad \hat{a}_{L2} = -\theta_{k2} \sigma_2 (\hat{w} - \hat{r});$$

$$\hat{a}_{k1} = \theta_{L1} \sigma_1 (\hat{w} - \hat{r}); \quad \hat{a}_{k2} = \theta_{L2} \sigma_2 (\hat{w} - \hat{r})$$

Considerando, pois, que $dA Q = 0$, temos:

$$AdQ = dE \quad (21)$$

Interessa-nos apresentar agora os resultados em termos de variações percentuais. Dando outra forma a (21) vem:

$$\begin{aligned} a_{L1} dQ_1 + a_{L2} dQ_2 &= dL \\ a_{K1} dQ_1 + a_{K2} dQ_2 &= dK \end{aligned}$$

Se dividirmos a primeira equação por L e a segunda por K e reorganizar-mos para termos as variáveis em variações percentuais vem:

$$\begin{aligned} \lambda_{L1}(dQ_1/Q_1) + \lambda_{L2}(dQ_2/Q_2) &= dL/L \\ \lambda_{K1}(dQ_1/Q_1) + \lambda_{K2}(dQ_2/Q_2) &= dK/K \end{aligned}$$

Em termos matriciais temos:

$$\begin{bmatrix} \lambda_{L1} & \lambda_{L2} \\ \lambda_{K1} & \lambda_{K2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Q}_1 \\ \hat{Q}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{L} \\ \hat{K} \end{bmatrix}$$

ou

$$\lambda \hat{Q} = \hat{E} \quad (22)$$

logo

$$\hat{Q} = \lambda^{-1} \hat{E} \quad (23)$$

λ^{-1} dá-nos as elasticidades da oferta dos produtos relativamente à dotação de factores, ou *elasticidade de Rybczynski*. O sinal dos elementos de λ^{-1} depende de $|\lambda|$ e logo de $|A|$, pois $|\lambda| = (Q_1 Q_2 / LK) |A|$.

Note-se, agora, o seguinte:

$$\begin{aligned} \text{como } \lambda^{-1} &= 1/|\lambda| \begin{bmatrix} \lambda_{K2} & -\lambda_{L2} \\ -\lambda_{K1} & \lambda_{L1} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \lambda_{K2}/(\lambda_{K2} - \lambda_{L2}) & -\lambda_{L2}/(\lambda_{K2} - \lambda_{L2}) \\ -\lambda_{K1}/(-\lambda_{K1} + \lambda_{L1}) & \lambda_{L1}/(\lambda_{L1} - \lambda_{K1}) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

com

$$\begin{aligned} |\lambda| &= \lambda_{L1} \lambda_{K2} - \lambda_{L2} \lambda_{K1} \\ &= \lambda_{L1} - \lambda_{K1} = \lambda_{K2} - \lambda_{L2} \end{aligned}$$

devido a

$$\lambda_{L1} + \lambda_{L2} = 1 = \lambda_{K1} + \lambda_{K2}$$

Se considerarmos agora:

- i) Que a indústria 1 é trabalho-intensiva ($\lambda_{L1} > \lambda_{K1}$) e a indústria 2 capital-intensiva ($\lambda_{K2} > \lambda_{L2}$);
- ii) Que os preços dos bens se mantêm constantes (logo mantêm-se constantes os preços dos factores e os λ_{ij});

iii) Que a dotação de um factor aumenta enquanto a do outro se mantém constante ($\hat{L} > 0$ e $\hat{K} = 0$ ou $\hat{K} > 0$ e $\hat{L} = 0$),

temos:

$$\hat{Q}_1/\hat{L} = \lambda_{k2}/(\lambda_{k2} - \lambda_{L2}) (> 1) \text{ e } \hat{Q}_2/\hat{L} = -\lambda_{k1}/(-\lambda_{k1} + \lambda_{L1}) (< 0)$$

quando $\hat{L} > 0$ e $\hat{K} = 0$ e

$$\hat{Q}_1/\hat{K} = -\lambda_{L2}/(\lambda_{k2} - \lambda_{L2}) (< 0) \text{ e } \hat{Q}_2/\hat{K} = \lambda_{L1}/(\lambda_{L1} - \lambda_{k1}) (> 1)$$

quando $\hat{K} > 0$ e $\hat{L} = 0$.

É o conhecido teorema de Rybczynski (expresso agora em termos de elasticidades): considerando, por hipótese, que os preços dos bens se mantêm constantes se a oferta de um factor, i , aumenta e a oferta do outro factor se mantém, então a indústria que utiliza o factor i intensivamente aumentará a sua produção mais que proporcionalmente ao aumento da dotação do factor (efeito de magnificação) enquanto a produção da outra indústria diminuirá.

A relação entre os teoremas de Rybczynski e de HO será feita da mesma forma à que fizemos no n.º 2. Assim, a partir de (22) obtemos por subtracção $(\hat{Q}_1 - \hat{Q}_2) = (\hat{L} - \hat{K}) / |\lambda|$ em que $|\lambda|$ é positivo se o bem 1 é trabalho intensivo. Assim, o país abundante em trabalho produzirá relativamente mais do bem trabalho intensivo, sob a hipótese de preços relativos iguais nos dois países.

Análise a nível da distribuição

Por hipótese, a oferta de produtos e de factores manter-se-á constante. Consideremos as equações (3) e (4):

$$AW = P$$

e calculemos o diferencial total:

$$dA W + A dW = dP$$

logo:

$$AdW = dP - dA W \quad (24)$$

Interessa-nos eliminar $dA W$ de molde a que possamos ter $dW = A^{-1} dP$:

$$dA W = \begin{bmatrix} da_{L1} & da_{k1} \\ da_{L2} & da_{k2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ r \end{bmatrix}$$

Se igualarmos a 0, vem:

$$w da_{L1} + r da_{k1} = 0 \Leftrightarrow da_{k1}/da_{L1} = -w/r \quad (25)$$

$$w da_{L2} + r da_{k2} = 0 \Leftrightarrow da_{k2}/da_{L2} = -w/r \quad (26)$$

que é precisamente a condição para a minimização do custo de produção por parte do empresário quando os preços dos factores são dados (a inclinação do isocusto e da isoquanta é igual).

Assim, como $dA = 0$ temos:

$$Adw = dP \quad (27)$$

Interessa-nos apresentar os resultados em termos de variações percentuais. Dando outra forma a (27) vem:

$$\begin{aligned} a_{L1}dw + a_{K1}dr &= dP_1 \\ a_{L2}dw + a_{K2}dr &= dP_2 \end{aligned}$$

Se dividirmos a primeira equação por P_1 e a segunda por P_2 e rearranjando para obter as variações relativas das variáveis temos:

$$\begin{aligned} \theta_{L1} dw/w + \theta_{K1} dr/r &= dP_1/P_1 \\ \theta_{L2} dw/w + \theta_{K2} dr/r &= dP_2/P_2 \end{aligned}$$

ou ainda:

$$\begin{bmatrix} \hat{w} \\ \hat{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_{L1} & \theta_{K1} \\ \theta_{L2} & \theta_{K2} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{P}_1 \\ \hat{P}_2 \end{bmatrix} \quad (28)$$

ou:

$$\hat{w} = \theta^{-1} \hat{P} \quad (28')$$

em que θ^{-1} nos dá as elasticidades dos preços dos factores relativamente aos preços dos bens, ou *elasticidade de Stolper-Samuelson*.

O sinal dos elementos de θ^{-1} depende de $|\theta|$ e logo de $|A|$, porque $|\theta| = (wr/p_1 p_2) |A|$.

Por outro lado,

$$\theta^{-1} = 1/|\theta| \begin{bmatrix} \theta_{K2} - \theta_{K1} \\ \theta_{L2} & \theta_{L1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_{K2}/(\theta_{K2} - \theta_{K1}) & -\theta_{K1}/(\theta_{K2} - \theta_{K1}) \\ -\theta_{L2}/(-\theta_{L2} + \theta_{L1}) & \theta_{L1}/(\theta_{L1} - \theta_{L2}) \end{bmatrix}$$

Logo, se consideramos:

- i) Que a indústria 1 é trabalho-intensiva ($\theta_{L1} > \theta_{L2}$) e a indústria 2 capital-intensiva ($\theta_{K2} > \theta_{K1}$);
- ii) Que a oferta de factores se mantém constante e que se mantêm constantes os coeficientes de distribuição;
- iii) Que o preço de um bem aumenta enquanto o do outro se mantém constante,

temos:

$$\hat{w}/\hat{p}_1 = \theta_{K2}/(\theta_{K2} - \theta_{K1}) (> 1) \text{ e } \hat{r}/\hat{p}_1 = -\theta_{L2}/(-\theta_{L2} + \theta_{L1}) (< 0)$$

quando $\hat{p}_1 > 0$ e $\hat{p}_2 = 0$ e

$$\hat{w}/\hat{p}_2 = -\theta_{K1}/(\theta_{K2} - \theta_{K1}) (< 0) \text{ e } \hat{r}/\hat{p}_2 = \theta_{L1}/(\theta_{L1} - \theta_{L2}) (> 1)$$

quando $\hat{p}_2 > 0$ e $\hat{p}_1 = 0$.

É o conhecido *teorema de Stolper-Samuelson*: um aumento no preço relativo de um bem leva ao aumento mais que proporcional (efeito de magnificação) do preço do factor utilizado intensivamente na sua produção e à diminuição da remuneração real do outro factor. A hipótese da oferta de factores se manter fixa garante-nos que o efeito sobre os preços dos factores foi só provocado pela alteração dos preços dos bens.

Relação entre o teorema de Stolper-Samuelson e o teorema de HO quando se utiliza a definição económica ou de Ohlin de abundância relativa de factores

Se considerarmos $(w/r)A > (w/r)B$, o país A é relativamente abundante em capital e o país B em trabalho. Devido à relação unívoca entre os preços relativos dos bens e os preços relativos dos factores, o preço relativo do bem capital intensivo é mais baixo em A do que em B , provando-se o inverso em relação ao bem trabalho intensivo. Logo, com a abertura ao comércio o país A deve exportar o bem capital intensivo (em que tem vantagens comparativas) e o país B o bem trabalho intensivo (em que detém vantagens comparativas).

A partir de (28) nós temos:

$$\begin{bmatrix} \hat{w} \\ \hat{r} \end{bmatrix} = 1/|\theta| \begin{bmatrix} \theta_{K2} - \theta_{K1} \\ -\theta_{L2} \quad \theta_{L1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{p}_1 \\ \hat{p}_2 \end{bmatrix}$$

$$\hat{w} = [(\theta_{K2}\hat{p}_1) - (\theta_{K1}\hat{p}_2)]/|\theta| \quad (29)$$

$$\hat{r} = [(-\theta_{L2}\hat{p}_1) + (\theta_{L1}\hat{p}_2)]/|\theta| \quad (30)$$

ou

$$\hat{w} = [(\theta_{K2}\hat{p}_1 - \theta_{K1}\hat{p}_1) - (\theta_{K1}\hat{p}_2 + \theta_{K1}\hat{p}_1)]/|\theta| = \hat{p}_1 - [\theta_{K1}(\hat{p}_2 - \hat{p}_1)]/|\theta| \quad (29')$$

$$\hat{r} = [(\theta_{L1}\hat{p}_2 - \theta_{L2}\hat{p}_2) + (\theta_{L2}\hat{p}_1 - \theta_{L2}\hat{p}_1)]/|\theta| = \hat{p}_2 + [\theta_{L2}(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)]/|\theta| \quad (30')$$

Note-se que se $\hat{p}_2 > \hat{p}_1$, temos $\hat{r} > \hat{p}_2 > \hat{p}_1 > \hat{w}$. Se o bem 2 é capital intensivo, então a remuneração do capital aumentou em termos de ambos os bens e a remuneração do trabalho baixou em termos dos dois bens, também. É outra forma de demonstrar o *teorema de Stolper-Samuelson*.

Subtraindo (30) a (29) temos:

$$\hat{w} - \hat{r} = (\hat{p}_1 - \hat{p}_2) / |\theta|, \text{ pois } \theta_{K2} + \theta_{L2} = 1 = \theta_{K1} + \theta_{L1} \quad (31)$$

com

$$|\theta| = \theta_{K2} - \theta_{K1} = \theta_{L1} - \theta_{L2}$$

se $|\theta| > 0$, então o bem 2 é capital intensivo e o bem 1 trabalho intensivo. Então um aumento de P_1/P_2 fará aumentar w/r mais que proporcionalmente (porque $|\theta| < 1$). Por outro lado, como a correlação é positiva, a um P_1/P_2 (ou $\hat{P}_1 - \hat{P}_2$) mais elevado no país A relativamente a B corresponderá também um rácio w/r (ou $\hat{w} - \hat{r}$) mais elevado em A. Como o bem 2 é capital intensivo, temos que:

$$(w/r)_A > (w/r)_B \Rightarrow (P_1/P_2)_A > (P_1/P_2)_B$$

ou seja, o preço relativo em autarcia do bem intensivo no factor relativamente abundante no país é mais baixo do que no outro país. Para a verificação do teorema de HO falta só demonstrar que após a abertura ao comércio o país A exporta o bem 2 e o país B o bem 1, ou seja, que a razão de troca internacional está limitada pelas razões de troca autárquicas.

A demonstração é feita com base na Lei da Vantagem Comparativa ⁽⁵⁾:

- i) Correlação negativa entre preços relativos autárquicos e exportações líquidas de modo que, *em média*, produtos com preços autárquicos altos serão importados e produtos com preços autárquicos baixos serão exportados (versão fraca da Lei);
- ii) Cada país exporta o bem onde detém vantagem comparativa (versão forte da Lei).

Como iremos ver no modelo de base verificam-se *i*) e *ii*), mas na generalização do modelo só é possível assegurar a condição *i*).

Sejam os vectores:

$$P^A = \begin{bmatrix} P_1^A & P_2^A \end{bmatrix}; \quad P^B = \begin{bmatrix} P_1^B & P_2^B \end{bmatrix}$$

⁽⁵⁾ Cf. Deardorff (1980), Dixit e Woodland (1982) e Dixit e Norman (1980).

$$T^A = \begin{bmatrix} (X_1 - M_1)^A \\ (X_2 - M_2)^A \end{bmatrix}; T^B = \begin{bmatrix} (X_1 - M_1)^B \\ (X_2 - M_2)^B \end{bmatrix}; T = \begin{bmatrix} X_1 - M_1 \\ X_2 - M_2 \end{bmatrix}$$

$$Q^A = \begin{bmatrix} Q_1^A \\ Q_2^A \end{bmatrix}; Q^B = \begin{bmatrix} Q_1^B \\ Q_2^B \end{bmatrix}; C^A = \begin{bmatrix} C_1^A \\ C_2^A \end{bmatrix}; C^B = \begin{bmatrix} C_1^B \\ C_2^B \end{bmatrix}$$

$$P^i = [P_1^i \ P_2^i]$$

Seja, também, $(P_1/P_2) A < (P_1/P_2) B$, com $P_1^B < P_1^A$ e $P_2^B > P_2^A$.
Supondo que o comércio está equilibrado vem:

$$T^A + T^B = 0 \quad (32)$$

A versão fraca da Lei da Vantagem Comparativa impõe, então, o seguinte:

$$\begin{aligned} P_1^B - P_1^A < 0 \text{ então } X_1 - M_1 > 0 \\ P_2^B - P_2^A > 0 \text{ então } X_2 - M_2 < 0 \end{aligned}$$

Em termos matriciais:

$$(P^B - P^A) T \leq 0 \quad (33)$$

em que o sinal de igual significa ausência de comércio.

A versão forte da Lei da Vantagem Comparativa impõe que o preço internacional, P_i , seja tal que:

$$(P_1/P_2) B \leq (P_1/P_2)_i \leq (P_1/P_2) A \quad (34)$$

em que, quando um país tem os seus preços relativos autárquicos iguais aos preços relativos internacionais (sinal de =), só o outro país ganha com o comércio.

À semelhança do que fizemos quando utilizámos a definição física, consideramos que a produção só tem dois destinos — a exportação e o consumo:

$$T = Q - C$$

Para cada país o valor das exportações líquidas aos preços autárquicos será:

$$P^A T^A = P^A (Q^A - C^A) \leq 0 \quad (35)$$

$$P^B T^B = P^B (Q^B - C^B) \leq 0 \quad (36)$$

e aos preços internacionais será:

$$P^i T^A = P^i T^B = 0 \quad (37)$$

onde a igualdade a 0 traduz a condição de equilíbrio em comércio internacional: o valor das exportações e das importações é igual.

Subtraindo (37) a (35) e (36) e tendo em conta (32) vem:

$$(P^B - P^i) T^B \leq 0 \quad (38)$$

$$(P^A - P^i) T^A \leq 0 \text{ ou } (P^A - P^i) T^B \geq 0 \quad (39)$$

ou seja: se $T^B > 0$, então (38) < 0 \wedge (39) $> 0 \Leftrightarrow P^B < P^i < P^A$, como queríamos demonstrar.

Relação de dualidade entre os teoremas de Rybczynski e de Stolper-Samuelson

Consideremos novamente os sistemas formados pelas equações (1) e (2) e (3) e (4). Em termos matriciais temos:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{bmatrix} = 1/|A| \begin{bmatrix} a_{k2} & -a_{L2} \\ -a_{k1} & a_{L1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ K \end{bmatrix} \quad (40)$$

e

$$\begin{bmatrix} w \\ r \end{bmatrix} = 1/|A| \begin{bmatrix} a_{k2} & -a_{k1} \\ -a_{L2} & a_{L1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} \quad (41)$$

com $|A| = a_{L1}a_{L2}(k_2 - k_1)$.

Se $k_1 > k_2$, então $|A| < 0$, e temos as seguintes derivadas parciais:

— em relação ao sistema (40):

$$\begin{aligned} \delta Q_1 / \delta L &= a_{k2} / |A| (< 0); \delta Q_1 / \delta K = -a_{L2} / |A| (> 0) \\ \delta Q_2 / \delta L &= -a_{k1} / |A| (> 0); \delta Q_2 / \delta K = a_{L1} / |A| (< 0) \end{aligned} \quad (42)$$

— em relação ao sistema (41):

$$\begin{aligned} \delta w / \delta P_1 &= a_{k2} / |A| (< 0); \delta w / \delta P_2 = -a_{k1} / |A| (> 0) \\ \delta r / \delta P_1 &= -a_{L2} / |A| (> 0); \delta r / \delta P_2 = a_{L1} / |A| (< 0) \end{aligned} \quad (43)$$

Confrontando (42) com (43) chegamos à seguinte *relação de reciprocidade* ou de dualidade estabelecida por Samuelson (1953-1954):

$$\delta Q_j / \delta E_i = \delta w_i / \delta P_j \quad (44)$$

Assim, o efeito de uma alteração da dotação de factores sobre a produção dos dois bens, *para preços constantes dos bens*, é igual ao efeito da alteração dos preços dos bens sobre a remuneração dos factores, *para dotações constantes dos factores*.

Como os teoremas de Stolper-Samuelson e de Rybczynski são geralmente formulados em termos de elasticidades (ainda que o último na formulação inicial de Rybczynski, 1955, venha em termos de variações absolutas e não variações percentuais), a relação de dualidade que se tira a partir das elasticidades de Stolper-Samuelson e de Rybczynski e tendo em conta (44) é a seguinte:

$$\theta_{ij}^{-1} = \delta \ln w_i / \delta \ln P_j = (\delta w_i / \delta P_j) (P_j / w_i)$$

É a elasticidade de Stolper-Samuelson do preço do factor i em relação ao preço do bem j e

$$\lambda_{ji}^{-1} = \delta \ln Q_j / \delta \ln E_i = (\delta Q_j / \delta E_i) (E_i / Q_j)$$

É a elasticidade de Rybczynski da quantidade oferecida do bem j em relação à oferta do factor i .

Logo:

$$\theta_{ij}^{-1} = \lambda_{ji}^{-1} (Q_j P_j / E_i w_i) \quad (45)$$

em que o ponderador nos dá a relação entre o valor do bem j e a remuneração do factor i que foi utilizado na sua produção. Se o factor i for utilizado intensivamente na produção de j , o ponderador será maior do que no caso contrário.

Teorema de igualização dos preços dos factores

Na base das hipóteses do modelo de base de HO mais a hipótese de especialização incompleta, o teorema de HO-Samuelson (como também é conhecido) estabelece que a igualização dos preços dos bens pelo comércio internacional leva à igualização dos preços dos factores tanto relativos como absolutos. O comércio é assim um substituto perfeito da mobilidade internacional dos factores, fazendo que os preços dos factores dependam só dos preços dos bens e sejam independentes da dotação relativa de factores dos países. O essencial do teorema reside na relação unívoca entre preços relativos dos bens e preços relativos dos factores:

$$d(P_1 / P_2) / d(w / r) = [a_{L1} a_{L2} (k_2 - k_1)] / [(w / r) a_{L2} + a_{K2}]^2 \quad (46)$$

que se obtém a partir das equações (15) e (16), dividindo a primeira pela segunda e derivando em ordens a w/r .

Se $k_2 > k_1$, a indústria 2 é capital-intensiva e um aumento do preço relativo do factor trabalho (aumento de w/r) levará ao aumento do preço relativo do bem trabalho intensivo (aumento de P_1/P_2).

Em termos de preços absolutos dos factores temos:

$$\delta P_j / \delta w_i = a_{ij}, \text{ com coeficientes técnicos fixos} \quad (47)$$

ou

$$\delta \ln P_j / \delta \ln w_i = \theta_{ij} = a_{ij}(w), \text{ com coeficientes técnicos variáveis} \quad (48)$$

BIBLIOGRAFIA

- BERTRAND, Trent (1972), «An Extension of the N-Factor Case Paradox, of Factor Proportions Theory», *Kyklos*, vol. 25, pp. 592-596.
- BHAGWATI, J. (1972), «The Heckscher-Ohlin Theorem in the Multi-Commodity Case», *Journal of Political Economy*, vol. 80, pp. 1052-1055.
- BRECHER, R., e CHOUDRI, E. (1982) «The Leontief Paradox, Continued», *Journal of Political Economy*, vol. 90, pp. 820-823.
- CHACHOLIADIS, M. (1978), *International Trade Theory and Policy*, Mc Graw Hill, 1.ª ed., 1973, p. 614.
- DEARDORFF, A. (1980), «The General Validity of the Law of Comparative Advantage», *Journal of Political Economy*, vol. 88, pp. 941-957.
- DEARDORFF, A. (1982), «The General Validity of the Heckscher-Ohlin Theorem», *American Economic Review*, vol. 72, pp. 683-694.
- DIXIT, A., e NORMAN, V. (1980), *Theory of International Trade: A Dual, General Equilibrium Approach*, Cambridge University Press, pp. x + 339.
- DIXIT, A., e WOODLAND, A. (1982), «The Relationship Between Factor Endowments and Commodity Trade», *Journal of International Economics*, vol. 13, pp. 201-214.
- JONES, R. (1965), «The Structure of Simple General Equilibrium Models», *Journal of Political Economy*, vol. 73, pp. 557-561.
- JONES, R., e NEARY, J. (1984), «The Positive Theory of International Trade», *ob cit.*, R. Jones and P. Kenen (eds.), pp. 1-61.
- JONES, R., e KENEN, P. (eds.) (1984), *Handbook of International Economics*, North-Holland, vol. 1, pp. xxi + 623.
- LEAMER, E. (1980), «The Leontief Paradox, Reconsidered», *Journal of Political Economy*, vol. 88, pp. 495-503.
- MELVIN, J. (1968), «Production and Trade with Two Factors and Three Goods», *American Economic Review*, vol. 58, pp. 1249-1268.
- RYBCZYNSKI, T. (1955), «Factor Endowment and Relative Commodity Prices», *Economica*, vol. 22, pp. 336-341.
- SAMUELSON, P. (1953-1954), «Prices of Factors and Goods in General Equilibrium», *Review of Economic Studies*, vol. 21, pp. 1-20.
- VANEK, J. (1968), «The Factor Proportions Theory: The N-Factor Case», *Kyklos*, vol. 21(4), pp. 749-756.