

## EFEITOS DO COMÉRCIO INTERNACIONAL SOBRE AS REMUNERAÇÕES DOS FATORES NO BRASIL: UMA ANÁLISE DE CONES DE DIVERSIFICAÇÃO

**Eleydiane M. Vale**  
Mestra CAEN/UFC  
[eleydiane@caen.ufc.br](mailto:eleydiane@caen.ufc.br)

**João Mário de França**  
Prof. CAEN/UFC  
[joão.franca@ufc.br](mailto:joão.franca@ufc.br)

**Ivan Castelar**  
Prof. CAEN/UFC  
[lume1250@yahoo.com.br](mailto:lume1250@yahoo.com.br)

### Resumo

Este artigo apresenta um modelo empírico de cones de diversificação. Utilizamos dados de capital e produção das Organizações das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial e dados de trabalho da Organização Internacional do Trabalho. O objetivo é localizar a posição do Brasil em relação aos outros países que apresentem semelhanças nas dotações de fatores. Com especificações apropriadas, os efeitos do teorema de Stolper e Samuelson sobre os salários e taxa de juros, são previstos. Os resultados revelam que o Brasil, não teria os salários ou a taxa de juros modificados como consequência de uma abertura comercial.

**Palavras-Chaves:** Cones de diversificação, Remuneração dos fatores e Estimação do estoque de capital.

**Classificação JEL:** F11, F14, D33

### Abstract

This paper presents an empirical model based on the Heckscher-Ohlin theory to test cones of diversification. We use data on capital and production of the United Nations Industrial Development Organization, labour data comes from the International Labour Organisation. The goal is to locate the position of Brazil in relation to other countries that have similar factor endowments. With an appropriate specifications, the effects of Stolper- Samuelson theorem on wages and interest rates are predicted. The results show that Brazil would not have wages or interest rates changed as a consequence of trade liberalization

**Key words :** Diversification cones, Factors returns, Capital stock estimation.

**ÁREA: ECONOMIA INTERNACIONAL**

## 1. Introdução e Revisão de Literatura

É fato que existem inúmeras contribuições para a teoria de Comércio Internacional envolvendo o modelo de Heckscher e Ohlin<sup>1</sup>. O presente trabalho é fundamentado na mesma teoria; ou seja, a teoria de que os países exportam os bens que utilizam na sua produção os insumos dos quais o país é mais bem dotado. E, de forma contrária, o país importa os bens que utilizam em sua produção insumos que ele não detém em abundância. Aqui, esta teoria será discutida de um ponto diferenciado. Tomou-se como motivação o modelo desenvolvido por Davis (1996), onde o autor defende o uso de cones de diversificação para identificar mudanças nos padrões de renda dos países. Por cones de diversificação entende-se a área geométrica no plano de fatores de produção onde a igualdade dos preços dos fatores ocorre. O objetivo é desenvolver um trabalho empírico, a fim de testar o referido modelo de Davis (1996) e apontar os impactos que o Brasil sofreria em face de alterações nas taxas de juros e salários, em uma situação de livre comércio.

Davis (1996) argumenta que o teorema de Stolper e Samuelson para se tornar observável em trabalhos empíricos deve ter como referencial não somente as dotações de fatores de um país com relação ao resto do mundo, mas deve-se ainda relativizar as dotações de um país somente em comparação com as de outros países que apresentem dotações semelhantes. Para identificar estes grupos o autor usa o conceito de cones de diversificação. Ele explica que as dotações de fatores entre países coíbem a igualdade dos preços dos fatores<sup>2</sup>. Portanto, uma vez que a igualdade não esteja assegurada, tem-se a formação de mais de um cone de diversificação. Ou seja, não é possível desenhar uma mesma linha de isocusto que tangencie as isoquantas das indústrias para todos os países em análise. Logo será necessária mais de uma linha de isocusto, e com isto mais de um cone de diversificação.

De acordo com Davis e Weinstein (2001), quando se trabalha a hipótese de mais de um cone é possível evidenciar a validade do Teorema de Heckscher e Ohlin empiricamente. Embora existam trabalhos que abordem o modelo de apenas um cone, como em Trefler (1995), desde Davis e Weinstein (2001)<sup>3</sup>, artigos que modelam a economia com mais de um cone, ganharam maior visibilidade. Apesar do tema ter ganhado força entre os pesquisadores, infelizmente artigos com modelos de múltiplos cones ainda são escassos. Entre estes podem ser citados Demiroglu e Debaere (2003), que estimam um modelo empírico baseado nas condições de lentes de Deardorff<sup>4</sup>. Estes autores usam dados de capital, trabalho e produção da UNIDO<sup>5</sup> e da Penn World Table para vinte e oito países e vinte e oito setores. A análise é feita para o ano de 1990 e os autores estimam os dados de capital usando o método do inventário perpétuo, com quinze anos de observações de formação bruta de capital fixo e taxa de depreciação de 13,3%, para todos os países da pesquisa. Com isto os autores ratificam que países desenvolvidos e em desenvolvimento não estão no mesmo cone, enquanto os países membros da OECD se situam no mesmo cone. A razão disto é que as dotações de todos os países da análise são muito diferentes para permitir a igualdade dos preços dos fatores para o conjunto de todos os países. No entanto, entre os países da OECD é possível perceber certa semelhança nas dotações, o que permite que estes se alinhem e pertençam a um mesmo cone.

Outro trabalho nesta área é o de Xiang (2007), que utiliza um modelo com dados de capital e trabalho elaborados por Davis e Weinstein (2001), para uma estimação não-

---

<sup>1</sup>Dentre muitos citamos Leamer (1995), Leamer (1995a), Demiroglu (1997) e Deardorff (2000).

<sup>2</sup> Leamer e Levisohn (1995a) conduzem a mudança do termo equalização para igualdade. Por se tratar de uma consequência e não um processo. E nós a adotamos.

<sup>3</sup> Uma exceção a trabalhos anteriores á Davis e Weinstein (2001) que já hipotetizam a economia inserida em um modelo de múltiplos cones é Leamer (1987).

<sup>4</sup> O modelo de lentes de Deardorff traz uma abordagem diferente da nossa para analisar cones de diversificação. Para detalhes veja Deardorff (1994).

<sup>5</sup> United Nations Industrial Development Organization.

paramétrica. Ele toma como amostra dez países membros da OECD para concluir que estes formariam três cones de diversificação. O autor alcançou este resultado estimando as funções densidade acumuladas de cada um dos países e comparou-as par a par. A seguir, observou a existência de um padrão de dominância estocástica para cada um dos pares e, quando pôde determinar uma cdf dominante, concluiu que o país a ela relativo estava situado em um cone com maior taxa de capital por trabalho. Quando da ausência de tal dominância, concluiu que os países pertenciam ao mesmo cone.

Schott (2003), baseado em Leamer (1987), utilizou dados de capital, trabalho e produção advindos respectivamente de Maskus (1991), World Bank e UNIDO; para avaliar se os países estão alocados em mais de um cone de diversificação no ano de 1990. O autor avalia testes  $p$  e encontra que os países da amostra estão alocados em dois cones apenas. Os países podem estar no cone que usa mais intensivamente o insumo trabalho ou no cone que usa mais intensivamente o insumo capital. De acordo com Schott (2003) os países devem estar sempre dentro de alguns destes dois cones e nunca entre ou fora deles. Esta configuração advém da hipótese de que as tecnologias são do tipo Leontief.

Este estudo se aproxima do de Schott (2003), principalmente no que tange à abrangência amostral, por tratar-se também de um trabalho empírico que testa a teoria de múltiplos cones para vários países do mundo. Contudo, diferente de Schott (2003), que usa taxa de depreciação de 13,3% para todos os países da amostra no cálculo do estoque de capital, este trabalho aplica uma taxa de depreciação de 10,6%<sup>6</sup> ao fazer o mesmo cálculo. Inclusive, esta é outra contribuição que este artigo pretende oferecer; ou seja, o maior detalhamento sobre o método de estimação do capital.

A metodologia usada para estimar a trajetória de desenvolvimento, que define os cones, foi semelhante à de Kiyota (2008). Este autor preenche a lacuna deixada por Schott (2003) no âmbito de avaliar as variações salariais existentes entre os países<sup>7</sup>. Kiyota estima um modelo de cones de diversificação para as províncias do Japão, para o ano de 1990, enquanto neste trabalho testa se os quarenta países da análise estão alocados em um modelo de dois cones e o mais importante, verifica-se a localização do Brasil dentro de seu cone a fim de que sejam previstos os efeitos sobre taxa de juros e salários os quais Davis (1996) teorizou.

Para que se encontrem relações que entrelacem a teoria e os dados empíricos, em se tratando dos efeitos que o teorema de Stolper e Samuelson propõe, devem-se comparar as dotações de fatores de cada país dentro do seu próprio cone. O presente trabalho tem como objetivo identificar cones de diversificação em uma economia de três setores e dois insumos de produção, através de um modelo de regressão SUR<sup>8</sup> (Seemingly Unrelated Regressions) com dados em cross-section, estimando três funções de produção. Estas equações foram construídas com o método de Schott (2003) de agregados de Heckscher e Ohlin. Os dados utilizados incluíram trabalho, capital e produção para quarenta países e dezoito indústrias. As funções de produção são modeladas *à la Leontief* e, então, estimadas as trajetórias de desenvolvimento de cada indústria. Sabe-se das críticas direcionadas a modelos que hipotetizam as funções de produção com insumos complementares perfeitos, porém cabe ressaltar que modelos deste tipo somente falham ao se tratar do ajustamento dos salários, como comprova Kiyota (2008), e não é o interesse aqui explicar as variações salariais entre países.

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, o presente trabalho está dividido da seguinte forma. Na segunda seção discute-se o teorema de Stolper e Samuelson e os seus efeitos sobre o comércio. A terceira seção trata do modelo econométrico, dos dados e da

---

<sup>6</sup> Para detalhes veja seção 3.3

<sup>7</sup> Kiyota (2008) o faz simplesmente supondo que as funções de produção são do tipo Cobb-Douglas

<sup>8</sup> A estimação de máxima verossimilhança também foi testada, porém encontramos melhores resultado no modelo SUR.

ilustração do cálculo de estimação de capital utilizado em nosso trabalho. A quarta seção apresenta os principais resultados e a quinta seção apresenta as conclusões.

## 2. Modelo Teórico

### 2.1 Teorema de Stolper e Samuelson

Stolper e Samuelson (1941) desenvolveram um modelo que, com base na teoria de Heckscher e Ohlin, indagava qual seria o efeito do comércio sobre os preços relativos dos fatores. Com um modelo simplificado, de apenas dois fatores, dois produtos e dois países (conhecido como modelo 2 x 2 x 2), os autores chegam a conclusão de que a liberalização do comércio aumentará a remuneração do fator que é relativamente abundante no país.

Para que a análise seja válida faz-se necessário que as hipóteses seguintes sejam estabelecidas:

*HIPÓTESE 1:* Pleno emprego antes e depois da abertura do comércio

*HIPÓTESE 2:* Perfeita mobilidade dos fatores de produção entre os setores da economia de um país mas não entre os países

*HIPÓTESE 3:* Ambiente de competição perfeita para produtos e fatores

*HIPÓTESE 4:* O montante total dos fatores de produção devem permanecer fixos

*HIPÓTESE 5:* As funções de produção para os dois produtos são homogêneas de primeiro grau

*HIPÓTESE 6:* Existência de apenas um único bem que é usado como *wage good*<sup>9</sup>.

Nomeando os produtos de A e B, descrevem-se suas funções de produção como:

$$A = A(L_A, K_A) \quad (1)$$

$$B = B(L_B, K_B) \quad (2)$$

Onde  $L_A$  é a quantidade do fator trabalho usado na produção do bem A e  $K_A$  é a quantidade de capital usado na produção do mesmo bem. O mesmo se aplica para o bem B.

A condição de equilíbrio derivada da Hip. 2 conduz para uma situação onde as taxas marginais de substituição técnicas nos dois setores devem ser iguais; isto quer dizer que:

$$\frac{\frac{\partial A(L_A, K_A)}{\partial L_A}}{\frac{\partial A(L_A, K_A)}{\partial K_A}} = \frac{\frac{\partial B(L_B, K_B)}{\partial L_B}}{\frac{\partial B(L_B, K_B)}{\partial K_B}} \quad (3)$$

A maioria destas hipóteses é conhecida por serem aplicadas ao modelo HO (Heckscher e Ohlin), porém a hipótese 6 merece uma explicação mais detalhada, pois dela deriva uma grande contribuição para o desenvolvimento da teoria do comércio.

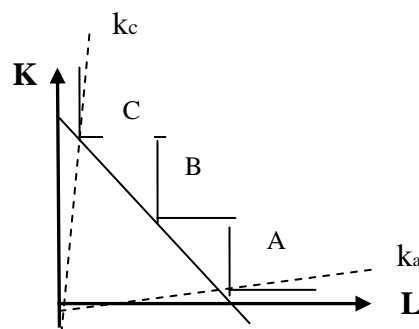
---

<sup>9</sup> Nomeado desta forma por ser, hipoteticamente, o único bem que os donos dos fatores de produção consumiriam.

Até então, acreditava-se que o efeito da abertura comercial sobre a economia era diferente de acordo com a classificação do *wage good*. Ou seja, quando ele era o bem exportado pelo país o efeito seria um; enquanto na situação deste ser importado pelo país o efeito seria outro. A principal contribuição que Stolper e Samuelson (1941) prestaram para a teoria de comércio adveio da prova de que, na verdade, era indiferente a definição de quem seria o *wage good*, pois independente deste bem ser importado ou exportado os efeitos sobre a economia seriam os mesmos. Para que esta conclusão fosse atingida, os autores acrescentaram mais duas hipóteses ao modelo. As novas hipóteses eram de que a remoção da tarifa não destruiria a indústria prévia, mas que a contrairia. E que o país em análise era relativamente pequeno e não teria influência nos termos do comércio. Stolper e Samuelson (1941) chegam à conclusão de que o comércio internacional, necessariamente, diminuirá a remuneração do fator escasso expresso em termos de qualquer bem.

## 2.2 Igualdade dos Preços dos Fatores e Cones de Diversificação

As suposições adotadas aqui são as de que na economia produzem-se três bens, existem mais de dois países e apenas dois insumos de produção. Serão estabelecidos dois tipos de equilíbrios de acordo com Deardorff (2002). No primeiro equilíbrio, a principal característica é a semelhança nas dotações entre os países que estão sob livre comércio. Neste caso, os preços dos fatores mundiais de equilíbrio se igualam, de modo a permitir que todos os bens sejam produzidos por todos os países. Existirá, então, um único conjunto de equalização de preços dos fatores. Ou seja, todos os países da economia estão inseridos em um único cone de diversificação. Considerando uma função de produção do tipo Leontief de valor unitário, apresentam-se três isoquantas. Cada uma delas representa a produção dos três diferentes bens (bens são nomeados A, B e C de acordo com a intensidade de capital usada na sua produção, do menos intensivo ao mais intensivo). A economia de um cone é ilustrada na figura 1.



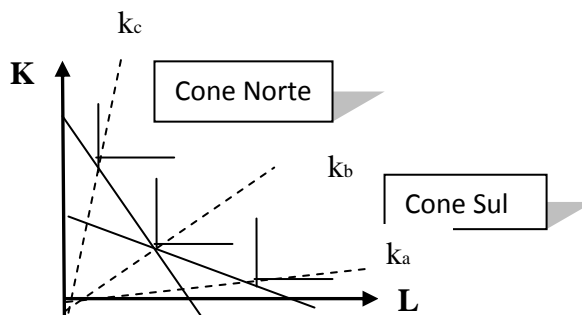
**Figura 1. Modelo de um cone**

Em uma segunda situação, descrita pela figura 2, tem-se o equilíbrio de dois cones. Existiriam neste equilíbrio dois conjuntos de equalização de preços dos fatores. Em um equilíbrio deste tipo a economia se arranja para permitir que as remunerações dos preços dos fatores se igualem apenas dentro de cada cone e não no modelo como um todo. Note que, diferente da situação anterior, duas taxas de juros e dois níveis de salários são determinados, como mostra a figura 2. Percebe-se que no cone mais próximo do eixo L, a remuneração do trabalho é menor, enquanto a remuneração do capital é maior. Isto ocorre porque neste cone, que chamado de “cone sul”, o fator abundante é o trabalho e o fator escasso é o capital. O contrário ocorre no cone mais próximo do eixo K, nomeado “cone norte”.

Neste cone, a remuneração do capital é menor, pois ele é o fator menos escasso, e a remuneração do fator trabalho, os salários, é mais alta. É lógico supor, então, que países que

apresentem taxas de capital por trabalho mais alta habitariam no cone norte, e países com taxas menores deveriam estar inseridos no cone sul.

Supondo uma economia que esteja em equilíbrio de dois cones, como faz Schott (2003), de acordo com o Teorema de Stolper e Samuelson, os trabalhadores dos países do cone sul, que produzem bens que são intensivos em mão-de-obra, se beneficiariam com a liberalização do comércio, uma vez que as remunerações destes trabalhadores aumentariam como consequência da queda de tarifas.

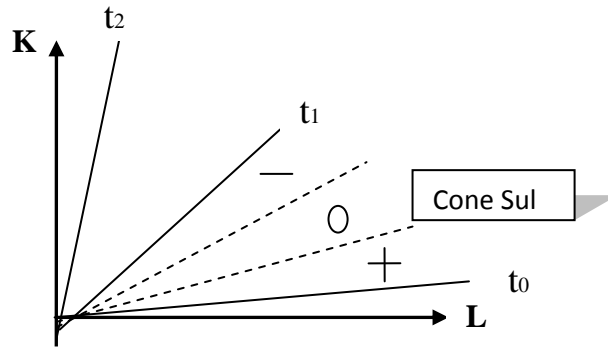


**Figura 2. Modelo de dois cones**

Baseados nisto e supondo ainda que o Brasil habite o cone sul, a liberalização do comércio deveria ser benéfica para o país, pois o salário, que é a remuneração do trabalho, aumentaria. Contudo não é certo que a taxa de juros seria diminuída. De acordo com Davis (1996), o essencial ao determinar qual o efeito do livre comércio não é saber se o país em questão habita em um cone ou outro. Mas, além disto, é necessário saber qual sua localização relativa dentro do seu cone. Ou seja, o que importa ao determinar os efeitos do Teorema de Stolper e Samuelson não é posição relativa do país com respeito a todos os outros países do modelo; o essencial, entretanto, é indicar qual a posição relativa do país em análise com referência aos países que habitam em seu próprio cone.

Continuando com a suposição de que o Brasil habita o cone sul, produzindo bens que são intensivos em mão-de-obra e bens que fazem uso intermediário do insumo capital, observe-se a figura 3. Ela é desenhada com três linhas que separam o cone sul. A área de sinal positivo indica que efeitos de uma liberalização do comércio seriam de aumento nos salários e redução na taxa de juros, este impacto é chamado de positivo por Davis (1996). Note que esta é a área mais abaixo do cone sul. Aqui, os países são abundantes em mão-de-obra em relação aos outros países de seu próprio cone. A área de sinal nulo indica que o livre comércio não acarretará impactos positivos ou negativos com relação à remuneração dos fatores. Esta é uma zona de neutralidade.

E por fim, a área mais acima do cone sul tem sinal negativo; ou seja, o livre comércio ocasionaria para os países que habitam esta região impactos negativos, redução de salários e aumento da taxa de juros. A razão é que, apesar dos países que estão nesta área pertencerem ao grupo dos países do cone sul, eles são relativamente intensivos em capital quando comparados aos outros países de seu cone. Davis (1996) esclarece que esta é a maneira correta de analisar as implicações do teorema de Stolper e Samuelson. E que com esta definição é possível verificar a validade da teoria de Heckscher e Ohlin. O objetivo das próximas seções será construir um modelo de cones para uma amostra de 40 países e com este modelo analisar tais efeitos sobre a remuneração dos fatores. Ou seja, deseja-se descobrir em qual destas três áreas, que separam o cone sul da figura 3, o Brasil se enquadra.



**Figura 3. Cones de diversificação e efeitos da liberalização do comércio**

### 3. Metodologia

#### 3.1 Dados

Para estabelecer o modelo de cones utilizam-se dados de trabalho, capital e produto para a economia mundial do ano de 2005. A análise foi efetuada com 40 países e 18 indústrias<sup>10</sup> de produtos manufaturados. Para dados de trabalho usou-se como fonte a Organização Internacional do Trabalho (OIT), dados de produção e de formação bruta de capital foram da Organização das Nações Unidas de Desenvolvimento Industrial (UNIDO). Os dados de formação bruta de capital fixo necessitaram ser transformados em dados de capital usando o método que será explanado mais adiante.

#### 3.2 Modelo Econométrico

Com base no modelo de Heckscher e Olhin de dois insumos, três produtos e n países. Segue-se os trabalhos de Schott (2003) e Kiyota (2008), para definir o modelo de dois cones<sup>11</sup>. Utiliza-se funções splines para incorporar as restrições que devem ser estabelecidas para que o modelo seja válido. Estas restrições advêm da necessidade das linhas que definem os cones cruzarem o ponto de lucro máximo para as indústrias. Como Schott (2003) notou inicialmente e Kiyota (2008) confirmou, existirá problema de heterogeneidade no modelo ao tomar a regressão baseada na classificação industrial de acordo com a finalidade do uso dos produtos. Incurrer-se-ia num equívoco desta forma, considerando que todos os produtos que apresentam a mesma finalidade de uso, independente de onde são produzidos, possuam a mesma qualidade<sup>12</sup>. Utiliza-se, portanto, a definição desenvolvida por Schott (2003) de agregados de Heckscher e Olhin (HO). Desta forma, os bens são agrupados, não de acordo com a finalidade de uso, mas de acordo com a intensidade do uso do insumo capital. Para que esta classificação seja possível, define-se a variável

$$k_{ic} = \frac{K_{ic}}{L_{ic}} \quad (4)$$

Como a taxa de capital por trabalho para a indústria i no país c. Para que o equilíbrio de dois cones seja estabelecido é necessário que três agregados sejam formados, pois o número de

<sup>10</sup> Ver Tabela 1 para detalhamento de indústrias.

<sup>11</sup> Assumimos que nosso modelo seja formado apenas por dois cones.

<sup>12</sup> Por qualidade, definimos a intensidade do uso do insumo capital para a produção do bem. Quanto maior a qualidade, mais intenso é o uso do insumo capital na produção do bem.

cones será o número de agregados menos um<sup>13</sup>. Logo, define-se três agregados (Schott, 2003) e chamados de:

- **Agregado HO-1**, aquele agregado que faz uso intensivo do insumo trabalho
- **Agregado HO-2**, aquele agregado que faz uso intermediário do insumo capital
- **Agregado HO-3**, aquele agregado que faz uso intensivo do insumo capital

Todas as taxas  $k_{ic}$  são calculadas para as 18 indústrias dos 40 países<sup>14</sup>. E define-se intervalos de separação *ad hoc* ( $h_1$  e  $h_2$ ) para os agregados de HO, como segue:

$$\begin{cases} k_{ic} < h_1 \Rightarrow \text{A indústria } i \text{ do país } c \text{ pertencerá ao agregado HO - 1} \\ h_1 \leq k_{ic} \leq h_2 \Rightarrow \text{A indústria } i \text{ do país } c \text{ pertencerá ao agregado HO - 2} \\ k_{ic} > h_2 \Rightarrow \text{A indústria } i \text{ do país } c \text{ pertencerá ao agregado HO - 3} \end{cases}$$

Assume-se que  $h_1 = 30000$  e  $h_2 = 100000$ <sup>15</sup>. Com esta classificação, são formados três agregados. Quando um país apresenta mais de uma indústria em certo agregado, soma-se toda a produção de todas as indústrias daquele país, para formar seus dados de produção. Para o HO-1 Bélgica, Japão e Coréia do Sul ficaram de fora da função de regressão, ou seja, estes países não produziram bens intensivos em insumo trabalho<sup>16</sup>. No agregado de HO-2 todos os países participaram com exceção de Etiópia e Uruguai. Já no agregado de HO-3 não participam do modelo Bulgária, Etiópia, Indonésia, Jordânia, Polônia, Romênia, Eslovênia e Uruguai. A tabela 2 identifica os países participantes de cada agregado. Depois de definir os intervalos que constroem os agregados, define-se também os nós que separam os cones, considerando os níveis estimados de capital por trabalho do país, denotados por:

$$k_c = \frac{K_c}{L_c} \quad (5)$$

As equações de regressão advêm de funções splines, e por esta razão variáveis dummies serão incorporadas ao modelo<sup>17</sup>. Em ordem crescente de uso capital por trabalho, utiliza-se as equações de regressão abaixo para os agregados:

$$y_{1c} = \beta_1(k_c - t_1)d_1 + \varepsilon_{1c} \quad (6)$$

$$y_{2c} = \beta_2 \left[ k_c d_1 + \frac{t_1}{(t_1 - t_2)} (k_c - t_2) d_2 \right] + \varepsilon_{2c} \quad (7)$$

$$y_{3c} = \beta_3(k_c - t_1)d_2 + \varepsilon_{3c} \quad (8)$$

Os nós  $t_1$  e  $t_2$  tomarão os valores:

$$t_1 = 6400$$

$$t_2 = 21800$$

<sup>13</sup> Ver Feenstra (2004).

<sup>14</sup> Para o cálculo das 720 taxas usamos o método desenvolvido na subseção a seguir.

<sup>15</sup> Valores em dólares americanos

<sup>16</sup> Este achado corrobora com Kiyota (2008).

<sup>17</sup> Para maiores esclarecimentos ver Greene (2003) páginas 121 a 122.



Para escolher os valores ótimos de  $t_1$  e  $t_2$  fez-se uso do critério de Akaike<sup>18</sup>.

As variáveis dummies tomarão os valores:

$$\begin{cases} d_1 = 1, & \text{se } t_0 < k_c \leq t_1 \\ d_1 = 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

$$\begin{cases} d_2 = 1, & \text{se } t_1 < k_c \leq t_2 \\ d_2 = 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Com  $t_0 = 0$ .

### 3.3 Cálculo do estoque de capital através do método do inventário perpétuo

Especifica-se nesta subsecção o método utilizado para transformar dados de formação bruta de capital fixo em dados de capital, o qual será empregado para estimar os dados de capital para o ano de 2005<sup>19</sup>. Este método foi utilizado tanto para a estimação de  $k_{ic}$  como para estimar  $k_c$ . Utilizou-se para todos os países a mesma taxa de depreciação estimada por Bischoff e Kokkelenberg (1987) de 10,6%. Também foram calculadas taxas de crescimento média do capital ( $g$ ) para cada país, no período de 1990 a 2005<sup>20</sup>. Estas taxas de crescimento são mostradas na tabela 3.

Foi tomado como ponto de partida a lei de movimento do capital<sup>21</sup>:

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (9)$$

Itera-se para chegarmos ao resultado em (10):

$$\begin{aligned} K_1 &= (1 - \delta)K_0 + I_0 \\ K_2 &= (1 - \delta)K_1 + I_1 \Rightarrow K_2 = (1 - \delta)[(1 - \delta)K_0 + I_0] + I_1 \\ &\vdots \\ K_T &= (1 - \delta)^T K_0 + \sum_{j=0}^{T-1} (1 - \delta)^{(T-1)-j} I_j \end{aligned} \quad (10)$$

Assume-se:

$$K_0 = \frac{I_0}{(\delta + g)} \quad (11)$$

Definindo:

<sup>18</sup> Este critério retorna um valor para cada modelo de regressão, gerado com os diferentes nós. Ao final o modelo que retorna o menor valor AIC deve ser o escolhido.

<sup>19</sup> Para deflacionar os dados de capital, recorremos ao Índice de Preços ao Produtor (para todos os bens) dos Estados Unidos da América.

<sup>20</sup> Experimentamos várias combinações de anos para calcular a taxa média de crescimento. Para evitar distorcer a análise optamos por todo o intervalo de tempo, ou seja, de 1990 a 2005.

<sup>21</sup> Chiang (1992).

$$I_j = (1 + g)I_{j-1} \quad (12)$$

Iterando (12), encontra-se:

$$\begin{aligned} I_1 &= (1 + g)I_0 \\ I_2 &= (1 + g)I_1 \Rightarrow I_2 = (1 + g)^2 I_0 \\ &\vdots \\ I_j &= (1 + g)^j I_0 \end{aligned} \quad (13)$$

Substituindo (13) em (10):

$$\begin{aligned} K_T &= (1 - \delta)^T K_0 + \sum_{j=0}^{T-1} (1 - \delta)^{(T-1)-j} (1 + g)^j I_0 \\ &= (1 - \delta)^T K_0 + (1 - \delta)^{(T-1)} I_0 \sum_{j=0}^{T-1} \left[ \frac{(1 + g)}{(1 - \delta)} \right]^j \end{aligned} \quad (14)$$

Usando a fórmula da soma finita de progressões geométricas:

$$S_n = a_1 \left( \frac{r^n - 1}{r - 1} \right) \quad (15)$$

Onde n é número de termos da P.G,  $a_1$  é o primeiro termo e r é sua razão.

Obtém-se então:

$$K_T = (1 - \delta)^T K_0 + (1 - \delta)^{T-1} I_0 \left[ \frac{(1 + g)^T - (1 - \delta)^T}{(1 - \delta)^{T-1} (g + \delta)} \right] \quad (16)$$

Substituindo (11) em (16) e simplificando:

$$\begin{aligned} K_T &= (1 - \delta)^T K_0 + (1 - \delta)^{T-1} (\delta + g) K_0 \left[ \frac{(1 + g)^T - (1 - \delta)^T}{(1 - \delta)^{T-1} (g + \delta)} \right] \\ &= (1 - \delta)^T K_0 + K_0 [(1 + g)^T - (1 - \delta)^T] \\ &= K_0 [(1 + g)^T - (1 - \delta)^T + (1 - \delta)^T] \\ &= K_0 (1 + g)^T \end{aligned}$$

Ou :

$$K_T = \frac{I_0}{(\delta + g)} (1 + g)^T \quad (17)$$

Onde:

$g$  é a taxa média de crescimento do capital no período pré-determinado

$K_0$  é o estoque de capital inicial

$\delta$  é a taxa de depreciação

$I$  é o investimento bruto ou formação bruta de capital fixo

O período de estimação para o capital é de 1990 a 2005. Nesta estimação  $T = 15$ , logo o 15º período corresponde ao ano de 2005. O período inicial ( $p_0$ ) para o investimento ( $I_0$ ) foi o ano de 1990.

#### 4. Resultados

Utilizando o método descrito na seção anterior, as taxas  $k_{ic}$  foram encontradas. As taxas estimadas são uma *proxy* de qualidade, no sentido que quanto maior a taxa, melhor a qualidade do produto. A tabela 4 apresenta as taxas para as indústrias brasileiras. O país demonstrou as menores taxas de capital por trabalho nas indústrias de madeira, vestuário e minerais não-metálicos. Enquanto as mais elevadas se devem às indústrias de metais básicos, química e petrolífera. Comparando os dados da tabela 4 com estatísticas de comércio obtidas através do Ministério de Desenvolvimento da Indústria e do Comércio, observa-se que estes três últimos setores, conjuntamente, representaram 21,15% das exportações e 39,99% das importações, para o ano de 2005. Ou seja, apesar das altas taxas de capital por trabalho nestes setores, o Brasil ainda persiste importando estes produtos, mais que exportando. O destino das exportações de produtos brasileiros que utilizam em sua composição mais capital relativo a trabalho no ano de 2005, foram os países em desenvolvimento, como indica a tabela 6. Enquanto as origens das importações brasileiras de bens que na sua produção utilizam mais capital, advêm de países desenvolvidos, para a indústria química aproximadamente 70% das importações têm como origem países ricos, como é natural.

Ou seja, ainda que a qualidade dos produtos das indústrias química, petrolífera e de metais básicos sejam as melhores das indústrias brasileiras em análise, o país continua enquadrado na teoria de Heckscher e Ohlin. Pois ainda é escasso em capital, e importa mais que exporta bens que utilizam em sua produção este insumo abundantemente. Mesmo que a indústria química apresente uma das maiores taxas de capital por trabalho por setor no Brasil, ao comparar esta taxa com as taxas da indústria química de todos os outros países, verifica-se que o Brasil apresenta taxa inferior à média do setor.

Mais ainda, ao analisar as tabelas 8 e 9, as evidências de que o Brasil é um exportador de produtos que são intensivos em trabalho ficam ainda mais claras. Pois os destinos das exportações brasileiras de produtos que apresentaram baixas taxas de capital por trabalho são países desenvolvidos, que de acordo com a teoria de Heckscher e Ohlin gozam de capital abundantemente, importando bens que têm trabalho como insumo de uso intensivo.

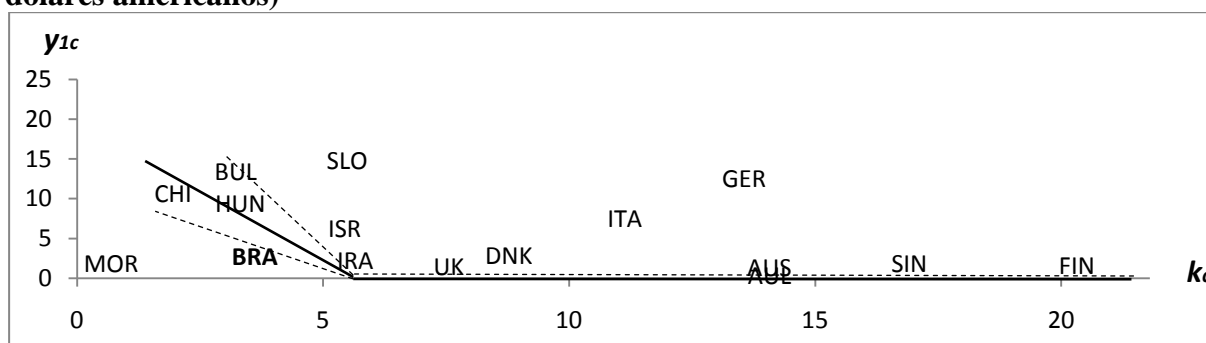
Uma vez que as taxas  $k_{ic}$  foram calculadas, os dados foram organizados a fim de que as equações (6), (7) e (8) fossem estimadas. Os dados confirmam que os quarenta países da amostra estão alocados em um modelo de dois cones. Ao trabalhar com regressões splines, deve-se testar as hipóteses dos coeficientes do modelo serem nulos. Por isso, foi avaliada a significância dos coeficientes do modelo pelo teste  $t$ . A tabela 10 demonstra os resultados das regressões e, pelas estatísticas de teste  $t$ , descarta-se a hipótese nula de que os coeficientes teriam valores iguais a zero. Para o modelo, isto significa que os países não estão agrupados dentro de um único cone, mas em dois.

**Tabela 10. Resultado do Modelo de Regressão**

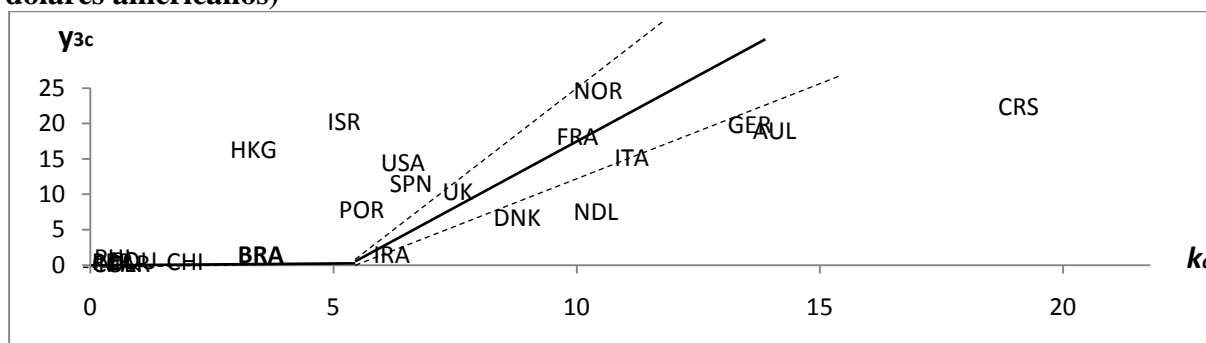
Método de estimação: Seemingly Unrelated Regression			
Programa computacional: Eviews 5			
Número de observações do sistema: 113			
	Coefficiente	Estatística t	Valor P
$\beta_1$	-2,292	-2,616	0,0102
$\beta_2$	2,401	9,239	0,0000
$\beta_3$	2,832	10,076	0,0000

Os coeficientes  $\beta_1$  e  $\beta_3$  indicam as inclinações das trajetórias de desenvolvimento<sup>22</sup> dos agregados de HO-1 e HO-3, respectivamente, até o ponto onde  $k_c = t_1$ . Para  $k_c > t_1$ , a inclinação da trajetória do desenvolvimento do agregado é nula. As figuras 4 e 5 apresentam as trajetórias de desenvolvimento dos agregados HO-1 e HO-3. Note que os países que pertencem ao cone sul estão situados no intervalo com inclinação negativa, (figura 4). De forma análoga, estes mesmos países devem estar no intervalo com inclinação nula da figura 5. Estes resultados confirmam Schott (2003) e Kiyota (2008) neste aspecto. Além disto, a produção dos bens que não utilizam aquele fator intensivamente deve cair. Observe-se que a produção do agregado de HO-1 cairá à medida que o capital se acumule. Países que estão no cone sul produzem muito pouco, ou quase zero, no agregado de HO-3, pois apresentam baixas taxas de capital por trabalho.

**Figura 4. Trajetória de desenvolvimento estimada do agregado HO-1 (em milhares de dólares americanos)**



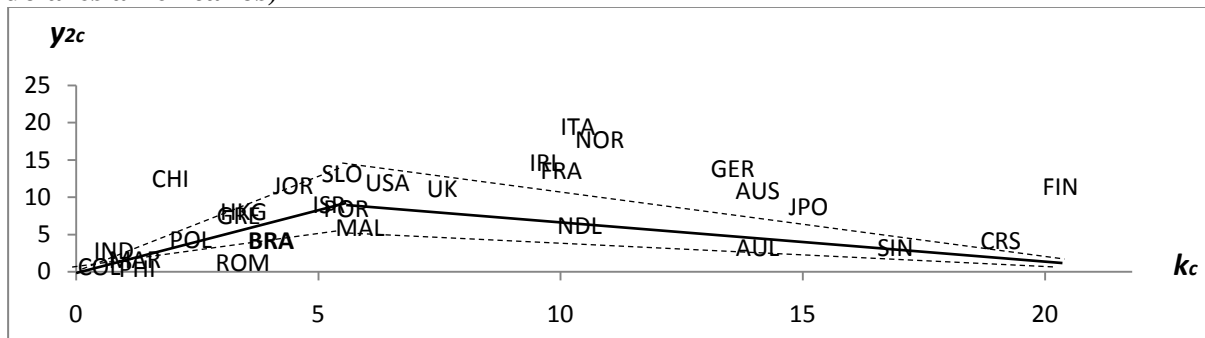
**Figura 5. Trajetória de desenvolvimento estimada do agregado HO-3 (em milhares de dólares americanos)**



<sup>22</sup> Por trajetória de desenvolvimento define-se apenas a acumulação de capital e tudo mais se mantendo constante, de acordo com Leamer (1987).

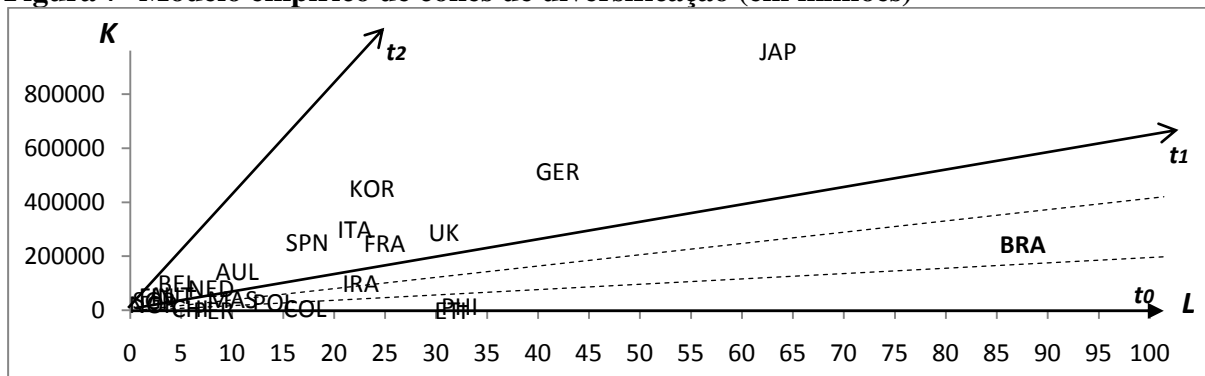
Do coeficiente estimado  $\beta_2$  advêm duas inclinações, como segue da equação (7). Para  $k_c < t_1$ , a inclinação da trajetória de desenvolvimento do agregado de HO-2 é positiva, o que indica que a acumulação de capital inicialmente, acarretará um aumento de produção para o agregado de HO-2. Com  $k_c > t_1$ , a inclinação é negativa, uma vez que o capital acumulado para além do limite de  $t_1$  causa declínio na produção do agregado HO-2. Logo, países que estão no cone sul, situam-se na porção da figura 6 com inclinação positiva.

**Figura 6. Trajetória de desenvolvimento estimada do agregado HO-2 (em milhares de dólares americanos)**



A hipótese assumida nas seções anteriores foi a de que o Brasil, como um país em desenvolvimento, pertenceria ao cone sul, caracterizado pela abundância do fator trabalho. Nota-se que as expectativas se confirmam, pois o Brasil atende todos os requisitos citados acima e que são ilustrados pelas figuras 4, 5 e 6. Na figura 7 apresenta-se o resultado gráfico do modelo. Como pode ser notado, o Brasil está localizado em uma zona de neutralidade no que tange aos efeitos do teorema de Stolper e Samuelson, esta área é a mesma assinalada na figura 3. Logo, estes resultados revelam que a liberalização do comércio não traria para o Brasil impactos negativos ou positivos sobre os salários e juros, de acordo com Davis (1996). À medida que o país acumule capital, mas que continue no cone sul, sairia desta zona de neutralidade e entraria numa área de impactos negativos sobre a renda. Deixa-se claro, que a análise realizada com os resultados deste modelo é de curto prazo e não significa que a liberalização do comércio seja neutra, mas que os efeitos de Stolper e Samuelson não podem ser verificados neste ponto.

**Figura 7- Modelo empírico de cones de diversificação (em milhões)**



## 5. Conclusões

Este trabalho desenvolveu um modelo empírico de dois cones de diversificação, com uma amostra em *cross-section* de quarenta países e dezoito indústrias, para avaliar os impactos sobre os salários e as taxas de juros decorrentes de uma liberalização comercial no Brasil. Descreveu-se um modelo que teve como base a teoria de Heckscher e Ohlin e evidenciaram-se os efeitos do teorema de Rybczynski através das trajetórias de desenvolvimento estimadas para três agregados compostos das dezoito indústrias.

A partir das trajetórias estimadas foi possível construir um modelo com o intuito de verificar a posição relativa do Brasil com relação a países que apresentaram dotações semelhantes às suas.

Observa-se, portanto, que as remunerações dos fatores no Brasil não sofrem os efeitos do teorema de Stolper e Samuelson. De acordo com Davis (1996) isto ocorre porque, na zona de neutralidade, as fronteiras de lucro zero para os dois agregados que o país produz (agregado HO-1 e agregado de HO-2), não se deslocam com a queda de uma tarifa. Logo, a liberalização do comércio não afetará a distribuição de renda. Com a relativização das dotações dos fatores entre os países do cone sul, chegou-se a este resultado. Este fenômeno é observado independente do volume de comércio entre países. Ou seja, mesmo que o Brasil apresente maior volume de comércio com países do cone norte. A razão é que os preços dos fatores são determinados somente pelas conseqüências da liberalização.

Vale lembrar que neste trabalho são utilizadas funções de produção do tipo Leontief porque não se almejava explicar variações salariais entre países. Caso este fosse o objetivo, funções de produção do tipo Cobb-Douglas deveriam ser escolhidas.

## 6. Referências

**Bischoff, C.W. e Kokkelenberg, C. E., 1987.** Capacity Utilization and Depreciation-in-Use. *Applied Economics*. Páginas 995-1007.

**Brasil.** Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. ALICEWEB

**Cameron, A. Kolin. e Trivedi, K. Pravin., 2005.** Microeconometrics. Methods and Applications. Cambridge University Press.

**Chiang C. Alpha., 1992.** Elements of Dynamic Optimization. McGraw-Hill, Inc.

**Davis, Donald., 1996.** Trade Liberalization and Income Distribution. *National Bureau of Economic Research*. Working Paper 5693.

**Davis, D. e Weinstein, D., 1998.** An Account of Global Factor Trade. *American Economic Review* 91, Páginas 1423-1454.

**Deardorff, V. Alan., 2002.** Introduction to the Lerner Diagram. working paper.

**Deardorff, V. Alan., 2000.** Patters of Trade and Growth Across Cones. *De Economist* 148, No. 2.

**Deardorff, V. Alan., 1998.** Fragmentation Across Cones. RSIE. Discussion Paper nº 427.

**Deardorff, V. Alan., 1994.** The Possibility of Factor Price Equalization, Revisted. *Journal of International Economics* 36. Páginas 167-175. North Holland.

**Deardorff, V. Alan., 1986.** Firless Firwoes: How Preferences Can Interfere with the Theorems of International Trade. *Journal of International Economics* 20. páginas131-142. North Holland.

**Debaere, P. e Demiroglu, U., 2003.** On the Similarity of Country Endowments and Factor Price Equalization. *Journal of International Economics* 59, 101--136.

**Demiroglu, U e Yun, K. Kwan., 1997.** The Lens Condition for Factor Price Equalization. RSIE. Discussion Paper n° 404.

**Dixit A. K. E Norman, V., 1980.** Theory of International Trade. Cambridge University Press. London.

**Feenstra, Robert., 2004.** Advanced International Trade: Theory and Evidence. Princeton University Press.

**Ferreira, C. Pedro e Malliagros, G. Thomas., 1996.** Investimentos em infra-estrutura no Brasil: Fatos Estilizados e Relações de Longo Prazo. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. Vol. 26. Nº 2. Páginas 231-252.

**Greene, H. William., 2003.** Econometric Analysis. Fifth Edition. Prentice Hall. New Jersey.

**Judge, G. George, Hill, Carter R., Lutkepohl Helmut and Lee, Tsoung-Chao., 1988.** Introduction of Theory and Practice of Econometrics. 2nd Edition New York: John Wiley.

**Kiyota, Kozo., 2008.** Path Development and Wage Variations.NBER.

**Leamer, Edward E., 1987.** Paths of Development in the Three-Factor, n-Good General Equilibrium Model. *Journal of Political Economy* XCV New York: Elsevier.

**Leamer, Edward e James Levisohn., 1995.** International Trade Theory: The Evidence. in Gene Grossman and Kenneth Rogoff, eds., *Handbook of International Economics*, vol. 3.

**Leamer, Edward e James Levisohn., 1995a.** The Heckscher-Ohlin Model in Theory and Practice. *Princeton Studies in International Finance* No. 75.

**Maskus, E. Keith., 1991.** Comparing international trade data and product and national characteristics data for the analysis of trade models. *International Economic Transations*. Chicago.

**Organização Internacional do Trabalho., 2010.** LABORSTA Internet. Base de Dados em Estatística do Trabalho.

**Schott, K. Peter., 2003.** One Size fit all? Theory, Evidence and Implications of Cones of Diversification. *American Economic Review* 93.

**Trefler, Daniel.,1995.** The Case of the Missing Trade and Other Mysteries. *American Economic Review*, 85. Páginas 1029-1046.

**United Nations Industrial Development Organization., 2010.** The UNIDO Industrial Statistics Database at the 2-Digit Level of ISIC (revision 3). CD-ROM.

**William, Greene., 2003.** Econometric Analysis. Fifth Edition. Prentice Hall. New Jersey.

**Stolper F. Wolfgang. e Samuelson A. Paul., 1941.** Protection and Real Wages. *The Review of Economic Studies*, Vol. 9, No. 1, pp. 58-73.

**Young, A. The Tyranny of Numbers., 1995.** Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experiences. *Quartely Journal of Economics*. Volume 110 (3).

**Xiang, Chong., 2007.** Diversification Cones, Trade Costs and Factor Market Linkages. *Journal of International Economics* 71, 448-466.

**Tabela 1.** Lista de indústrias com códigos das categorias ISIC utilizadas para a construção dos agregados de HO.

<b>Códigos ISIC</b>	<b>Indústrias</b>
15	Comidas e Bebidas
16	Tabaco
17	Têxteis
18	Vestuário
20	Madeira
21	Papel
22	Impressos
23	Coque, Petróleo e Combustível nuclear
24	Químicos
25	Borracha e Plásticos
26	Minerais não-metálicos
27	Metais básicos
28	Produtos fabricados de metal
29	Maquinaria
31	Eletrônicos
33	Instrumentos médicos
34	Veículos motorizados
36	Mobiliário

**Tabela 2.** Classificação dos países que foram utilizados para elaborar os agregados de Heckscher e Ohlin

<b>Agregado HO-1</b>	Austrália, Áustria, Brasil, Bulgária, Chile, Colômbia, Dinamarca, Equador, Etiópia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hong Kong, Hungria, Indonésia, Iran, Irlanda, Israel, Itália, Jordânia, Malásia, Malta, Marrocos, Países Baixos, Noruega, Peru, Filipinas, Polônia, Portugal, Romênia, Singapura, Eslovênia, Espanha, Reino Unido, Estados Unidos da América e Uruguai.
----------------------	--



<b>Agregado HO-2</b>	Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Bulgária, Chile, Colômbia, Dinamarca, Equador, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hong Kong, Hungria, Indonésia, Iran, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Jordânia, República de Coréia, Malásia, Malta, Marrocos, Países Baixos, Noruega, Peru, Filipinas, Polônia, Portugal, Romênia, Singapura, Eslovênia, Espanha, Reino Unido, Estados Unidos da América.
<b>Agregado HO-3</b>	Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Chile, Colômbia, Dinamarca, Equador, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hong Kong, Hungria, Iran, Irlanda, Israel, Itália, Japão, República da Coréia, Malásia, Malta, Marrocos, Países Baixos, Noruega, Peru, Filipinas, Polônia, Portugal, Singapura, Espanha, Reino Unido, Estados Unidos da América.

**Tabela 3.** Taxas médias de crescimento (g), em porcentagem (%), para os quarenta países da amostra, calculadas com base nos anos de 1990 a 2005.

<b>País</b>	<b>g (%)</b>	<b>País</b>	<b>g (%)</b>
Austrália	14,9	Itália	2,04
Áustria	2,68	Japão	2,38
Bélgica	2,12	Jordânia	17,2
Brasil	1,57	República da Coréia	7,91
Bulgária	6,44	Malásia	6,42
Chile	8,39	Malta	9,20
Colômbia	0,75	Marrocos	1,21
Dinamarca	3,31	Países Baixos	1,74
Equador	-3,58	Noruega	4,98
Etiópia	0,07	Peru	2,57
Finlândia	2,90	Filipinas	6,51
França	1,46	Polônia	4,79
Alemanha	2,53	Portugal	1,28
Grécia	2,67	Romênia	-0,35
Hong Kong	-3,32	Singapura	9,94

Hungria	4,68	Eslovênia	-7,70
Indonésia	8,03	Espanha	5,49
Iran	34,3	UK	1,04
Irlanda	6,71	USA	1,65
Israel	4,59	Uruguai	4,44

**Tabela 4.** Taxas estimadas de capital por trabalho,  $k_i$ , para os setores brasileiros. Dados para o ano de 2005 em milhares de dólares americanos.

Setor	$k_i$
Comidas e Bebidas	15
Tabaco	37
Têxteis	22
Vestuário	12
Madeira	2
Papel	84
Impressos	15
Coque, Petróleo e Combustível nuclear	145
Químicos	125
Borracha e Plásticos	17
Minerais não-metálicos	12
Metais básicos	135
Produtos fabricados de metal	13
Maquinaria	39
Eletrônicos	67
Instrumentos médicos	67
Veículos motorizados	33
Mobiliário	6

**Tabela 5.** Taxas médias ( $\bar{k}_{ic}$ ) para todas as indústrias por país. Dados para o ano de 2005 em milhares de dólares americanos.

<b>País</b>	$\bar{k}_{ic}$	<b>País</b>	$\bar{k}_{ic}$
Austrália	397	Itália	121
Áustria	200	Japão	237
Bélgica	304	Jordânia	11
Brasil	47	República da Coréia	348
Bulgária	26	Malásia	52
Chile	35	Malta	46
Colômbia	45	Marrocos	55
Dinamarca	80	Países Baixos	198
Equador	61	Noruega	134
Etiópia	9	Peru	12
Finlândia	172	Filipinas	57
França	117	Polônia	25
Alemanha	111	Portugal	79
Grécia	64	Romênia	13
Hong Kong	141	Singapura	319
Hungria	29	Eslovênia	35
Indonésia	19	Espanha	123
Iran	237	UK	109
Irlanda	101	USA	122
Israel	97	Uruguai	13

**Tabela 6.** Destino das exportações brasileiras no ano de 2005, em percentagem, para os setores petróleo, químicos e metais básicos.

<b>Setor</b>	<b>Países Desenvolvidos</b>	<b>Países em Desenvolvimento</b>
<b>Petróleo</b>	36,07	63,91
<b>Químicos</b>	47,28	52,71
<b>Metais Básicos</b>	62,45	37,54

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

**Tabela 7.** Origem das importações brasileiras no ano de 2005, em percentagem, para os setores petróleo, químicos e metais básicos.

<b>Setor</b>	<b>Países Desenvolvidos</b>	<b>Países em Desenvolvimento</b>
<b>Petróleo</b>	17,02	82,97
<b>Químicos</b>	69	31
<b>Metais Básicos</b>	51,09	48,02

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

**Tabela 8.** Destino das exportações brasileiras no ano de 2005, em percentagem, para os setores minerais não-metálicos, vestuário e madeira.

<b>Setor</b>	<b>Países Desenvolvidos</b>	<b>Países em Desenvolvimento</b>
<b>Minerais não-metálicos</b>	70,3	29,69
<b>Vestuário</b>	73,98	26,01
<b>Madeira</b>	82,3	17,69

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

**Tabela 9.** Origem das importações brasileiras no ano de 2005, em percentagem, para os setores minerais não-metálicos, vestuário e madeira.

<b>Setor</b>	<b>Países Desenvolvidos</b>	<b>Países em Desenvolvimento</b>
<b>Minerais não-metálicos</b>	39,17	60,82
<b>Vestuário</b>	25,34	74,65
<b>Madeira</b>	81,37	18,62

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior