

EDINALDO TEBALDI

**EFEITOS DA INTEGRAÇÃO NACIONAL E DIFUSÃO DE CONHECIMENTO
SOBRE A TRAJETÓRIA DE CRESCIMENTO ECONÔMICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Pós-graduação em Economia da
Universidade Federal do Ceará-
CAEN/UFC, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Economia.

Área de Concentração: Teoria Econômica

ORIENTADOR:

Prof Dr. EMERSON LUIS L. MARINHO

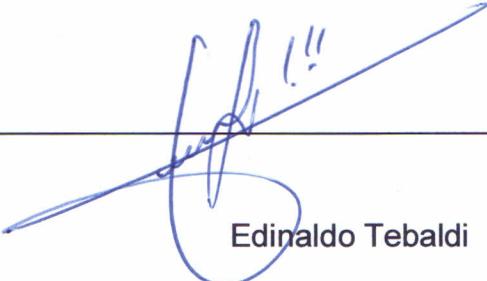
FORTALEZA - CEARÁ

2000

T 338.9
T 2492

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca do Curso de Mestrado em Economia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas científicas.

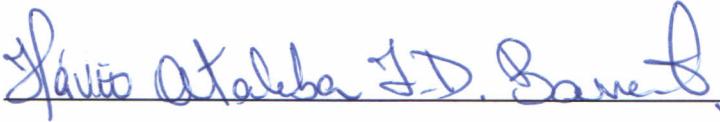


Edinaldo Tebaldi

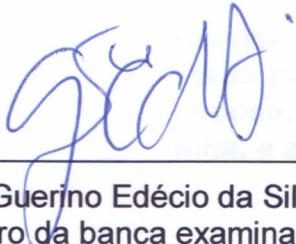
Dissertação aprovada em 25 de agosto de 2000



Prof. Dr. Emerson Luiz Lemos Marinho
Orientador



Prof. Dr. Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto
Membro da banca examinadora



Prof. Dr. Guerino Edécio da Silva Filho
Membro da banca examinadora

Dedico este trabalho a Sebastião Leonardo e Aparecida Palma, meus pais, a Analia Maria, minha esposa, a Heloisa Gabriela, minha filha, e a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

A elaboração de um trabalho científico não é passível de ser realizado individualmente. É resultado de conhecimentos que são compartilhados com o autor, na academia e no meio em que se está inserido, ao longo do tempo. Portanto, sob pena de cometer a injustiça de não relacionar todas as pessoas que tiveram participação na realização deste trabalho e na minha formação intelectual e profissional, agradeço as seguintes pessoas:

Ao professor Flávio Ataliba pelo apoio dado tanto em nível acadêmico quanto pessoal ao longo do curso de mestrado. Destaco que foram suas observações e sugestões que deram origem a este trabalho e que seu exemplo de profissionalismo, competência e dedicação a esta instituição, sem dúvida influenciarão minha atuação profissional.

Aos Professores Ivan Castelar, Pichai Chumvichitra, Paulo Neto, Ronaldo Arraes, Kairat Mynbaev, Antônio Lisboa e Marcos Holanda, os quais abriram novas fronteiras no meu horizonte de conhecimento através de suas brilhantes exposições nas aulas ou seminários ministrados ao longo do programa de mestrado.

Aos amigos Francisco Soares e Kílvia Helane pela compreensão nos momentos de dificuldade e pelas horas de estudo conjunto, que me foram de enorme valia; ao amigo Frederico pelo companheirismo e incentivo; aos demais colegas de turma Ana Neiva, Cristiano, Daniel, Denison, Kilmer, Rogério e Tércio.

Aos funcionários do CAEN, Kleber, Fazia, Carmem, Catarina, Jô, Bibi e Márcia, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização das atividades acadêmicas. Agradeço todas as demais pessoas que influenciaram de uma forma ou de outra à minha formação.

Não poderia deixar de destacar o papel decisivo do meu orientador, Professor Emerson Marinho, pelo apoio e recomendações dadas ao longo do curso e também pelas críticas, sugestões e considerações pontuais, que tornaram este trabalho concreto. Como de praxe, os erros existentes no trabalho são de responsabilidade exclusiva do autor.

Por fim, mas não menos importante, destaco a fundamental participação de minha esposa Analia Maria, que me apoiou e soube enfrentar as dificuldades que surgiram durante o curso e o desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

Esta dissertação discute os efeitos da integração nacional à luz da teoria do crescimento endógeno. A proposta do trabalho é avaliar como diferentes hipóteses sobre a difusão de conhecimento e qualificação de mão-de-obra, dentro das regiões integradas, afetam as trajetórias do produto, do capital e do consumo. Mostra-se que na ausência de difusão de conhecimento a integração entre regiões desiguais faz com que aquela mais atrasada se especialize na produção de bens manufaturados, enquanto a outra permanece diversificada na produção de manufaturados e de novos projetos, governando a trajetória de crescimento de ambas as regiões. Isso não ocorrerá caso a região atrasada implemente um vigoroso processo de qualificação de mão-de-obra a uma taxa superior a da outra região. Por outro lado, se a difusão de conhecimento ocorre, ambas as regiões continuam engajadas na produção de bens manufaturados e de novas tecnologias. Verifica-se também que a integração nacional tem efeitos positivos sobre a trajetória de crescimento, independentemente da difusão de conhecimento.

Palavras-chave: Crescimento Econômico, Integração Nacional, Difusão de Conhecimento.

ABSTRACT

This dissertation deals with the overall effects on national integration based upon the endogenous growth theory. The core assignment is to evaluate how different hypotheses on the knowledge diffusion and qualification of labor among integrated regions affect the growth trend of product, capital and consumption. It is demonstrated that in the absence of knowledge diffusion, the comparison between two regions with different levels of knowledge points out that the least developed region tends to become specialized in manufacturing, while the leader region keeps its manufacturing diversification and dictates the growth path of the other region. This will not only happen if the behind region to implement a vigorous process of qualification of labor to an upper tax of the other region. On the other hand, if the knowledge diffusion takes place, both regions maintain the same diversification in manufacturing production and creation of new technologies. Lastly, it is also verified that a national integration affects positively the economic growth path, regardless the knowledge diffusion.

Keyword: Economic Growth, National Integration, Knowledge Diffusion.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	09
CÁPÍTULO I – REVISÃO DA LITERATURA	13
CÁPÍTULO II – ESPECIFICAÇÃO DO MODELO TEÓRICO	17
2.1 – Lado da oferta	18
2.2 – Estrutura de mercado	21
2.3 – Equilíbrio tecnológico	24
2.4 – Lado da Demanda	26
2.5 – Equilíbrio geral	28
CÁPÍTULO III – EFEITOS DA INTEGRAÇÃO SEM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO	31
3.1 – Taxas iguais de qualificação de mão-de-obra ($\lambda = \mu$)	34
i) Impacto no produto e no estoque de capital da Região 1	36
ii) Impacto no produto e no estoque de capital da Região 2	37
iii) Impacto no Consumo das regiões 1 e 2	38
3.2 – Taxa de qualificação de mão-de-obra da região 2 maior que da região 1 ($\lambda > \mu$)	39
3.3 – Avaliação dos resultados da integração sem difusão de conhecimento	42
CÁPÍTULO IV – EFEITOS DA INTEGRAÇÃO COM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO	43
4.1 – Produtividade do capital humano igual nas regiões ($\delta = \delta^*$)	44
4.2 – Produtividade do capital humano diferente entre as regiões ($\delta \neq \delta^*$)	46
CONCLUSÃO	48
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	52

INTRODUÇÃO

A literatura que trata da problemática regional tem como elemento central de análise explicar a divergência na trajetória de crescimento econômico entre regiões de um país onde coexistam áreas relativamente atrasadas e outras desenvolvidas. É facilmente constatável que a principal explicação para tal fenômeno recai sobre a ausência de integração espacial da economia nacional, como em Friedman (1977) e Ablas (1985).

Desse diagnóstico surgem propostas de intervenção visando promover a integração espacial nacional e com isso alavancar o processo de crescimento das regiões, de tal forma a reduzir as desigualdades pois, argumentam, a integração espacial nacional ao ampliar o fluxo de bens, capital e força de trabalho, pode aumentar a eficiência do setor produtivo, promover a especialização, afetar a localização da atividade industrial e, ao longo prazo, alcançar um equilíbrio na trajetória de crescimento do produto nas áreas integradas.

Discussões no âmbito da integração regional também geram conhecimentos aplicáveis a integração nacional¹. Nessa literatura as discussões estão polarizadas entre os ganhos estáticos e os ganhos dinâmicos da integração sendo que a teoria tradicional do comércio internacional enfoca os ganhos estáticos, enquanto modelos baseados na teoria do crescimento endógeno tratam dos ganhos dinâmicos. Ambas as correntes apontam que a integração imperfeita pode gerar distorções e com isso haver ganhadores e perdedores ao longo do processo, como em Krugman (1991), Vernables (1996), Frenkel e Trauth (1998) e Baldwin e Forsted (1999), dentre outros.

¹ Segundo MACHLUP (1976), apud ROLIM (1994), o uso do termo *Integração* para indicar a cominação de economias separadas é relativamente recente, sendo que este termo pode gerar dúvidas na sua interpretação se não estiver bem definido. Segundo o autor, uma simples adjetivação pode resolver tais problemas de interpretação. Posto isso, neste trabalho se considerará as definições sugeridas por MACHLUP (1976), onde utiliza-se: *integração nacional* (intranacional), *Integração regional* (multinacional, bloco de países) e *integração mundial* (global, universal). Da mesma forma, pode-se distinguir a *integração setorial* (referente a um os mais setores dos países ou regiões envolvidas) da *integração econômica geral* (total da economia).

Tanto no campo da integração nacional quanto na regional, nota-se que a preocupação com a questão comercial e financeira é mais acentuada se comparada às discussões relativas ao fluxo de conhecimento e migração de capital humano. Todavia, o desenvolvimento científico-tecnológico e o incremento dos fluxos de informação podem ser considerados elementos centrais para o entendimento da dinâmica de crescimento das economias, como se observa em pesquisas recentes, fundamentadas na teoria do crescimento endógeno, como Rivera-Batiz e Romer (1990) e Frenkel e Trauth (1998). Esses autores mostram que a integração econômica afeta o fluxo de conhecimento e de capital humano gerando efeitos decisivos na trajetória de crescimento das regiões ou países que tenham se integrado.

Por sua vez, este trabalho relaxa algumas hipóteses consideradas por Rivera-Batiz e Romer (1990) e Frenkel e Trauth (1998), tais como, população e capital humano constantes ao longo do tempo, difusão de conhecimento² entre regiões do país e economias similares. A importância do relaxamento destas hipóteses é tornar o modelo mais realista e permitir a realização de análises e de simulações que não são possíveis de serem feitas no modelo original. Com isso, a dissertação se propõe a analisar o processo de integração econômica nacional fundamentado na teoria do crescimento endógeno, a fim de avaliar como diferentes hipóteses sobre dotação inicial de capital humano, difusão de conhecimento e qualificação de mão-de-obra afetam as trajetórias do produto, do estoque de capital e do consumo entre regiões de um mesmo país.

O trabalho se justifica pelas seguintes razões: primeiro; a integração comercial é geralmente verificada dentro das fronteiras do país, uma vez que as barreiras tarifárias, de cunho fiscal, fitossanitárias, dentre outras, se existirem, não são significativas a ponto de impedir a realização do comércio intra-regional. Ademais, não existem problemas oriundos de diferentes taxas de câmbio, juro, etc.,

² Se está considerando como “difusão de conhecimento” a capacidade do conhecimento fluir e ser absorvido pelas diferentes regiões de um país. Dessa maneira, a difusão nacional do conhecimento depende de um conjunto de fatores que cada região deve possuir, como: a) meios de comunicação; b) instituições capazes de

já que a política macroeconômica é conduzida pelo planejador central, sendo as regiões, compulsoriamente submetidas à tal política.

Em segundo lugar a integração financeira é também constatada em função do moderno sistema de comunicação bancária e da existência de um “core” da legislação bancária e financeira que é comum para todas as regiões.

Em terceiro, se há a integração comercial e financeira, se a política macroeconômica é a mesma para todas as regiões e como, segundo a literatura, as vantagens comparativas naturais, por si só, não são fundamentais para explicar o crescimento econômico; então, o que explica a diferença no nível de crescimento econômico entre as regiões de um mesmo país? Por que algumas regiões se especializam na produção de produtos manufaturados enquanto outras regiões produzem tanto bens manufaturados quanto novas tecnologias, sendo exportadora dessa última?

Dessas indagações e da teoria do crescimento endógeno, intui-se que a dotação de capital humano e o fluxo de idéias (conhecimento) têm papéis fundamentais na explicação das diferenças no crescimento econômico e na especialização setorial entre regiões, corroborando o objetivo deste estudo, como já destacado acima.

O trabalho está organizado da seguinte forma: além dessa introdução, no capítulo I será apresentada uma breve revisão da literatura sobre integração econômica e difusão de tecnologia. No capítulo II será construído o modelo teórico e derivadas as condições de equilíbrio da economia. No capítulo III discutir-se-á como a economia se comporta frente à hipótese de integração imperfeita no setor tecnológico, ou seja, será avaliado os efeitos da integração sob a hipótese de ausência de difusão de conhecimento. No capítulo IV será analisado os efeitos da

integração quando esta é seguida da difusão de conhecimento entre as regiões. Por fim, é sumarizado os resultados do trabalho.

REVISÃO DA LITERATURA

ADSTOLIBIEN

CAPÍTULO I

REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho está relacionado à literatura que trata sobre a integração econômica e crescimento, e tem como trabalhos seminais o de Krugman (1987) e o de Rivera-Batiz e Romer (1990). Esses estudos analisam os efeitos da integração na trajetória de crescimento econômico, sendo que Krugman considera países com diferentes estágios de desenvolvimento, enquanto Rivera-Batiz e Romer consideram países similares.

O trabalho de Krugman (1987) mostra que a integração conduz à especialização e que não ocorre a convergência da renda. O trabalho destaca que a integração torna os países completamente especializados nos setores nos quais tem vantagens comparativas. Assim, o país que tiver um setor tecnológico relativamente pouco desenvolvido terá desvantagem comparativa e deverá cessar a produção de novos projetos especializando-se na produção de bens nos quais tenha vantagens comparativas.

O artigo de Rivera-Batiz e Romer (1990) se apresenta como um contraponto aos resultados dos modelos neoclássicos de crescimento existentes até então, sugerindo peremptoriamente que os efeitos da integração são pequenos. Segundo eles, os modelos de crescimento endógeno mostram que os resultados são muito mais importantes ao incorporar elementos desprezados nas demais formulações. As principais inovações deste trabalho são: i) a incorporação do fluxo de idéias entre regiões integradas como elemento central para explicar os efeitos da integração e; ii) o estabelecimento da premissa de que o mercado de bens intermediários é monopolista.³

³ Nas próximas seções do trabalho se discutirá como essa hipótese é incorporada nos modelos de crescimento endógeno.

As principais conclusões de Rivera-Batiz e Romer são que a integração pode aumentar a taxa de crescimento de longo prazo e fortalecer a exploração dos retornos crescentes de escala em pesquisas, com o conseqüente desenvolvimento do setor de P&D. Dessa maneira que os benefícios da integração sobre o crescimento são gerados pela alocação mais eficiente da produção e também pela transmissão de conhecimento.

Frenkel e Trauth (1998) estendem as análises de Rivera-Batiz e Romer (1990) ao avaliar a integração entre países que têm estruturas econômicas diferenciadas, como taxa de preferência, produtividade e dotação de capital humano. Neste trabalho é demonstrado que os efeitos da integração econômica sobre o crescimento dependem de como o conhecimento flui entre as nações e que na ausência da difusão tecnológica deve ocorrer a especialização setorial.

O trabalho de Giannetti (1999) mostra que o conhecimento *spillovers* – responsável pela aceleração da acumulação de experiência no setor de P&D - e o alargamento dos mercados constituem-se nos principais elementos positivos da integração. Segundo a autora, regiões com diferentes estruturas industriais não se beneficiam da mesma maneira na transmissão de conhecimento, sendo que a integração econômica exacerba as disparidades entre regiões de um país e acelera o crescimento e a convergência entre países. Além disso, regiões com setor de P&D de alta tecnologia crescem mais rápido e convergem independente das diferenças nos níveis de produtividade iniciais.

Convém lembrar que este estudo também identifica alguns fatos estilizados sobre a evolução da integração regional na Europa durante os últimos anos e mostra alguns resultados da integração entre países caracterizados por fortes disparidades regionais, originadas de uma baixa produtividade no setor de P&D. É destacado que as diferenças de renda entre os países caiu, e que isto se deve ao avanço tecnológico, resultado da difusão de conhecimento.

Os modelos de crescimento endógeno, citados acima, tipicamente assumem que o conhecimento é completamente difundido dentro da economia de cada país,

enquanto, implícito ou explicitamente admitem que a difusão entre diferentes economias não acontece ou é imperfeita, no sentido da difusão acontecer com significativa defasagem e de forma incompleta.

De fato, a hipótese de difusão dentro das fronteiras de cada país é forte e não retrata a realidade, pois a difusão nacional do conhecimento depende de um conjunto de fatores – que cada região deve possuir- que podem inexistir, serem insuficientes ou mesmos inapropriados para absorverem determinadas informações, como: a) meios de comunicação; b) instituições capazes de armazenar, processar e difundir as informações; c) capital humano; d) capital físico que possa ser combinado com o conhecimento para gerar novos produtos (bens de consumo, capital, etc.) etc. Em suma, estes fatores podem afetar o deslocamento do conhecimento de tal maneira que a difusão ocorra apenas em uma região geograficamente localizada.

Fazendo um paralelo, em matéria de economia regional e urbana a aglomeração e a dispersão da atividade econômica são explicadas pelos custos de transporte, externalidades e retornos crescentes de escala. Quanto aos fatores geográficos que afetam a difusão de conhecimento, uma explicação similar é também mostrada na literatura, de tal forma que as externalidades tecnológicas de localização são uma explicação para a aglomeração e a dispersão (Keller, 2000). Nessa mesma linha, o trabalho de Jaffe e Trajtenberg (1996) discute o impacto da difusão de conhecimento na localização das patentes, porém não aborda os impactos da difusão em termos de produtividade ou do produto.

Isto posto, o objetivo dessa rápida revisão de literatura foi para mostrar que existem vários trabalhos que estudam os efeitos da integração entre países, porém muito pouco se discute a respeito da integração nacional. Por sua vez, a integração exige basicamente a integração comercial, financeira e tecnológica entre as regiões de um país. Naturalmente, cada um desses elementos é influenciado e determinado por um conjunto de forças e fatores particulares.

Portanto, a existência de muitos fatores e forças que operam em diferentes sentidos torna difícil que um modelo consiga explicar ao mesmo tempo, os resultados globais da integração. Não obstante, faz-se necessário restringir à atenção a um determinado elemento da integração e procurar entender os fatores que o afetam e suas conseqüências sobre a trajetória da economia das regiões e do país. Nesse marco, este trabalho discutirá apenas os efeitos da integração entre regiões de um país avaliando como diferentes hipóteses sobre a difusão de conhecimento e a qualificação de mão-de-obra afetam as trajetórias do produto, do consumo e do capital.

CAPÍTULO II

ESPECIFICAÇÃO DO MODELO TEÓRICO

O modelo apresentado a seguir é baseado em Rivera-Batiz e Romer (1990) e Frenkel e Trauth (1998), sendo que se está relaxando algumas hipóteses desses trabalhos, tais como, população e capital humano constantes ao longo do tempo, difusão de conhecimento entre regiões do país e economias similares.

Supõe-se que o país é composto por duas regiões que ainda não estão integradas, sendo que as variáveis sem asterisco representam à região "1" e com asterisco à região 2. A economia de cada região é dividida em dois setores: o setor manufatureiro - que produz bens de consumo e de capital - e o setor de P&D - que produz novos projetos para inovar os bens de capital. O estoque de conhecimento da economia aumenta como um sub-produto de cada invenção, e cada nova invenção adicionada ao estoque de conhecimento facilita pesquisas futuras. Além disso, os projetos que são desenvolvidos têm seus direitos de propriedade obrigatoriamente vendidos. O conhecimento é um bem público, isto é, todos podem utilizá-lo ao mesmo tempo sem nenhuma restrição. Por simplicidade, assume-se que cada invenção de um novo projeto incorpora uma quantidade certa e constante de conhecimento.

Ambos os aspectos da inovação mencionados acima fazem a produtividade da economia crescer, isto porque de um lado, novos projetos aumentam a quantidade e a diversidade do estoque de capital e, portanto, a produtividade do setor manufatureiro. Por outro lado, o setor de P&D incorpora os novos projetos e aumenta seu estoque de conhecimento, conduzindo a pesquisas mais sofisticadas com um dado fator de insumo.

Assume-se também que a região 1 tem um estoque de conhecimento maior que o da região 2, indicando que as regiões têm níveis de crescimento econômico diferenciados. A população total de ambas as regiões é igual e cresce na mesma

taxa “n”, sendo que a região 1 qualifica uma fração constante $\mu \in [0, 1]$ da população que está surgindo, tal que:

$$\dot{H} = \mu \dot{P}$$

$$\dot{L} = (1 - \mu) \dot{P}$$

onde \dot{H} é o crescimento da mão-de-obra qualificada (H), \dot{L} é o crescimento da mão-de-obra não qualificada (L) e \dot{P} é o crescimento da população.

Por sua vez, o Capital Humano (H) é alocado entre o setor de P&D e o setor de manufaturados nas proporções ϕ e $(1 - \phi)$, respectivamente.

A região 2 qualifica uma fração constante $\lambda \in [0, 1]$ da população que está surgindo, tal que:

$$\dot{H}^* = \lambda \dot{P}^*$$

$$\dot{L}^* = (1 - \lambda) \dot{P}^*$$

onde \dot{H}^* é o crescimento da mão-de-obra qualificada (H^*), \dot{L}^* é o crescimento da mão-de-obra não qualificada (L^*) e \dot{P}^* é o crescimento da população.

O Capital Humano (H^*) é alocado entre o setor de P&D e o setor de manufaturados nas proporções ϕ e $(1 - \phi)$, respectivamente.

2.1 - Lado da oferta

A partir deste ponto utilizar-se-á a região 1 como referência para as análises, subentendendo que as definições apresentadas são válidas para ambas as regiões. Ressalta-se também que, por simplicidade de notação, será omitido o argumento

das variáveis que dependem do tempo. Assim sendo, o setor manufatureiro produz (Y) utilizando trabalho não qualificado (L), capital humano (H_Y) e o conjunto de bens de capital produzidos na própria região (x) e os bens de capital importados da outra região (m). Os bens de consumo e de capital são produzidos com a mesma tecnologia e, por simplicidade, assume-se que a mesma quantidade de recursos é utilizada para produzir uma unidade de bem de consumo ou, alternativamente, de capital, ou seja, a taxa marginal de substituição entre bens de consumo e de capital é unitária.

A equação (1) caracteriza o estoque de capital (K) como a soma de todos os bens de capital produzidos na região 1 e importados da região 2. Os índices i e j representam os diferentes bens de capital já inventados, sendo que $i \in [0, A]$ e $j \in [0, A^*]$. A fim de evitar problemas de solução das equações, i e j são definidos de forma contínua. Posto isso e em consequência das definições anteriores, têm-se o seguinte conjunto de equações que descrevem uma economia hipotética.

O estoque de capital da economia é dado por:

$$(1) \quad K = \int_0^A x(i) di + \int_0^{A^*} m(j) dj$$

A função de produção utilizada segue a formulação de Rivera-batiz e Romer (1990), a qual descreve o produto por: $Y = F(H_Y, L, x, m)$. Assim, as funções de produção das regiões 1 e 2 são definidas, respectivamente, por:

$$(2) \quad Y = H_Y^\alpha L^\beta \left[\int_0^A x(i)^\gamma di + \int_0^{A^*} m(j)^\gamma dj \right]$$

$$(3) \quad Y^* = H_Y^{*\alpha} L^{*\beta} \left[\int_0^{A^*} x^*(i)^\gamma di + \int_0^A m^*(j)^\gamma dj \right]$$

Por hipótese, as elasticidades do capital humano, do trabalho não qualificado e dos bens de capital, em relação ao produto, são iguais para ambas as regiões. Ao se analisar a economia em um determinado momento do tempo, digamos t_k , os

estoques de conhecimento A e A^* , estarão fixos e então é assumido que as funções de produção descritas pelas equações (2) e (3), apresentam retornos constantes de escala, ou seja: $\alpha + \beta + \gamma = 1$. Por sua vez, novos projetos aumentam o conjunto de bens de capital e, conseqüentemente, a fronteira de possibilidade de produção.

O setor de P&D utiliza somente capital humano para produzir novos projetos, sendo a sua função de produção, definida pela equação (4), para a região 1, e pela equação (5), para a região 2.

$$(4) \quad \dot{A} = A_A \delta H_A$$

$$(5) \quad \dot{A}^* = A_A^* \delta^* H_A^*$$

onde: \dot{A} = Crescimento de novos projetos (conhecimento);

A_A = Estoque de conhecimento disponível para pesquisas;

H_A = Capital Humano alocado no setor de P&D;

δ = parâmetro produtividade, sendo $\delta > 0$;

Observe nas equações acima que a política de qualificação de capital humano afeta o crescimento de novos projetos da economia. Para a região 1, por exemplo, têm-se:

$$H_A = \phi H = \phi \mu P$$

Portanto, como H_A é uma função crescente de μ , quanto maior a fração da população que está sendo qualificada (μ), maior o estoque de capital humano da economia e, por conseqüência, maior a taxa de crescimento de novos projetos.

Obviamente, o total de capital humano de cada região é a soma do capital humano alocado na manufatura e no setor de P&D. Em particular para a região 1, o capital humano⁴ é expresso pela equação (6).

$$(6) \quad H = H_Y + H_A$$

Conforme as equações descritas acima o capital humano (H) é utilizado no setor de manufatura e em P&D, enquanto o trabalho não qualificado (L) é utilizado somente na manufatura.

2.2 - Estrutura de Mercado

O modelo trabalha com a hipótese de que dentro do conjunto de bens de capital, isto é, $x(i)$, $m(j)$, $x(i)^*$, $m(j)^*$, as condições de oferta e demanda são as mesmas em cada região. Como consequência, em equilíbrio os preços e quantidades de cada tipo de bem de capital são iguais, assim $x(i)=x$, $m(j)=m$, $x(i)^*=x^*$, $m(j)^*=m^*$.

Admite-se que para produzir bens de capital, o produtor do setor de manufatura deve comprar os direitos de patente de um empresário em P&D, sendo os custos da patente independente do número de bens de capital que serão produzidos.

O custo com a patente é adicionado de forma fixa, enquanto capital humano e trabalho não qualificado são custos variáveis. O produtor está disposto a comprar os direitos de patente porque torna-se monopolista em um tipo distinto de bem de capital, podendo então produzir tal bem e utilizá-lo para a produção de outros bens de capital ou de consumo e também pode vendê-lo para outros produtores.

⁴ Entende-se que o capital humano consiste das habilidades, destreza e conhecimento de um trabalhador em particular, sendo que o capital humano, como os demais bens econômicos convencionais, é rival e excludente, ou seja, o seu uso em uma atividade exclui o seu uso em outra. (Romer, 1996). Neste trabalho, considera-se tal conceito extrapolando que o capital humano é altamente qualificado.

Assumindo que não existe depreciação, o custo marginal de oportunidade do monopolista é simplesmente a taxa de juro, r . Por sua vez, os demais fabricantes estão dispostos a pagar um preço, p , igual ao produto marginal do bem de capital que estão comprando. Para obter o produto marginal de x e m basta derivar a equação (2) em relação a x e m , obtendo-se⁵

$$(7) \quad p_x = \frac{\partial Y}{\partial x} = \gamma H_Y^\alpha L^\beta x^{\gamma-1}$$

$$(8) \quad p_m = \frac{\partial Y}{\partial m} = \gamma H_Y^\alpha L^\beta m^{\gamma-1}$$

O monopolista de bens de capital conhece a curva de demanda dos fabricantes e maximiza seu lucro π , sendo a renda, oriunda da venda dos bens de capital dada por $p(x + m^*)$ e o custo de oportunidade do capital por $r(x + m^*)$. Considerando que o preço que o monopolista paga pela patente é um custo fixo e não afeta a função de maximização lucro, tem-se:

$$\pi = p(x + m^*) - r(x + m^*)$$

Em Mas-Colell (1995) e Varian (1992) é demonstrado que é ótimo para o monopolista escolher um “markup” constante sobre seu custo marginal, tal que o monopolista deve operar com um nível de preços dado por:

$$p = \frac{r}{1 + 1/\varepsilon}$$

onde ε é a elasticidade preço da demanda.

Resolvendo as equações (7) e (8) para x e m , respectivamente, e derivando-as em relação a seus preços, obtém-se a elasticidade preço da demanda pelos bens de capital. Assim, verifica-se que as elasticidades de x e m são iguais e dadas por:

⁵ Observe que ao se analisar a economia em um determinado momento do tempo, os valores de A e A^* estarão fixos, tal que as derivadas de Y em relação a x e m não são afetadas por A ou A^* .

$$\varepsilon_x = \varepsilon_m = \frac{1}{\gamma - 1}$$

Portanto, o nível de preços que maximiza o lucro do monopolista em bens de capital é:

$$p = p_x = p_m = \frac{r}{1 + 1/\varepsilon_x} = \frac{r}{\gamma}$$

Por isso, é ótimo para o monopolista escolher um markup constante sobre seu custo marginal, sendo que a magnitude do markup depende da elasticidade preço da demanda dos bens de capital. Em outras palavras, quanto maior a elasticidade preço da demanda, mais o preço se aproximará do custo de oportunidade, e, conseqüentemente, do preço de mercado competitivo. Substituindo o valor de p na função lucro, π , têm-se:

$$(9) \quad \pi = \frac{1 - \gamma}{\gamma} (x + m^*) r$$

Usando (7) e (8) juntamente com o fato que $p_x = p_m = (r / \gamma)$, obtém-se a função de demanda por x e m expressa em termos de capital humano, trabalho não qualificado e da taxa de *juro*, como segue:

$$(10) \quad x = m = \gamma^{\frac{2}{(1-\gamma)}} H_Y^{\frac{\alpha}{(1-\gamma)}} L^{\frac{\beta}{(1-\gamma)}} r^{\frac{-1}{(1-\gamma)}}$$

Utilizando procedimento similar ao usado para derivar a equação (10), juntamente com a equação (3), obtém-se:

$$(11) \quad x^* = m^* = \gamma^{\frac{2}{(1-\gamma)}} H_Y^*{}^{\frac{\alpha}{(1-\gamma)}} L^*{}^{\frac{\beta}{(1-\gamma)}} r^{\frac{-1}{(1-\gamma)}}$$

As equações (10) e (11) mostram que as demandas pelos bens de capital, produzidos nas regiões 1 e 2, são iguais. Assim, em equilíbrio, a produção manufatureira utilizará bens de capital da própria região e da outra na mesma proporção.

Quanto ao preço da patente P_A , este é determinado em um mercado oligopolista, onde os demandantes são os potenciais produtores de manufaturas e os ofertantes os produtores de novos projetos. O fabricante está disposto a comprar um projeto desde que seu preço se iguale ao valor presente de todos os lucros futuros oriundos dessa nova tecnologia. Assim:

$$P_A = \int_0^{\infty} e^{-rt} \pi dt = \frac{\pi}{r}$$

Substituindo o valor de π , obtido da equação (9), chega-se à:

$$(12) \quad P_A = \frac{1-\gamma}{\gamma} (x + m^*)$$

Em equilíbrio o monopolista utiliza todo o lucro da sua produção e venda dos bens de capital para pagar a patente. Por sua vez, será demonstrado que o preço da patente determina a remuneração paga ao capital humano no setor de P&D, de tal forma que, em equilíbrio, o lucro neste setor será igual a zero.

2.3 - Equilíbrio Tecnológico

A característica crucial do modelo é a alocação de capital humano entre o setor de manufatura e de P&D, pois sendo o mercado de fatores competitivo, este é o único fator comum entre ambos os setores. Isto é, assume-se que o capital humano é perfeitamente móvel e que os salários são flexíveis. Além disso, a alocação de equilíbrio é atingida quando a taxa de salário para o capital humano na manufatura, ω_{hY} , é igual a taxa de salário para o capital humano no setor de P&D, ω_{EA} . É claro que se o mercado de trabalho é competitivo, os salários para o capital humano, em ambos os setores, devem ser iguais aos seus produtos marginais. Derivando a equação (2) tem-se o salário do capital humano no setor de manufaturados, que é dado por:

$$\omega_{HY} = \frac{\partial Y}{\partial H_Y} = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta (Ax^\gamma + A^* m^\gamma)$$

Usando o fato que $x = m$, resolvendo a equação (10) para L^β e substituindo na expressão acima obtém-se:

$$(13) \quad \omega_{HY} = \frac{\alpha}{\gamma^2} H_Y^{-1} (A + A^*) x r$$

Desta equação, infere-se que o salário do capital humano alocado na manufatura está positivamente relacionado com os bens de capital, ou seja, quanto maior a quantidade de bens de capital utilizado na manufatura, maior o salário do capital humano nesse setor. Outrossim, ω_{HY} também depende positivamente do estoque de conhecimento da economia.

Para se determinar o salário no setor de P&D, deve-se obter o produto marginal do trabalho nesse setor. Então, considere a função lucro, $\pi_{P\&D}$, do setor de P&D, dada por:

$$(14) \quad \pi_{P\&D} = P_A \dot{A} - \omega_{HA} H_A$$

Derivando a expressão acima em relação a H_A , utilizando a condição de primeira ordem para máximo e a equação (4), obtém-se o produto marginal do trabalho no setor de P&D, que deve ser igual ao salário nesse setor, tal que:

$$\omega_{HA} = P_A A_A \delta$$

Substituindo o valor de P_A , obtido da equação (12), chega-se a:

$$(15) \quad \omega_{HA} = (x + m^*) \left(\frac{1-\gamma}{\gamma} \right) A_A \delta$$

Conforme a equação (15), o salário do capital humano, alocado no setor de P&D, está positivamente relacionado com o estoque de conhecimento e os bens de capital, de tal maneira que quanto maior o estoque de conhecimento ou de bens de

capital na economia, maior a remuneração dos trabalhadores nesse setor. Observa-se também que quanto maior a elasticidade do capital (γ) em relação ao produto do setor manufatureiro (Y), menor o impacto nos salários decorrente de mudanças no estoque de capital ou de conhecimento. O equilíbrio tecnológico ocorre quando $\omega_{HY} = \omega_{HA}$, que pode ser expresso em termos do custo de oportunidade, r , como segue:

$$(16) \quad r = \frac{\delta}{\psi} \left[\frac{(x + m^*)A_A}{(A + A^*)X} \right] H_Y$$

onde $\psi = \alpha / [(1 - \gamma)\gamma] > 0$.

Alternativamente, a equação (16) pode ser reescrita, utilizando as definições de x , m^* e H_Y , dadas pelas equações (10), (11) e (6), respectivamente, de tal forma a se obter r em função da proporção de conhecimento da região, do capital humano empregado na manufatura e do trabalho não qualificado. Nestes termos, o custo de oportunidade do capital, derivado da condição de equilíbrio tecnológico, é dado por:

$$(17) \quad r_{tc} = \frac{\delta}{\psi} \left\{ \left[\frac{A_A}{A + A^*} \left(1 + \left(\frac{H_Y^*}{H_Y} \right)^{\frac{\alpha}{1-\gamma}} \left(\frac{L^*}{L} \right)^{\frac{\beta}{1-\gamma}} \right) \right] \right\} H_Y$$

2.4 - Lado da Demanda

O comportamento dos indivíduos é descrito por um modelo do tipo Ramsey-Cass-Koopmans. Por simplicidade, assume-se que o agente representativo de ambas as regiões possui elasticidade de substituição intertemporal constante e igual ($1/\sigma$), e que desconta sua utilidade futura a uma taxa constante de preferência ρ e ρ^* , respectivamente para as regiões 1 e 2. Assim sendo, a função utilidade, que depende do consumo (C), será:

$$(18) \quad U(C) = \frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

O agente representativo maximiza sua utilidade intertemporalmente considerando sua restrição orçamentária, que é dada pela equação diferencial:

$$(19) \quad \dot{B} = \omega - rB - C$$

onde B representa os ativos e ω a renda do trabalho do agente econômico.

A solução para o problema de otimização fornece a seguinte equação - denominada equação de Euler - para a trajetória de consumo da região 1:

$$(20.a) \quad \frac{\dot{C}}{C} = \frac{r - \rho}{\sigma}$$

Por analogia, a equação para a trajetória de consumo da região 2 é dada por:

$$(20.b) \quad \frac{\dot{C}^*}{C^*} = \frac{r - \rho^*}{\sigma}$$

Sem integração entre as duas regiões, isto é, em autarcia, observa-se que $A_A = A$ e $A_A^* = A^*$. Assim, as taxas de crescimento das variáveis agregadas da região 1 são dadas por⁶:

$$(21) \quad g = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} + \chi = \frac{\dot{A}}{A} + \chi = \delta H_A + \chi$$

$$\text{onde } \chi = \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \beta \frac{\dot{L}}{L} = (\alpha + \beta)n \quad \text{e} \quad \chi > 0$$

Combinando a equação (20.a) e (21), obtém-se a taxa de *juro* de equilíbrio do lado da demanda:

$$(22) \quad r_D = \sigma g + \rho$$

⁶ Para derivar a equação (21), basta log-diferenciar as equações (1) e (3) e combinar com a equação (4). Para obter a taxa de crescimento da região 2, basta aplicar o mesmo procedimento.

Observa-se que um aumento do emprego de capital humano em P&D, na região 1, induz uma elevação na taxa de crescimento e, conseqüentemente, da taxa de juro.

2.5 - Equilíbrio geral

Por simplicidade, mas sem perda de generalidade, pode-se derivar o equilíbrio geral deste modelo, em autarcia, de tal forma a se estabelecer um marco referencial de análise. Assim, considerando as variáveis da região 2 iguais a zero, a taxa de *juro* e a alocação de capital humano de equilíbrio podem ser obtidas para a região 1, como segue.

O equilíbrio tecnológico, descrito pela equação (17), é agora dado por:

$$(23) \quad r_{tc} = \frac{\delta}{\psi} (H - H_A)$$

A equação (23) descreve a curva de equilíbrio tecnológico, r_{tc} , mostrando as combinações de r e H_A que asseguram o equilíbrio no mercado de capital humano. Essa curva reflete que o produto marginal do capital humano no setor de manufaturados é igual ao produto marginal no setor de P&D. Como a inclinação da curva r_{tc} , em relação a H_A , é negativa⁷, um aumento de capital humano no setor de P&D, e conseqüente redução de capital humano no setor de manufaturados, implica em queda da taxa de juro. Isto ocorre devido ao fato de que a redução de capital humano no setor de manufaturados reduz o produto marginal do capital, que em equilíbrio deve-se igualar a taxa de juro. (ver figura 1).

A equação (22), que mostra a taxa de juro de equilíbrio do lado da demanda, pode ser reescrita como segue:

$$(22.a) \quad r_D = \sigma(\delta H_A + \chi) + \rho$$

⁷ Relembrando que $\psi > 0$ e $\delta > 0$.

Taxa de Juro e Alocação de H_A de Equilíbrio

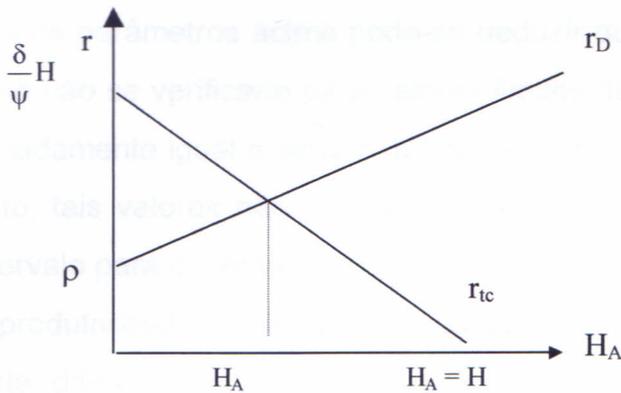


Figura 1

Observe que a inclinação da curva r_D , em relação ao capital humano alocado no setor de P&D, é positiva, como foi demonstrado na figura 1. Assim, um aumento do emprego de capital humano em P&D, na região 1, induzirá a uma elevação da taxa de juro de equilíbrio do lado da demanda. O juro que assegura o ótimo das famílias deve aumentar devido ao fato de que o aumento de capital em P&D implica em maiores taxas de crescimento da economia. Para que isto ocorra, as famílias devem escolher mais consumo no futuro - aumentar a poupança no presente -, e para tal a taxa de juro deve elevar-se para que as famílias tenham incentivos a poupar.

No *steady state* $r_{tc} = r_D$, porque tanto a alocação de H_A quanto a utilidade dos agentes privados estão sendo otimizadas. Combinando (22.a) e (23) e efetuando algumas manipulações algébricas, obtém-se a taxa de crescimento de equilíbrio geral da economia:

$$(24) \quad g = \frac{\delta H_Y - \psi \rho}{\psi \sigma}$$

Desde que uma taxa de crescimento de equilíbrio negativa não tem sentido econômico, é necessário impor que $g > 0$. Isto implica que:

$$H_Y > \frac{\psi\rho}{\delta} \Rightarrow H_Y > \frac{\alpha}{(1-\gamma)\gamma} \frac{\rho}{\delta}$$

INNOVAÇÃO SEM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO

Esta expressão não pode ser literalmente comprovada. Todavia, assumindo valores factíveis para os parâmetros acima pode-se deduzir que a desigualdade de fato se verifica. Ela só não se verificaria para valores limites de γ , ou seja, 0 e 1, ou caso δ fosse aproximadamente igual a zero, o que faria com que a expressão acima divergisse. Entretanto, tais valores não são admitidos na literatura, que considera como factível um intervalo para o γ entre 0.30 e 0.75. Ademais, o valor do parâmetro δ , que representa a produtividade do capital humano no setor de P&D, também deve ser significativamente diferente de zero. Isto posto, desde que os parâmetros assumam valores factíveis, o lado direito da expressão acima tende para zero, isto é: $H_Y \gtrsim 0$. Em palavras, a expressão acima implica que para que a taxa de crescimento de equilíbrio (g) seja positiva é necessário que algum capital humano esteja sendo alocado no setor de manufaturados, ou seja, o setor de P&D não pode empregar toda a mão-de-obra qualificada da economia.

CAPÍTULO III

EFEITOS DA INTEGRAÇÃO SEM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO

A análise será efetuada considerando que todas as barreiras existentes ao comércio e ao fluxo de capitais, quer sejam tarifárias, tributárias, sanitárias, etc, sejam removidas de tal forma que ocorra a integração comercial e financeira dentro do país. Entretanto a falta de canais de comunicação, instituições capazes de armazenar, processar e difundir informações, capital humano, capital físico etc. impedem a difusão de conhecimento e o setor de P&D de cada região terá a sua disposição apenas seu próprio estoque de conhecimento, não incorporando o conhecimento acumulado na outra região. Portanto, pode-se escrever: $A = A_A$.

Como foi visto anteriormente, a realocação de capital humano entre o setor de manufaturados e de P&D depende dos salários relativos, dado o nível de produção e taxa de juro. Foi também mostrado que: $p = p^*$, $x = m$, $x^* = m^*$. Pois bem, como a proposta do trabalho é analisar a integração entre desiguais, será considerada a hipótese de a região 1 aloca uma maior quantidade de capital humano no setor de P&D ($H_A > H_A^*$) e que tem um estoque de conhecimento maior que o da região 2 ($A > A^*$). Dessa maneira, tem-se necessariamente que:

$$\frac{A}{(A + A^*)} \in (\frac{1}{2}, 1)$$

Em equilíbrio, a nova população qualificada se distribui de forma proporcional entre os setores de manufaturados e de P&D, a fim de que os salários permaneçam equilibrados, ou seja: $\phi = \varphi = \frac{1}{2}$. A explicação para tal é que, devido a hipótese de mercado de fatores competitivo, se um dos setores recebesse parcela maior da mão-de-obra qualificada, uma maior oferta implicaria em menores salários nesse setor que no setor concorrente, provocando a migração intersetorial de mão-de-obra e, conseqüentemente, a equalização da distribuição de capital humano e dos salários entre os setores.

Por simplicidade de análise, assume-se que o número de trabalhadores não qualificados é igual em ambas as regiões, isto é: $L = L^*$. Portanto, devido as hipóteses que no momento da integração a região 1 está utilizando mais capital humano em P&D do que a 2 e que as populações de ambas as regiões são iguais, têm-se que $H_Y < H_Y^*$.

Isso posto, a realocação de capital humano entre o setor de manufaturados e de P&D, em função da integração, depende de como os salários relativos serão afetados pela nova estrutura de produção da economia. A partir das considerações acima, a equação (17), derivada da condição de igualdade entre os salários na manufatura e no setor de P&D, no momento da integração é dada por:

$$r_{tc} = \frac{\delta}{\psi} \left[\frac{A}{A + A^*} \left(1 + \frac{H_Y^*}{H_Y} \right)^{1-\gamma} \right] H_Y^\alpha$$

Nota-se nesta equação que o termo entre chaves é maior que 1, isso porque o termo entre parênteses é maior do que 2. Comparando a expressão acima com a equação (23), observa-se que a taxa de juro de equilíbrio tecnológico, que deve vigorar pós-integração, é maior que a do período onde as economias não eram integradas. Desta forma, supondo que a taxa de juro não mude instantaneamente, ou seja, para um dado valor de r , tem-se:

$$r_{tc} < \frac{\delta}{\psi} \left[\frac{A}{A + A^*} \left(1 + \frac{H_Y^*}{H_Y} \right)^{1-\gamma} \right] H_Y^\alpha$$

Por isso, conclui-se que $\omega_{HA} / \omega_{HY}$ é maior do que 1, ou seja, o salário do capital humano no setor de P&D é maior que no setor de manufaturados.

Portanto, na região 1 ocorre a migração de capital humano do setor de manufaturados para o setor de P&D, já que os salários daquele primeiro setor são menores que no segundo. Por consequência, o produto marginal do capital humano no setor de manufaturados aumenta, provocando um aumento dos salários nesse setor, enquanto o salário no setor de P&D mantém-se constante já que seu produto

marginal não é alterado. Dessa maneira, o equilíbrio é novamente atingido, ou seja, ocorre a equalização. Tal processo é verificado de forma inversa na região 2.

Após o impacto inicial da integração, acarretando na região 1 um aumento na alocação de capital humano em P&D e uma redução na região 2, a migração de mão de obra entre regiões é que determinará a nova estrutura produtiva da economia, visto que para atingir uma nova condição de equilíbrio é necessário que os salários se equalizem entre setores e também entre as regiões do país.

Pois bem, uma vez que a região 1 têm uma menor dotação de capital humano alocada no setor de manufaturados que a região 2, o produto marginal de H_Y é maior que de H_Y^* . Isso provoca a migração de capital humano do setor de manufaturados da região 2 para a região 1, de tal forma que os salários se equalizam e ambas as regiões continuam produzindo bens manufaturados.

Por sua vez, devido a hipótese de ausência de difusão de conhecimento entre as regiões, o setor de P&D apresenta uma estrutura mais complexa para se analisar. Por isso, considere as equações abaixo - derivadas da equação (15) - que descrevem o salário do capital humano alocado no setor de P&D das regiões 1 e 2, respectivamente.

$$(25) \quad \omega_{HA} = P_A \delta A = P_A \delta A(0) \exp \left[\delta \mu \frac{P(0)}{2} \int \exp(nt) \right]$$

$$(26) \quad \omega_{HA}^* = P_A^* \delta^* A^* = P_A^* \delta^* A(0)^* \exp \left[\delta^* \lambda \frac{P(0)}{2} \int \exp(nt) \right]$$

Em função da mobilidade de bens de capital entre as regiões e da igualdade da taxa de juros, o produto marginal dos bens de capital deve igualar-se entre as regiões. Por sua vez, isto implica $(x + m^*) = (x^* + m)$ e que o preço da patente também se equalizará entre as regiões. Por isso, a expressão a seguir denota a relação entre os salários no setor de P&D das regiões 1 e 2.

(27)

$$\varepsilon = \frac{\omega_{HA}}{\omega_{HA}^*} = \frac{\delta A(0) \exp\left[\delta \mu \frac{P(0)}{2} \int \exp(nt)\right]}{\delta^* A(0)^* \exp\left[\delta^* \lambda \frac{P(0)}{2} \int \exp(nt)\right]}$$

Ora, se $\varepsilon = 1$ implica que os salários do capital humano nas regiões 1 e 2 são iguais. Se $\varepsilon > 1$ indica que o salário no setor de P&D da região 1 é maior que o da região 2. Se $\varepsilon < 1$ indica que o salário no setor de P&D da região 1 é menor que o da região 2.

Observa-se nas equações acima que as políticas de qualificação de mão de obra (μ e λ) e os parâmetros de produtividade (δ e δ^*) da regiões poderão afetar a relação entre os salários no setor de P&D. Assim, se analisará diversos cenários hipotéticos. Ressalta-se que se está considerando que as políticas de qualificação de mão de obra consideradas a partir daqui passam a vigorar somente após a integração, ou seja, elas não necessariamente eram implementadas no período pré-integração. Por simplicidade, mas sem perda de generalidade, considere que “se está no tempo 0” no momento da integração. Dessa maneira, em função das hipóteses feitas acima, o estoque de conhecimento inicial da região 1 é maior que o da região 2, isto é $A(0) > A(0)^*$.

3.1 – Taxas iguais de qualificação de mão-de-obra ($\lambda = \mu$)

Nesta situação, supõe-se que as regiões qualifiquem parcelas iguais da população que está surgindo. Todavia, como o parâmetro produtividade afeta as análises, serão analisados os seguintes casos:

a) $\delta = \delta^*$ ou $\delta > \delta^*$

Se está considerando a possibilidade da produtividade da região 1 ser maior ou igual ao parâmetro produtividade da região 2 porque os resultados obtidos são similares. Nesse caso, desde que não ocorra à difusão de conhecimento, o salário do capital humano no setor de P&D da região 1 será maior que o salário da região

2, ou seja, de acordo com a equação (27) $\varepsilon > 1$. Isto causará a migração de capital humano da região 2 para a região 1 neste setor. Portanto, o processo de migração continua de tal forma que a região 2 fica completamente especializada em manufaturados, paralisando a produção de novos projetos, enquanto a região 1 fica diversificada em produtos manufaturados e em P&D. Formalizando, denote a proporção de projetos da região 1 por:

$$(28) \quad \theta_A = A/(A + A^*)$$

Como a região 2 cessa a produção de novos projetos, isso implica que⁸:

$$(29) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \theta_A = 1$$

Log-diferenciando a equação (25), obtém-se a taxa de mudança da proporção de projetos, dada por:

$$\frac{\dot{\theta}_A}{\theta_A} = \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{A} + \dot{A}^*}{A + A^*}$$

Usando as equações (4) e (5) e como sem difusão de conhecimento $A=A_A$, obtém-se:

$$\frac{\dot{\theta}_A}{\theta_A} = (1 - \theta_A) (\delta H_A - \delta^* H_A^*)$$

A proporção de projetos da região 1 aumenta tanto quanto ela usa mais H_A no setor de P&D. Esse processo cessa quando $\theta_A=1$, pois nesse caso a região 2 está completamente especializada na produção de manufaturados e toda a invenção de novos projetos é devido a região 1.

⁸ $\theta_A = \frac{A}{A + A^*} = \frac{1}{1 + A^*/A}$. Desde que A está crescendo ao longo do tempo e A^* está fixo, já que a região 2 cessa a produção de novos projetos, aplicando o limite nesta expressão, quando “t” tender para o infinito, ela tenderá para 1.

A seguir se verificará os impactos da integração econômica nacional na trajetória de crescimento do estoque de capital e do produto de ambas as regiões dado as hipótese acima.

i) Impacto no Produto e no Estoque de Capital da Região 1

Devido a hipótese de que dentro do mercado de bens de capital, isto é $x(i)$, $m(j)$, $x(i)^*$, $m(j)^*$, as condições de oferta e demanda são as mesmas, e em equilíbrio os preços e quantidades de cada tipo de bem de capital são iguais, analisando a economia em dado momento do tempo é possível resolver as integrais das equações (1), (2) e (3). Assim, resolvendo a equação (1) obtém-se: $K = Ax + A^*m$

Desde que a região 2 cesse sua produção de novos projetos, $\dot{A}^* = 0$. Log-diferenciando a expressão acima obtém-se:

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A + A^*} \quad \text{onde} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A}$$

Portanto, na região 1 a taxa de crescimento do estoque de capital tende assintoticamente para a taxa de crescimento de novos projetos desde que os novos projetos da região 2 se tornem negligenciáveis ao longo do tempo quando comparado aos da região 1.

O impacto na taxa de crescimento do produto pode ser obtido da função de produção da manufatura, dada pela equação (2), a qual, em função das hipóteses citadas acima, pode ser reescrita da seguinte forma:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta (Ax^\gamma + A^*m^\gamma)$$

Log-diferenciando essa expressão chega-se à:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \frac{\dot{A}}{A + A^*}$$

Utilizando a equação (27), e o fato de que $\dot{A}^* = 0$, o limite desta expressão é dado por:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{Y}}{Y} \right) = \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \frac{\dot{A}}{A}$$

Como a região 1 utiliza mais H_A em P&D, ao longo da nova trajetória de crescimento balanceado, a taxa de crescimento de novos projetos é maior após a integração e, portanto, maiores serão as taxas de crescimento do produto (Y) e do capital (K).

ii) Impacto no Produto e no Estoque de Capital da Região 2

Os resultados para a região 2 são obtidos de forma análoga aos da região 1. Assim sendo, serão apresentadas apenas as equações resultantes:

$$\frac{\dot{K}^*}{K^*} = \frac{\dot{A}}{A + A^*}$$

onde

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\dot{K}^*}{K^*} = \frac{\dot{A}}{A} \quad \text{e} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{Y}^*}{Y^*} \right) = \beta \frac{\dot{L}^*}{L^*} + \alpha \frac{\dot{H}_Y^*}{H_Y^*} + \frac{\dot{A}}{A}$$

A taxa de crescimento do estoque de capital, bem como do produto, da região 2, ao longo do tempo, é determinada pela taxa de crescimento do estoque de conhecimento da região 1. Assim, o crescimento da região 2 passa a depender sobremaneira do comportamento da economia da região 1.

Em síntese, pode-se destacar dois resultados centrais da integração: i) as taxas de crescimento do estoque de capital de ambas as regiões são iguais, sendo que a integração tem efeitos positivos sobre a taxa de crescimento de K e K^* , pois a região 1, que determina a taxa de crescimento das duas regiões, está empregando mais capital humano em P&D e com isso a taxa de crescimento de novos projetos é também maior. ii) o produto é afetado de duas formas: a primeira se dá através do aumento do estoque de conhecimento, já que a região 1 está utilizando mais H_A no setor de P&D e, com isso, criando projetos a uma taxa maior que antes da integração. Esse efeito é igual para ambas as economias. A outra forma é a alocação de mão-de-obra qualificada na manufatura. Esta apresenta efeitos diferenciados em cada região devido a migração de capital humano entre os setores manufaturados e de P&D. Conforme discutido acima, na região 1 ocorre a migração de capital humano da manufatura para P&D e de forma inversa na região 2. Esse movimento é responsável pelo crescimento do produto da região 2 a taxas mais elevadas que da região 1 no início do processo de integração. Porém, assintoticamente essas taxas convergem para um mesmo patamar de equilíbrio.

Discutir-se-á a seguir os impactos da integração econômica nacional na trajetória de consumo das regiões que estão se integrando.

iii) Impacto no Consumo das regiões 1 e 2

Em equilíbrio o consumo cresce a mesma taxa que o produto. Assim, como a integração tem efeitos positivos sobre a taxa de crescimento do produto de ambas as regiões, a taxa de crescimento do consumo é também afetada de forma positiva nas duas regiões após a integração. Outra forma de se constatar tal efeito é avaliar a taxa de juro pós-integração. Como foi visto, ela eleva-se e de acordo com as equações (20.a) e (20.b) a taxa de crescimento do consumo deve também elevar-se desde que as taxas de preferência continuem as mesmas.

Fazendo C_p o consumo do país e $\theta_C = C/(C + C^*)$, as equações (20.a) e (20.b) podem ser combinadas a fim de obter a equação da trajetória de consumo do país como segue:

$$\frac{\dot{C}_p}{C_p} = \frac{\dot{C} + \dot{C}^*}{C + C^*} = \frac{\theta_C(r - \rho)}{\sigma} + \frac{(1 - \theta_C)(r - \rho^*)}{\sigma}$$

Portanto, o crescimento do consumo do país é uma média ponderada da participação do consumo de cada região. Como foi mostrado nos itens i e ii, o produto cresce a mesma taxa em ambas as regiões e um aumento do consumo em uma das regiões só é compatível com uma queda no consumo da outra. Por exemplo, se $\rho < \rho^*$, de acordo com as equações (20.a) e (20.b), ter-se-á uma

trajetória onde $\frac{\dot{C}}{C} > \frac{\dot{C}^*}{C^*}$.

b) $\delta < \delta^*$

Nesse cenário, onde a produtividade do capital humano no setor de P&D da região 1 é menor que a da região 2, o valor da equação (27) é ambíguo já que o menor estoque de conhecimento da região 2 no momento da integração, $A(0) > A(0)^*$, pode ser ou não compensado pela maior produtividade do seu capital humano, $\delta < \delta^*$. Todavia, essa ambigüidade pode ser questionada com base na intuição de que regiões relativamente atrasadas têm produtividade também menor, o que tornaria pouco plausível a possibilidade de $\delta < \delta^*$.

3.2 – Taxa de qualificação de mão-de-obra da região 2 maior que da região 1 ($\lambda > \mu$)

Supõe-se aqui que a região 2 está qualificando mais capital humano do que a região 1 no período pós-integração. Como no item anterior, a magnitude da

produtividade do capital humano e das taxas de qualificação afetam os resultados. Assim, serão analisados diferentes cenários, como segue.

a) Suponha que $\delta = \delta^*$

Considera-se neste caso que a produtividade do capital humano no setor de P&D é igual em ambas as regiões. Calculando o limite da equação (27), observa-se que $\varepsilon \rightarrow 0$. Isso mostra que desde que não ocorra uma migração instantânea no momento da integração, os salários da região 2 superam os da região 1 ao longo do tempo, provocando a migração de capital humano do setor de P&D da região 1 para a região 2 e, em consequência, paralisando a produção de novos projetos na região 1.

Portanto, o limite da equação (28) tenderá para zero quando "t" tender para o infinito, implicando que a região 2 passa dominar a produção de novos projetos da economia. Dessa maneira, a região 2 - que possuía um estoque de conhecimento menor que o da região 1 antes da integração - através de uma vigorosa política de qualificação de mão-de-obra pode superar o atraso tecnológico e, como se demonstrará a seguir, passa a conduzir o processo de crescimento do país.

Nesse cenário, o comportamento do estoque de capital e do produto das regiões é derivado de forma análoga ao do caso anterior e, portanto, não será novamente demonstrado. A seguir são apresentadas as equações que descrevem as trajetórias do produto e do capital das duas regiões, sendo que a diferença verificada em relação ao caso anterior é que agora o crescimento do estoque de capital e do produto são governados pela taxa de crescimento do estoque de conhecimento da região 2 como segue:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{K}}{K} \right) = \frac{\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{K}^*}{K^*} \right)}{A^*} = \frac{\dot{A}^*}{A^*}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{Y}}{Y} \right) = \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \frac{\dot{A}^*}{A^*}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \left(\frac{\dot{Y}^*}{Y^*} \right) = \beta \frac{\dot{L}^*}{L^*} + \alpha \frac{\dot{H}_Y^*}{H_Y^*} + \frac{\dot{A}^*}{A^*}$$

Não se avaliará o comportamento do consumo das regiões já que a análise seria idêntica ao apresentado no item 3.2 deste trabalho.

b) Suponha que $\delta > \delta^*$

Devido o fato da produtividade do capital humano na região 1 ser maior que da região 2, novamente têm-se uma situação ambígua e não se pode deduzir a magnitude da equação (27), visto que a maior produtividade do capital humano da região 1 pode compensar ou não a maior taxa de qualificação de mão de obra da região 2. Conquanto, se o valor de λ for significativamente superior ao de μ , de tal maneira que compense o diferencial de produtividade, o limite da equação (27) tenderá para 0 e deverá ocorrer a migração de mão de obra da região 1 para a região 2, o que provocará a especialização da região 1, que deixará de produzir novos projetos. Se isto acontecer, as trajetórias de crescimento do produto e do capital de ambas as regiões passam a serem governadas pela região 2.

c) Suponha que $\delta < \delta^*$

Nesse caso, mesmo que as taxas de qualificação de capital humano, λ e μ , sejam muito próximas, o diferencial de produtividade pode compensar a diferença na dotação inicial de conhecimento e de capital humano no setor de P&D da região 2, de tal modo que o limite da equação (27) tenderá para 0 e a região 2 passará a governar as trajetórias de crescimento do produto e do capital das regiões 1 e 2. Em suma, os resultados obtidos aqui são idênticos aos apresentados no item "a".

3.3 - Avaliação dos resultados da integração sem difusão de conhecimento

INTEGRAÇÃO COM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO

Os cenários analisados mostram que regiões menos desenvolvidas ao se integrarem com outras regiões, não necessariamente se especializarão na produção de bens manufaturados. A especialização ocorrerá dependendo da estrutura econômica - em específico da produtividade - das regiões que estão se integrando, e também de como a região atrasada passará a qualificar mão-de-obra após a integração. Em outras palavras, se a dotação de conhecimento de uma das regiões for significativamente superior à da outra e não se atacar o problema do atraso tecnológico através de um vigoroso processo de qualificação de capital humano, na ausência de difusão de conhecimento provavelmente deverá ocorrer a especialização em manufatura da região atrasada.

CAPÍTULO IV

EFEITOS DA INTEGRAÇÃO COM DIFUSÃO DE CONHECIMENTO

JA hipótese de difusão de conhecimento implica na existência de uma rede complexa de transmissão de conhecimento entre os institutos de pesquisa, universidades, etc., quer sejam públicas ou privadas, na região integrada, a fim de que qualquer avanço tecnológico seja plenamente compartilhado com os profissionais da área de P&D. Por simplicidade, assume-se que não ocorra redundância, de tal forma que pós-integração o estoque de conhecimento das regiões seja equivalente à soma dos conhecimentos individuais. Isto é: $A_A = A_A^* = A + A^*$. Assim, as equações (4) e (5) serão descritas agora por:

$$(4.a) \quad \dot{A} = \delta H_A (A + A^*)$$

$$(5.a) \quad \dot{A}^* = \delta^* H_A^* (A + A^*)^*$$

Desta forma, a produção do setor P&D aumentará em ambas as regiões devido ao aumento do estoque de conhecimento disponível para os pesquisadores.

Substituindo o valor de A_A na equação (15), gera-se a nova equação do salário no setor de P&D da região 1. Por analogia, o salário da região 2 é também obtido. As equações a seguir representam o salário da região 1 e 2, respectivamente.

$$\omega_{HA} = \left(\frac{1-\gamma}{\gamma} \right) (x + m^*) (A + A^*) \delta$$

$$\omega_{HA}^* = \left(\frac{1-\gamma}{\gamma} \right) (x^* + m) (A + A^*) \delta^*$$

Relembrando que com a integração têm-se $(x + m^*) = (x^* + m)$, a expressão

$$\varepsilon = \frac{\omega_{HA}}{\omega_{HA}^*} = \frac{\delta}{\delta^*}$$

denota a relação entre os salários no setor de P&D das regiões 1 e 2 considerando a hipótese de difusão de conhecimento.

Dessa maneira, nota-se que as políticas de qualificação de capital humano não afetam a relação de salários entre as regiões, isto porque um aumento da alocação de capital humano em P&D em uma das regiões implica em aumento de seu estoque de conhecimento que, em função da difusão de conhecimento, é compartilhado com a outra região, fazendo assim com que ambas as regiões incorporem os avanços gerados por qualquer uma delas.

A particularidade desse caso reside no problema do carona ou “free rider”. Não faz parte do escopo desse trabalho analisar como a mão-de-obra foi qualificada, porém essa tarefa é geralmente delegada ao governo, o qual incorre em custos para tal. Assim, a região que optasse por qualificar menos mão-de-obra também incorreria em menores custos de qualificação, apesar de incorporar os avanços obtidos. Esse fato poderá gerar distorções na alocação de recursos e desestimular a realização de gastos em qualificação pela regiões envolvidas se não houver um desenho ótimo da política de qualificação de capital humano dentro do país.

Como discutido acima, o elemento central para explicar comportamento dos salários é apenas a produtividade do trabalho alocado em P&D. Assim, estudar-se-á a seguir dois cenários à respeito da produtividade do capital humano nas regiões .

4.1 – Produtividade do capital humano igual nas regiões ($\delta=\delta^*$)

Após a integração econômica a produção do capital humano no setor de P&D torna-se igual e aumenta em ambas as regiões de tal forma que os salários também se tornam iguais, $\omega_{HA} = \omega_{HA}^*$. Devido a hipótese de mobilidade de capital humano

entre os setores de manufaturados e de P&D e entre regiões, também ocorre a equalização intersetorial dos salários, sendo que: $\omega_{HY} = \omega^*_{HY}$.

Portanto, mesmo que antes da integração as regiões tenham dotações de conhecimento diferentes, ambas continuam engajadas na atividade de P&D já que nenhuma delas perde competitividade, ao contrário, tornam-se mais produtivas devido ao aumento do estoque de conhecimento disponível para seus pesquisadores. Para demonstrar isto, basta derivar as funções de produção do setor de P&D em relação ao capital humano (H_A), dadas pelas equações (4), (5), (4.a) e (5.a), e comparar a produtividade marginal do trabalho no período pós-integração com os valores do período pré-integração, como se apresenta no quadro 1.

Produtividade Marginal do Capital Humano no Setor de P&D no Período Pré e Pós- Integração

Região	Pré-Integração	Pós-Integração
1	$\frac{\partial \dot{A}}{\partial H_A} = \delta A$	$\frac{\partial \dot{A}}{\partial H_A} = (A + A^*)\delta$
2	$\frac{\partial \dot{A}^*}{\partial H_A^*} = \delta A^*$	$\frac{\partial \dot{A}^*}{\partial H_A^*} = (A + A^*)\delta$

Note que por hipótese $\delta = \delta^*$

Quadro 1

Por sua vez, a taxa de crescimento de novos projetos do país é agora dada por:

$$\frac{\dot{A} + \dot{A}^*}{A + A^*} = (H_A + H_A^*)\delta$$

Essa taxa é maior que a taxa de crescimento de novos projetos no período pré-integração, que era dada por uma combinação linear do crescimento de cada região. Portanto, a integração tem efeitos positivos sobre a produção de novos

projetos, de tal modo que a economia passa a produzir mais bens de capital após a integração.

A taxa de crescimento do capital, obtida de forma similar ao anteriormente apresentado, é igual para ambas as regiões e dada por:

$$\frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{K}^*}{K^*} = \frac{\dot{A} + \dot{A}^*}{A + A^*}$$

A equação de trajetória do produto das regiões 1 e 2, é, respectivamente:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \frac{\dot{A} + \dot{A}^*}{A + A^*}$$

$$\frac{\dot{Y}^*}{Y^*} = \beta \frac{\dot{L}^*}{L^*} + \alpha \frac{\dot{H}_Y^*}{H_Y^*} + \frac{\dot{A} + \dot{A}^*}{A + A^*}$$

Portanto, as duas regiões se beneficiam da integração econômica pois obtém maiores taxas de crescimento do que isoladamente. Verifica-se também que não ocorre a especialização setorial, ou seja, as duas regiões continuam engajadas na produção de novos projetos e de bens manufaturados. Destaca-se que a análise do comportamento do consumo é idêntica à do caso anterior, alterando apenas a taxa de crescimento.

4.2 - Produtividade do capital humano diferente entre as regiões ($\delta \neq \delta$)

Caso a produtividade do capital humano das regiões sejam diferentes, mesmo com a difusão de conhecimento não ocorrerá a equalização salarial no setor de P&D, haja visto que a região mais produtiva conseguirá produzir novos projetos a uma taxa superior a da outra região com o mesmo nível de conhecimento. Assim, o produto marginal do capital humano no setor de P&D também será diferente, implicando em salários também diferenciados.

Como resultado, a região mais produtiva atrairá a mão-de-obra qualificada da outra região para seu setor de P&D, sendo que deverá ocorrer a especialização setorial e, além disso, a região mais produtiva deverá governar a trajetória de crescimento de ambas as regiões.

CONCLUSÃO

Em vista dos argumentos apresentados e utilizando o instrumental de modelos de crescimento endógeno, desenvolvido por Frenkel e Trauth (1998) e Rivera e Romer (1990), o presente trabalho, ao acrescentar taxas positivas de crescimento populacional, políticas de capacitação de capital humano e a possibilidade de ausência de difusão de conhecimento entre regiões de um país, demonstrou que a integração econômica nacional tem efeitos positivos sobre as trajetórias de crescimento do produto, do estoque de capital e do consumo das regiões integradas.

Constatou-se que na ausência de difusão de conhecimento e com igual produtividade do capital humano, desde que a região mais atrasada não qualifique mão-de-obra a uma taxa superior a da outra região, a economia com menor dotação inicial de conhecimento especializa-se completamente na produção de bens manufaturados, enquanto a região mais desenvolvida produz bens manufaturados e novas tecnologias. Nesta situação, verifica-se também que o crescimento do produto e do capital de ambas as economias no *steady state*, é governado pela economia com maior dotação inicial de capital humano.

Um resultado importante do trabalho é que se a economia com menor dotação inicial de conhecimento implementar um vigoroso processo de capacitação, que continuamente aumente sua força de trabalho qualificada a uma taxa superior a da outra região, e as diferenças na produtividade não forem significativas no momento da integração, o processo pelo qual esta se especializaria na produção de bens manufaturados é revertido, de tal forma que ela se torna mais competitiva no setor de P&D que a outra região. Deste modo, sua economia fica diversificada em bens manufaturados e P&D, enquanto a outra região especializa-se na produção de bens manufaturados. Além disso, o crescimento do produto e do capital de ambas as economias, no *steady state*, é agora governado pela região anteriormente atrasada.

Sob a hipótese de difusão de conhecimento e idêntica produtividade, ambas as regiões aumentam sua competitividade no setor de P&D, sendo que não ocorre a especialização setorial em nenhuma das regiões, ou seja, ambas continuam produzindo bens manufaturados e novos projetos. Verifica-se também que o produto, o capital e o consumo crescem a taxas maiores que em autarcia, uma vez que ambas as regiões tornaram-se mais produtivas e, conseqüentemente, competitivas em função da difusão do conhecimento. Ressalta-se que sob a hipótese de difusão de conhecimento, mesmo que uma das regiões qualifique mão-de-obra a uma taxa superior a da outra região, os resultados não se alteram, já que qualquer ganho de produtividade, decorrente do emprego de mais capital humano, é plenamente compartilhado entre as regiões. Porém, caso a produtividade do capital humano seja diferente, mesmo com difusão de conhecimento, poderá ocorrer a especialização setorial.

Em síntese, pelo exposto ao longo do trabalho, pode-se concluir que a integração nacional aumenta a taxa de crescimento das variáveis agregadas da economia, porém pode causar a especialização setorial. Isto ocorrerá caso a estrutura de produção das regiões sejam diferentes e não se adote mecanismos que corrijam essas diferenças no período pós-integração.

BIBLIOGRAFIA and Technology Flows affect

Nº 6990

ABLAS, Luiz A. Q. et all. (1985): **Dinâmica Espacial do Desenvolvimento Brasileiro**. Ed. IPE, São Paulo.

BALDWIN, Richard E. e FORSLID Rikard. (1999): "The Core-Periphery Model and Endogenous Growth: Stabilising and De-stabilising Integration". NBER Working Paper Series. Nº 6899

BARRETO, Flávio Ataliba e OLIVEIRA, Luiz G. (1997). **Efeitos macroeconômicos e sobre o bem-estar da reforma da seguridade social no Brasil: Um enfoque de equilíbrio geral computável**. EPGE/FGV.

BARRO, Robert J. e SALA-I-MARTIN, Xavier. (1995): **Economic Growth**. Ed. McGraw-Hill, USA.

FRENKEL, M. e TRAUTH, T. (1998): "Time preference, productivity, and the growth effects of integration". Retirado da Internet no site <http://ideas.uqam.ca> em 10/12/1999.

FRIEDMAN, John. (1977): "Planejamento Regional: Problema de integração espacial". In: **Economia Regional: Textos Escolhidos**. Ed. Cedeplar, Belo Horizonte.

GIANNETTI, Mariassunta. (1999). "The Effects of Integration on Regional Disparities: Convergence, Divergence or Both?". Retirado da Internet no site <http://www.ssrn.com> em 15/06/2000.

JAFFE, Adam B. e TRAJTENBERG, Manuel. (1996). "Flows of Knowledge from universities and Federal Labs: Modeling the flow of patente citations over time and across institutional and geographic boundaries". NBER Working Paper Series. Nº 5712

- KELLER, Wolfgang. (1999). "How Trade Patterns and Thecnology Flows affect Productivity Growth". NBER Working Paper Series. Nº 6990.
- _____. (2000). "Geographic Localization of International Technology Diffusion". NBER Working Paper Series. Nº 7509.
- KRUGMAN, P. (1987). "The Narrow moving band, the Dutch Disease, and the competitive consequence of Mrs. Thaecher. Journal of Development Economics". 27, 41-45.
- _____. (1991): "Increasing Returns and Economic Geography". Journal of Political Economy, 99, p. 483-99.
- MAS-COLELL, Andreu et. al. (1995): **Microeconomic Theory**. Oxford University Press, New York.
- RIVERA, Luis. A. e ROMER, Paul. M. (1990): "Economic Integration and Endogenous growth". NBER Working Paper Series. Nº 3528.
- ROLIM, Cássio F C. (1994). *Integração X Integração: A busca dos conceitos perdidos*. In: LAVINAS, Lena et al. **Integração, Região e Regionalismo**. Ed. Bertrand Brasil. Rio de janeiro.
- ROMER, David. (1996): **Advanced Macroeconomics**. Ed. McGraw-Hill, USA.
- VARIAN, Hal R. (1992): **Microeconomic analysis**. Ed. W.W. Norton & Company, New York. 3º ed.
- VERNABLES, A. (1996): "Equilibrium Location with Vertically Linked Industries". Journal of International Economics.

ANEXOS

APÊNDICE A

Cálculo da derivada da função de produção dada pela equação (2)

$$A.1) \quad Y = H_Y^\alpha L^\beta \left[\int_0^A x(i)^\gamma di + \int_0^{A^*} m(j)^\gamma dj \right]$$

Em virtude da hipótese que dentro do conjunto de bens de capital as condições de oferta e demanda são as mesmas, estabelecida no início da seção 2.2, a função de produção acima pode ser reescrita, resolvendo-se a integral, tal que:

$$A.2) \quad Y = H_Y^\alpha L^\beta [Ax^\gamma + A^* m^\gamma]$$

Derivando (A.2) em relação a “x” e a “m”, obtém-se as equações (A.3) e (A.4), respectivamente.

$$A.3) \quad p_x = \frac{\partial Y}{\partial x} = \gamma H_Y^\alpha L^\beta x^{\gamma-1}$$

$$A.4) \quad p_m = \frac{\partial Y}{\partial m} = \gamma H_Y^\alpha L^\beta m^{\gamma-1}$$

Derivação da equação que descreve o salário do capital humano no setor de manufaturados

Considere a equação (A.2) derivada no apêndice A e dada por:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta [Ax^\gamma + A^* m^\gamma]$$

Em equilíbrio o salário do capital humano deve igualar-se ao seu produto marginal. Assim, derivando a equação acima em relação a H_Y obtém-se o salário do capital humano no setor de manufaturados, expresso por:

B.1)
$$\omega_{HY} = \frac{\partial Y}{\partial H_Y} = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta (Ax^\gamma + A^* m^\gamma)$$

Da equação (10) têm-se que $x = m$. Por isso, a equação (B.1) pode ser reescrita, como segue:

B.2)
$$\omega_{HY} = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta (A + A^*) x^\gamma$$

A equação (10) pode ser resolvida para L^β e substituída na expressão acima. Assim procedendo obtém-se:

B.3)
$$\omega_{HY} = \frac{\alpha}{\gamma^2} H_Y^{-1} (A + A^*) x^\gamma$$

Solução para o problema de maximização¹ de utilidade do agente representativo

Considera-se que a utilidade do agente representativo é uma função do consumo expressa matematicamente da seguinte maneira:

$$C.1) \quad U(C) = \frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

Onde C é o consumo e σ é o inverso da elasticidade de substituição intertemporal.

O agente maximiza sua utilidade considerando a sua restrição orçamentária, dada por:

$$C.2) \quad \dot{B} = \omega - rB - C$$

A equação (C.2) descreve a trajetória de acumulação de ativos por parte do indivíduo, sendo que ω descreve a remuneração do trabalho, r a taxa de juros, B o estoque de ativos e C o consumo.

Assim, o Hamiltoniano de valor presente, considerando um horizonte de tempo infinito, pode ser escrito da seguinte forma:

$$C.3) \quad H = \exp(-\rho t) \left(\frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma} \right) + \xi(\omega - rB - C)$$

As condições de primeira ordem para o problema de otimização proposto são:

$$a) \quad \frac{\partial H}{\partial C} = 0$$

Aplicando essa condição chega-se à:

¹ Para maiores detalhes da especificação e da solução do problema de otimização do agente representativo, ver Barro e Sala-i-Martin (1995), pág. 59-66. Note que os autores trabalham com valores per capita, enquanto aqui utiliza-se valores absolutos.

$$\exp(-\rho t)C^{-\sigma} - \xi = 0$$

Log-diferenciando a expressão acima obtém-se:

$$\text{C.4)} \quad \frac{\dot{\xi}}{\xi} = -\left(\rho + \sigma \frac{\dot{C}}{C}\right)$$

$$\text{b)} \quad \frac{\partial H}{\partial B} + \dot{\xi} = 0$$

Aplicando essa condição obtém-se:

$$\text{C.5)} \quad \frac{\dot{\xi}}{\xi} = -r$$

Combinado (C.4) e (C.5) e rearranjando os termos gera-se a equação de Euler, a qual descreve a trajetória intertemporal do consumo.

$$\text{C.6)} \quad \frac{\dot{C}}{C} = \frac{r - \rho}{\sigma}$$

APÊNDICE D

Taxa de crescimento do capital e do produto em autarcia.

Para derivar as taxas de crescimento das variáveis agregadas da região 1, considerando uma situação de autarcia, é necessário fazer as variáveis da região 2 iguais a zero. Procedendo dessa maneira e considerando as equações (1) e (A.2), têm-se:

a) *Taxa de crescimento do capital (K)*

$$K = Ax$$

Log-diferenciando a expressão acima chega-se à:

$$D.1) \quad \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A}$$

b) *Taxa de crescimento do produto (Y)*

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta Ax^\gamma$$

Log-diferenciando:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \frac{\dot{A}}{A}$$

Seja $\chi = \alpha \frac{\dot{H}_Y}{H_Y} + \beta \frac{\dot{L}}{L}$. Considerando as definições do início da seção 3, que

descrevem a variação da população, têm-se que: $H_Y = (1-\phi)H = (1-\phi)\mu P$ e

$L = (1-\mu)P$. Log-diferenciando ambas as expressões e considerando que a taxa de

crescimento de P é n , chega-se à: $\frac{\dot{H}_Y}{H_Y} = n$ e $\frac{\dot{L}}{L} = n$. Portanto: $\chi = (\alpha + \beta)n$ sendo que $\chi > 0$.

Assim, pode-se escrever a taxa de crescimento do produto da seguinte forma:

$$D.2) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \chi$$

3) Taxa de crescimento do Consumo

Em *steady state*, a taxa de crescimento do consumo (C) deve-se igualar a taxa de crescimento do produto (Y). Dessa forma:

$$D.3) \quad \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{C}}{C}$$

APÊNDICE E

Solução da equação diferencial que denota o crescimento do conhecimento

A equação (4) pode ser reescrita a partir do uso das definições de crescimento da população da região 1. Feito isso obtém-se:

$$(E.1) \quad \dot{A} = \delta A_A H_A = \delta A_A \phi H = \delta A_A \phi \mu P$$

Desde que a população (P) cresce a taxa n , pode-se escrever: $P(t) = P(0) \exp(nt)$. Substituindo essa expressão em (E.1) têm-se:

$$(E.2) \quad \dot{A} = \delta A_A \phi \mu P = \delta A_A \phi \mu P(0) \exp(nt)$$

Esta é uma equação diferencial em A com coeficiente variável. Usando as técnicas tradicionais do cálculo para resolvê-la chega-se à:

$$(E.3) \quad A(t) = A(0) \exp[\delta \phi \mu P(0) \int \exp(nt) dt]$$