

Universidade Federal Fluminense
TEXTOS PARA DISCUSSÃO
UFF/ECONOMIA

Universidade Federal Fluminense
Faculdade de Economia
Rua Tiradentes, 17 – Ingá – Niterói (RJ)
Tel.: (0xx21) 2629-9699 Fax: (0xx21) 2629-9700
<http://www.uff.br/econ>
esc@vm.uff.br

**Determinantes da produtividade e da
inovação para explicar o crescimento
econômico desigual entre as regiões
brasileiras nos anos 1990 e 2000**

Edileuza Aparecida Galeano*
Carmem Feijo**

TD 264
Julho/2010

RESUMO

O objetivo desse artigo é discutir os determinantes da produtividade e da inovação nas regiões brasileiras nos anos 1990 e 2000. O modelo utilizado baseia-se na modelagem desenvolvida por León-Ledesma (2002), onde a produtividade do trabalho e a inovação, estimuladas pela demanda, desempenham papel determinante no processo de crescimento econômico. As equações do modelo de León-Ledesma foram modificadas a fim de se adequar ao conjunto de dados regionais disponíveis para análise brasileira. A base de dados foi formada com dados dos 26 estados do Brasil. Os resultados confirmam a influência positiva do efeito acumulativo do crescimento e do efeito da demanda sobre a inovação e a produtividade. A influência positiva da educação sobre a inovação foi comprovada apenas na região Sudeste. A taxa de investimento e o crescimento do PIB foram confirmados como importantes para o aumento da produtividade. A inovação exerce influência positiva na produtividade na maioria das regiões.

Palavras-chave: crescimento regional, produtividade, investimento, inovação

ABSTRACT

The aim of this paper is to discuss the determinants of the productivity and innovation in the Brazilian regions during the 1990s and 2000s. The model developed is based on León-Ledesma (2002), where labor productivity and innovation, stimulated by demand, are important variables to explain growth. The equations of the León-Ledesma original model were modified in order to be applied to the set of available regional data for Brazil. A data base for the 26 states of Brazil was built. These results confirmed the positive influence of the cumulative effect of growth and of the demand effect on innovation and productivity. The positive influence of education was confirmed only over innovation in the Southwest region. The investment rate and the growth of GNP were confirmed as important variables to explain productive change. Also innovation showed a positive influence on productive in a great number of regions.

KEY WORDS: regions growth, productivity, investment, innovation

JEL: R11, E24, O40

1 Introdução

Modelos de crescimento devem explicar a trajetória das economias ao longo do tempo considerando tanto fatores ligados à oferta como ligados à demanda agregada. Mesmo considerando que estudiosos do tema, em tese, concordem com esta assertiva, a literatura econômica se desenvolveu a partir de propostas com ênfases ou em restrições de demanda ou em restrições na disponibilidade de fatores de produção como determinantes do crescimento. Os modelos de tradição neoclássica deram ênfase à disponibilidade dos fatores produtivos na explicação do crescimento de longo prazo. Entretanto, podemos argumentar, o empresário não vai produzir se não tiver expectativa favorável de demanda. Logo, fatores que expliquem o comportamento da demanda devem também ser considerados. Modelos de tradição kaldoriana, por exemplo, indo em direção distinta da dos modelos de tradição neoclássica, atribuem especial importância aos componentes da demanda agregada para explicar as restrições ao crescimento econômico.

Tendo como fonte de inspiração a rica literatura sobre modelos de crescimento, nosso objetivo neste trabalho é aplicar um modelo que explique a trajetória de crescimento da economia brasileira, no período 1991-2007, levando em consideração componentes da oferta de recursos, da demanda agregada e que também considere especificidades de um país em desenvolvimento com acentuada desigualdade regional. A contribuição de León-Ledesma (2002) com algumas modificações, será nossa principal referência empírica.

Além desta introdução, este artigo está dividido nas seguintes seções. Na seção 2 é feita uma breve revisão da literatura sobre crescimento econômico e a apresentação do modelo de León-Ledesma (2002) utilizado na análise empírica. Na seção 3 é feita uma breve análise descritiva de algumas variáveis que são importantes para caracterizar as desigualdades econômicas das regiões. Na seção 4 é apresentada a metodologia empregada na estimação de um modelo de crescimento que leve em conta especificidades regionais, e a apresentação dos resultados obtidos na análise. Por último, na seção 5 tem-se algumas considerações finais.

2. A literatura sobre modelos de crescimento endógeno

O objetivo desta seção é discutir, de forma seletiva, contribuições à teoria do crescimento endógeno de autores ligados à nova teoria do crescimento e autores ligados à tradição kaldoriana. Esta discussão visa dar suporte à análise seguinte sobre os condicionantes do crescimento da economia brasileira, com enfoque regional, no período 1991 a 2007.

Capital humano na teoria do crescimento endógeno

A nova teoria do crescimento introduz como inovação teórica, qual seja, a hipótese de rendimentos crescentes na função de produção, avançando assim o debate sobre os determinantes do crescimento no longo prazo, conforme proposta seminal de Solow (1956). Neste sentido, consideram a importância do investimento em capital humano como um dos fatores relevantes para explicar o crescimento de longo prazo. Romer (1986, 1990, 1993a, 1993b), dentre outros, assumindo o progresso técnico como força motriz do crescimento, destacou o papel da educação em habilitar os indivíduos a

trabalhar em pesquisa o que permite o desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias.

No modelo de Romer (1990), o autor parte de premissas de que melhorias na tecnologia são o centro do crescimento econômico, constituindo-se em incentivo para a acumulação contínua de capital. Mudanças tecnológicas são resultado da inovação que resulta do esforço de investimento em atividade de P&D. Por outro lado, a tecnologia é um bem que não está sujeito à rivalidade, gerando efeitos externos positivos. Dada essas considerações, propõe uma função de produção, onde os fatores de produção considerados são: capital físico, trabalho não qualificado, capital humano, e avanço tecnológico, que, nesse caso, mede o grau do conhecimento da sociedade.

O progresso técnico corresponde ao acréscimo de tecnologia, e o capital humano é a fonte de crescimento sustentável no longo prazo. O capital humano está relacionado às habilidades do trabalhador e, por isso, assume-se que um trabalhador mais qualificado consegue inovar, criando novos e melhores projetos, com uma produtividade maior. Se o estoque de capital humano for elevado, a taxa de crescimento será positiva. Se o contrário ocorrer, o crescimento será pequeno ou quase nulo. Assim, quanto maior a produtividade do fator capital humano no setor de P&D, maior a taxa de crescimento econômico. Quanto maior o nível de capital humano na economia, maior será a taxa de crescimento da economia, porque maior será a oferta de capital humano ao setor de P&D.

Regiões ou países com nível mais baixo relativamente de capital humano podem superar esta deficiência adquirindo tecnologia de outros países ou regiões através das importações. No entanto, mesmo para usufruir desta tecnologia, é necessário um estoque mínimo de capital humano para poder usar a nova tecnologia. Assim, segundo as contribuições de Romer e de outros, as teorias de crescimento endógeno, enfatizam a importância do capital humano no crescimento das regiões e países gerando *spillovers* (externalidades positivas) que favorecem o crescimento no longo prazo.

As externalidades são capazes de amenizar os rendimentos decrescentes do capital físico. Pela teoria do crescimento endógeno, o crescimento da renda *per capita* é determinado endogenamente pela eliminação dos retornos marginais decrescentes ao fator capital. Ou seja, enquanto nos modelos de crescimento neoclássicos tradicionais, como o de Solow, as mudanças tecnológicas e o crescimento populacional são tratados exogenamente, na nova abordagem das teorias de crescimento endógeno, essas variáveis são tratadas endogenamente na explicação do diferencial de crescimento de renda entre os países.

Romer (1986) defende que o capital de pesquisa ou conhecimento tecnológico gera retornos decrescentes à escala, mas, por causa das inovações, deve ser avaliado como um bem público puro e que a criação de um novo conhecimento por uma firma tem um efeito externo para as outras firmas, fazendo com que estas busquem novas possibilidades de produção. Essas externalidades positivas atuam de forma a fazer com que a produção de bens finais apresente rendimentos crescentes e, assim, compense os retornos decrescentes do capital de pesquisa, com efeitos positivos no crescimento de longo prazo. Se fosse considerado somente o efeito do capital humano sobre a produtividade, regiões com nível mais alto de capital humano teriam uma produtividade maior. Sabe-se, no entanto, que as regiões com nível mais baixo de capital humano

podem adquirir tecnologias de outras regiões. Conforme Romer (1993a, 1993b), as regiões que não conseguem acompanhar o processo de inovação tecnológica, ou não conseguem gerar novas tecnologias frequentemente, devem aproveitar as tecnologias criadas pelas outras regiões como resultado da difusão.

As teorias de crescimento endógeno buscam, assim, entender as forças que estão por trás do progresso tecnológico, ao invés de supor que o crescimento origina-se de melhorias exógenas. Ou seja, os modelos de crescimento endógeno passaram a incorporar internamente esses fatores, tentando explicar a dinâmica e os efeitos do diferencial de renda *per capita* e de crescimento.

Crescimento com restrição de demanda

Buscando interpretar o crescimento econômico com ênfase nas restrições de demanda, Kaldor (1957), argumentou que a acumulação de capital é o componente da demanda agregada capaz de acelerar as taxas de crescimento econômico de forma sustentada e duradoura. Países ou regiões com baixas taxas de crescimento relativamente exibiam baixas taxas de acumulação de capital. Na hipótese de Kaldor, também considerando o progresso técnico como força motriz do crescimento econômico (Kaldor, 1957 e Kaldor Mirrless, 1962), este é assumido como estando incorporado aos equipamentos de última geração, e portanto é considerado endógeno ao seu modelo de crescimento. Uma aceleração na taxa de crescimento de um país ou região implica aceleração na taxa de acumulação de capital e conseqüentemente de absorção de progresso técnico.

Assim, a abordagem teórica com ênfase na demanda proposta por Kaldor deu origem a chamada teoria do crescimento puxado pela demanda. Sob esta perspectiva deu-se ênfase nas estruturas produtivas dos países para explicar as diferenças nas taxas de crescimento, e atribuiu-se um papel importante para o setor industrial.

Uma restrição importante ao crescimento econômico para modelos liderados pela demanda pode surgir pelo lado do balanço de pagamentos e desta forma a exportação, como parte da demanda agregada, é o único dos componentes que pode gerar recursos para financiar a importação de bens de capital/tecnologia necessários para elevar a taxa de crescimento da economia. Mesmo considerando que o aumento do produto e do emprego podem ser também estimulados pelo aumento do investimento, do consumo e do gasto público decorrentes da política econômica e/ou melhora nas expectativas dos empresários, vale observar que esses componentes da demanda têm conteúdo importado. Se não houver aumento do nível de exportação para cobrir as despesas adicionais com importações, a demanda agregada terá que ser contraída, e, por conseguinte, o produto e o emprego. Desse modo, o crescimento das exportações assume um papel essencial para relaxar a restrição ao crescimento econômico de longo prazo. A única forma de alcançar taxas de crescimento compatíveis com rápido desenvolvimento seria através da implementação de políticas para fomentar um processo de industrialização competitiva.

Nesta perspectiva, os modelos da linha kaldoriana justificam as diferentes performances das economias pelo desempenho das exportações. A hipótese central é que a taxa de crescimento de longo prazo compatível com o equilíbrio do balanço de pagamentos deve ser puxada pelo crescimento das exportações que leva ao crescimento do produto, ao qual o consumo e o investimento se ajustam. Assim, as exportações é o único

componente da demanda agregada capaz de gerar o “empurrão” necessário na demanda, e permitir a expansão dos demais componentes remanescentes da demanda agregada. Thirlwall (1979), seguindo Kaldor, formalizou um modelo de crescimento restringido pelo balanço de pagamentos.

A equação de crescimento econômico com restrição no balanço de pagamentos mostra que a taxa de crescimento de equilíbrio de longo prazo é dada pela igualdade da taxa de crescimento das exportações dividida pela elasticidade renda da demanda por importações. Esta equação ficou conhecida na literatura como a ‘lei de Thirlwall’. Assim, para Thirlwall a dinâmica das importações e exportações pode ter um papel crucial no crescimento de uma determinada economia, na medida em que, podem funcionar como uma restrição ao crescimento, pois déficits sucessivos em conta corrente se tornam um problema ao crescimento. Primeiro, pelos efeitos negativos sobre os setores diretamente afetados pelo aumento das importações. Segundo, nenhum país pode crescer mais rápido que a taxa de crescimento com equilíbrio no Balanço de Pagamentos, isso porque o déficit crescente na conta corrente financiado através da conta capital aumentaria o risco de desvalorizações cambiais. Terceiro, um déficit crescente na conta corrente levaria o país a praticar taxas de juros mais elevadas para atrair fluxos de capital, o que de certa forma tenderia a prejudicar o setor produtivo deste país.¹

Por fim, deve-se considerar que o modelo de Kaldor de crescimento com restrição externa supõe que retornos são crescentes. Tal hipótese se baseia na conhecida lei Kaldor-Verdoorn, a qual estabelece uma relação causal entre a taxa de crescimento da produtividade do trabalho e a taxa de crescimento da produção, onde o crescimento da produção determina o crescimento da produtividade. Assim, o crescimento da produtividade é induzido e o crescimento das exportações, ao estimular a produção, pode estabelecer um círculo virtuoso de crescimento. Em outras palavras, um aumento na demanda agregada, ao induzir uma aceleração da taxa de crescimento da produção, acaba por acelerar o ritmo de crescimento da produtividade do trabalho. O rápido crescimento do produto e o rápido crescimento da produtividade reduzem o custo por unidade de trabalho, e, podem gerar um rápido crescimento das exportações e do produto. Segundo León-Ledesma (2002), uma vez que o país obtém uma vantagem na produção de bens com alta elasticidade renda da demanda (atividades com base em tecnologia), sua taxa de crescimento aumenta em relação às outras economias. Com o próprio efeito da lei Kaldor-Verdoorn, o crescimento da produtividade será mais alto e a vantagem competitiva da economia nestes bens será reforçada, tornando difícil para outros países produzir de forma competitiva o mesmo bem.²

Kaldor assumiu que os países desenvolvidos devem ter uma propensão marginal a importar menor que um, e a propensão marginal a exportar maior que a unidade.

¹ O montante de importações de um país depende da demanda interna, que por sua vez é uma função da renda doméstica. Se o país apresenta déficit constantes na balança comercial, chegará um momento em que terá de reduzir seu crescimento, procurar elevar o montante de bens e serviços exportados com o objetivo de reduzir o déficit. Assim, as economias devem respeitar a restrição do balanço de pagamentos.

² O modelo de Kaldor, sobretudo, o de 1985, busca mostrar que existe uma ligação entre os efeitos de uma mudança no nível de produção e no nível de demanda agregada, de maneira que possa assegurar que algum crescimento na produção seja acompanhado pelo aumento da demanda agregada suficiente para sustentar este novo nível, mais alto, da atividade econômica. É nesse sentido que Kaldor enfatiza a importância do comércio internacional como fonte de expansão da demanda agregada.

Portanto, uma aceleração nas taxas de crescimento das exportações provocaria um aumento na taxa de crescimento do produto maior que o aumento na taxa de crescimento das importações. A partir desta hipótese é possível argumentar que o crescimento sob restrição externa não ignora a relevância de fatores associados à oferta agregada. Se as elasticidades-renda associadas ao saldo comercial por um lado, são determinantes da demanda agregada, por outro lado, são o reflexo de uma variedade de fatores em nível de oferta que condicionam a competitividade estrutural da economia.

Em relação ao progresso técnico Kaldor (1957) e Kaldor Mirrless (1962), conforme já mencionado, defendem que o progresso tecnológico é endógeno, de modo que o ritmo de introdução de inovações por parte das empresas é determinado pelo ritmo de acumulação de capital. A aceleração da taxa de acumulação de capital aumenta a demanda agregada. Kaldor (1988) desenvolveu algumas proposições sobre o papel da demanda efetiva no curto e no longo prazo. Numa primeira proposição, ele considerou que numa economia capitalista, o nível de produção não é determinado pela disponibilidade dos recursos, mas pela demanda efetiva, a qual determina quanto dos recursos potenciais são efetivamente utilizados. Numa segunda proposição, colocou a demanda agregada como a soma de dois componentes: um endógeno, que varia em proporção dos custos incorridos pelos empreendedores (os quais constituem as rendas do salário), e um componente exógeno – o investimento em capital fixo, que é financiado através de empréstimos ou pela venda de ativos financeiros. Além das condições de financiamento, o comportamento do investimento é explicado, seguindo a tradição keynesiana, pelas expectativas e pelo grau de confiança nas expectativas de longo prazo que funcionam como importantes indutores de ação de investir na ampliação da capacidade produtiva.

Desta forma, Kaldor não via a escassez de mão de obra como limitador do crescimento no longo prazo. Um setor econômico no qual a demanda por mão-de-obra ameaça exceder a oferta localmente disponível, poderia receber imigração de outros setores.³ Por esta razão, seria equivocado supor que exista uma trajetória de crescimento de equilíbrio de longo prazo dado para um país ou para o mundo, determinado pelo crescimento da população, da acumulação de capital e da taxa de progresso técnico, todos exogenamente dados. Visto que os estímulos para atender a uma demanda crescente de todos os setores devam ser expandidos através de investimento adicional, não há limites de longo prazo ao crescimento devido à restrições de oferta; tais restrições, se forem devidas à escassez de capacidade ou falta de mão-de-obra local são essencialmente fenômenos de curto prazo, considerados uma herança do passado recente. A trajetória futura pode ser restringida apenas por limitações na velocidade de resposta aos estímulos da demanda, os quais são suscetíveis a serem mais rápidos em algumas direções do que em outras.⁴

³ Assim, para Kaldor o pleno emprego é um conceito de curto prazo, que ignora as mobilidades de mão-de-obra de longo prazo e a possibilidade de um aumento no treinamento, o qual responde a demanda da mesma forma que o investimento de capital.

⁴ Palley (1996) argumenta que os modelos de crescimento do *mainstream* deram uma contribuição para endogeneizar o crescimento do estado estacionário. Porém, a abordagem da nova teoria do crescimento em si permanece mais no paradigma neoclássico do crescimento. Conforme Palley, isso é devido à ausência de considerações sobre a demanda agregada. Aponta duas influências keynesianas importantes que estão ausentes nas construções neoclássicas do processo de crescimento. Primeiro, que a acumulação de capital é direcionado pelo investimento, assim, é o gasto com investimento das firmas que determina a taxa da acumulação de capital. Isso contrasta com a perspectiva neoclássica na qual a acumulação de capital é dirigida pelo comportamento da oferta agregada. Segundo, que no equilíbrio, a taxa de

O modelo de crescimento acumulativo estendido de León Ledesma

O modelo desenvolvido por León-Ledesma (2002), de tradição kaldoriana, é uma versão ampliada de Dixon e Thirlwall (1975) (daqui para frente KDT) que introduz as variáveis inovação, investimento, educação e outras. Aqui nos interessa aprofundá-lo pois será a base de referência para nosso teste empírico.

As variáveis de tecnologia empregadas por León-Ledesma são semelhantes às aquelas enfatizadas na análise da ‘nova teoria do crescimento’, porém uma interpretação diferente é atribuída na sua análise. Ele demonstrou que existem várias forças cumulativas que podem levar a um crescimento divergente que interage com o efeito que o *catching-up*, o qual pode conduzir à convergência. Cinco equações descrevem a modelagem proposta. A primeira relação (eq. 1) afirma que o crescimento do produto (y) depende do crescimento das exportações (x):

$$y = \theta x \quad (1)$$

Considera-se que $\theta > 0$. Implicitamente é suposto que as exportações é a componente autônoma mais importante da demanda.

O crescimento das exportações (eq. 2), é expresso como:

$$x = \eta(p - pf) + \varepsilon z + \zeta K + \delta \left(\frac{I}{O} \right) \quad (2)$$

Este crescimento depende negativamente do crescimento dos preços relativos ($p-pf$), logo $\eta < 0$, e positivamente da renda mundial (z), da proporção investimento-produto (I/O) e de uma variável de tecnologia para dar conta dos fatores não-preço (K), refletindo o fluxo de inovações que afetam a performance das exportações. Logo, tem-se que, $\varepsilon > 0$, $\zeta > 0$, e $\delta > 0$.

As primeiras duas variáveis do lado direito da equação de exportação correspondem à especificação comum de uma função exportação expressa em taxas de crescimento. A introdução da proporção investimento-produto como uma variável *proxy* para a acumulação de capital é devido ao fato de que a capacidade de uma economia de distribuir nos mercados internacionais depende do crescimento de equipamentos físicos e infra-estrutura. Conforme León-Ledesma, esta variável pode também capturar o efeito do progresso técnico incorporado na performance das exportações. A inovação, capturada em K , é um fator chave que afeta a competitividade não-preço das economias. A diferenciação do produto e a competição por qualidade caracterizam o comércio internacional moderno. Assim, a habilidade do país para diferenciar e competir em qualidade dependerá de forma crucial do grau de inovação da sua estrutura produtiva.

crescimento do produto deve se igualar à taxa do crescimento da demanda agregada, o que implica que a taxa de crescimento da demanda agregada pode potencialmente restringir a taxa de crescimento do produto. O que também contrasta com a perspectiva neoclássica, a qual supõe uma versão dinâmica da lei de Say, onde a demanda automaticamente cresce com o produto. Quando essas características são combinadas com uma função de progresso técnico Kaldoriana (Kaldor, 1957), o resultado é uma teoria keynesiana do crescimento, na qual a taxa de crescimento da demanda agregada afeta a taxa do estado estacionário do crescimento do produto.

Presume-se também que os preços são fixados em mercados imperfeitamente competitivos, onde a regra de precificação é um *mark-up* sobre os custos unitários do trabalho. Isto é, o nível de preços P é determinado pela relação comum de *mark-up* Kalekiana, ou seja, $P_t = (W/R)_t T_t$, onde W é o nível de salários monetários/nominal, r é o produto médio do trabalho, e T é 1(um) mais o percentual de um *mark-up* sobre os custos unitários do trabalho. León-Ledesma assume, por simplicidade, um *mark-up* constante e obtém que os preços crescem assim como a diferença entre o crescimento dos salários monetário e o crescimento da produtividade (eq. 3):

$$p = w - r \quad (3)$$

A determinação da taxa de crescimento da produtividade do trabalho (r) é dada por (eq. 4):

$$r = \phi y + \lambda \left(\frac{I}{O} \right) + \alpha K + \sigma GAP \quad (4)$$

Considera-se que $\phi > 0$, $\lambda > 0$, $\alpha > 0$, e $\sigma > 0$.

O determinante principal do crescimento da produtividade é dado pela lei Kaldor-Verdoon, representada no primeiro termo da equação. Esta lei é responsável pela natureza circular do processo de crescimento no modelo KDT. O mecanismo Kaldor-Verdoon reflete a existência de economias dinâmicas de escala devido à elevada especialização e ao progresso técnico incorporado (Kaldor, 1957 e Kaldor- Mirrless, 1962). O progresso técnico incorporado é explicitamente capturado neste modelo pela introdução da taxa de investimento-produto (I/O) como um segundo determinante do crescimento da produtividade. O terceiro determinante do crescimento da produtividade é a atividade inovadora (K). A inovação não só leva a um maior grau de diferenciação do produto e maior qualidade, mas também leva a inovação em processos que aumentam a produtividade. O último determinante do crescimento da produtividade é o GAP . O GAP seria a variável que representa a existência de diferenças de produtividade entre a economia de fronteira ou líder e as seguidoras. Isso abre a possibilidade para imitação e difusão de tecnologias mais avançadas geradas pela líder. Essa consideração implica um efeito positivo do GAP de produtividade sobre o crescimento da produtividade das economias seguidoras, levando a um potencial *catch-up* nos níveis de produtividade. Esta variável é definida como:

$$GAP = 1 - \frac{R}{R^*} = 1 - G$$

Onde, R é a taxa de produtividade do seguidor e R^* é a taxa de produtividade da economia líder. O diferencial de produtividade GAP será zero se não houver diferença no nível de produtividade, e próximo a um se a produtividade no país seguidor for muito baixa.

A última equação do modelo (eq.5) é aquela que determina a atividade inovadora ou o fluxo de novas inovações nacionais:

$$K = \gamma y + \beta q + \omega(edu) + \psi GAP \quad (5)$$

Considera-se que $\gamma > 0$, $\beta > 0$, $\omega > 0$, e $\psi < 0$.

A atividade inovadora dependerá de quatro fatores. Primeiro da taxa de crescimento da produção (y), refletindo a hipótese de inovação liderada pela demanda. Segundo, da taxa de crescimento da soma acumulativa do produto real (q). Essa variável é uma proxy para o efeito de learning-by-doing. Tanto os novos produtos desenvolvidos e os novos processos de produção dependem crucialmente do efeito do aprendizado adquirido através da experiência acumulada dos trabalhadores. Assim, quanto maior for o crescimento da experiência acumulada, maiores inovações serão incorporadas nas atividades de produção. Assim, se $Y(t)$ for o nível de produto no tempo t , temos:

$$q = \frac{d \text{Log} \int_{t=0}^T Y(t) dt}{dt}$$

A variável q é calculada como: $q = \text{Log}Q_t - \text{Log}Q_{t-1}$ e $Q = \sum_{t=0}^T Y(t)$. O terceiro componente do sucesso de uma economia para gerar inovações é o nível de educação da sua população ativa (edu). O nível de educação afeta não apenas a capacidade de inovar mas, também, a capacidade do sistema econômico de assimilar e compreender as novas técnicas de produção. O nível de educação é geralmente a *proxy* usada para capital humano nos modelos de crescimento. O capital humano é importante na determinação da renda, e seus efeitos podem ser diretos ou indiretos. Os efeitos diretos do capital humano são aqueles que afetam a renda pela melhora na produtividade marginal do trabalho, e na habilidade dos trabalhadores para a realização do trabalho. Os efeitos indiretos são aqueles que afetam a quantidade de tecnologia disponível para ser utilizada no processo de produção. Esses efeitos constituem-se em fatores que influenciam na criação e difusão de tecnologias. O *GAP* de produtividade afeta negativamente a atividade de inovação de uma economia. Com um baixo nível de desenvolvimento, poucos recursos são dirigidos para pesquisa e desenvolvimento e atividades de patenteamento. Em outras palavras, a capacidade de inovar depende do nível tecnológico do país. Os países com um baixo nível tecnológico são mais suscetíveis para confiar nos benefícios de conhecimentos criados nas economias líderes.

León-Ledesma identificou várias forças no modelo, algumas levando à divergência e outras a convergência na produtividade.⁵ Por um lado, o efeito Kaldor-Verdoorn é uma força cumulativa que reforça as vantagens (e desvantagens) do crescimento inicial. Esse é também o mesmo para o efeito da inovação liderada pela demanda que afeta tanto a competitividade preço e a não-preço, e que tem um efeito semelhante ao do mecanismo Kaldor-Verdoorn. *Learning-by-doing* é uma outra força atuando positivamente no crescimento acumulado devido ao efeito positivo da experiência acumulada da competitividade não-preço e crescimento da produção. A força, agindo em direção a um padrão de crescimento divergente, é o efeito negativo do diferencial de produtividade sobre a inovação, que tende a perpetuar os baixos níveis de inovação tecnológica. Por outro lado, o efeito *catch-up* surgindo do fluxo de tecnologias das economias líderes para as seguidoras é a força convergente principal do modelo.

Os principais resultados encontrados por León-Ledesma são: a variável inovação afeta as exportações positivamente, explicando a importância dos processos de inovação na determinação da competitividade não-preço; o efeito catching-up é uma variável

⁵ León-Ledesma (2002) estimou o modelo para os países da OCDE para o período de 1965-1994.

significativa na determinação da produtividade e, por extensão, do crescimento do produto; o efeito líquido da variável GAP sobre o crescimento da produtividade é positivo, o qual é uma força que conduz a convergência da produtividade, e por fim, o efeito positivo da educação sobre a inovação e o investimento físico sobre exportações foi confirmado pelo modelo.

A interpretação do efeito destas variáveis, no entanto, difere daquela dada nas ‘novas teorias do crescimento’, onde elas são introduzidas numa estrutura de função de produção supondo uma economia restringida pelos recursos. Em León-Ledesma é o crescimento da demanda que leva ao crescimento do produto e, assim, a economia não é restringida/limitada pelos recursos. É importante notar também o impacto forte e significativo do crescimento do produto sobre o crescimento da produtividade (o coeficiente de Verdoorn foi de 0,642).

Com algumas simplificações e adaptações, a seguir o modelo desenvolvido por León-Ledesma será aplicado para as regiões do Brasil, com o objetivo de avaliarmos os determinantes do crescimento desigual nos anos 1990 e 2000.

3. Análise Empírica para o Brasil

A seguir será feita uma breve análise descritiva de algumas variáveis que são importantes para caracterizar as desigualdades econômicas das regiões de acordo com a discussão do modelo de León-Ledesma visto na seção anterior.

Análise regional dos dados

Inicialmente é importante mostrar que a elevada concentração econômica das atividades nas regiões Sudeste e Sul perdurou durante todo o período analisado (Tabela 1), apesar de pequena queda na participação do Sudeste no PIB do país (de 58,7% em 1995 para 56,4% em 2007). No período de 1991 a 2007 as regiões Sudeste, Nordeste e Sul perderam participação no total do PIB, com média de crescimento na participação negativa em -0,24%, -0,13%, e -0,12% respectivamente. A média de crescimento na participação no total do PIB das regiões Norte e Centro Oeste foi de 0,6% e 2,6% respectivamente.

Tabela 1: Participação % das regiões no PIB total e da Indústria de Transformação 1995 e 2007- Brasil e regiões

	PIB		Indústria de Transformação	
	1995	2007	1995	2007
Norte	4,6	5,0	4,4	4,8
Nordeste	12,8	13,1	8,8	8,8
Sudeste	58,7	56,4	63,7	62,8
Sul	17,9	16,6	21,1	19,9
Centro Oeste	6,0	8,9	2,1	3,7

Fonte: IBGE, Contas Regionais do Brasil, 2010.

Considerando a Indústria de Transformação, setor que por suas características é o de maior dinamismo em termos de crescimento, a participação do Sudeste nos anos 1990 e nos anos 2000 continuou acima de 60%. No período de 1991 a 2007 as regiões Sudeste e Sul perderam participação na Indústria de transformação, com média de crescimento na participação negativa em $-0,24\%$ e $-0,07\%$ respectivamente. A média de crescimento na participação nas regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste foi de $0,05\%$, $1,8\%$ e 6% respectivamente.

A Tabela 2 mostra a taxa média de crescimento do PIB das regiões por períodos. A primeira coluna mostra o crescimento de 1995-2007, e as 2 seguintes sub-divide o crescimento nos períodos de 1995-2004 e 2004-2007, representando o ano de 2004 um ponto de inflexão na trajetória de crescimento da economia brasileira. No período completo – 1995-2007- as regiões de maior crescimento no período foram as de menor peso no PIB – Norte e Centro Oeste. No período 1995-2004 a região Sudeste é a de menor crescimento médio ($1,7\%$ aa). No período de crescimento mais intenso do PIB ($4,7\%$ aa) a taxa de crescimento do Nordeste mais que dobra em relação ao período anterior, e a da região Sudeste quase triplica. O surpreendente dinamismo do Sudeste no período comprova a força do adensamento da estrutura produtiva da região que recuperou seu dinamismo de forma vigorosa seguindo o estímulo da demanda agregada.

Tabela 2: Taxa média de crescimento anual do PIB do Brasil e regiões 1995-2007 em %

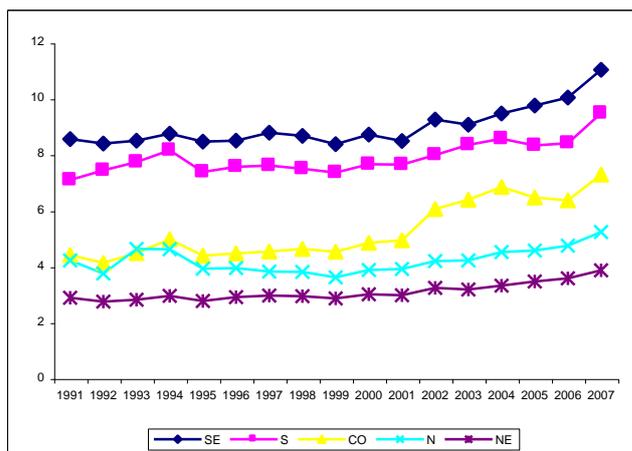
	1995-2007	1995-2004	2004-2007
Norte	4,7	4,6	5,9
Nordeste	3,1	2,5	5,2
Sudeste	2,4	1,7	4,9
Sul	2,8	2,8	3,4
Centro Oeste	4,2	4,0	5,1
Brasil	2,8	2,3	4,7

Fonte: IBGE, Contas Regionais do Brasil, 2010.

A concentração econômica na região Sudeste se reflete também na divergência do PIB *per capita* entre as regiões. O Gráfico 1 mostra que em 2007 o PIB *per capita* do Sudeste (R\$11.032) situava-se 2,8 vezes acima da região Nordeste (R\$3.862), região que ganhou peso na estrutura produtiva do país. O crescimento médio do PIB *per capita* no Sudeste no período de 1991 a 2007 foi de $1,5\%$. São Paulo cresceu $1,2\%$, e o Espírito Santo foi o estado que teve o maior crescimento $3,6\%$. No Centro-Oeste, Mato Grosso cresceu $5,5\%$, bem acima da média Nacional que foi de $1,7\%$. O PIB *per capita* nacional atingiu uma média de R\$8.278 em 2007.

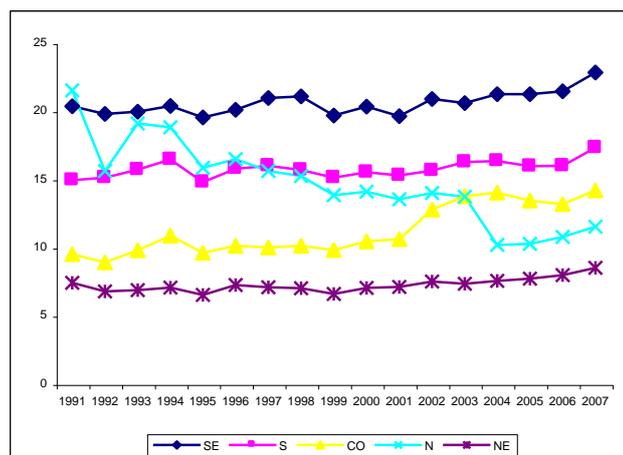
O Gráfico 2 compara o PIB por trabalhador, medida *proxy* da produtividade, por regiões. O PIB por trabalhador no Sudeste em 2007 foi de R\$22.840, enquanto no Nordeste foi de R\$8.527. Os estados com maior PIB por trabalhador foram Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo com R\$26.387, R\$26.132 e R\$20.693 respectivamente. Os Estados com menor PIB por trabalhador são Piauí, Maranhão e Ceará com R\$5.269, R\$6.263 e R\$7.586 respectivamente. A média nacional do PIB por trabalhador ficou em R\$16.721 em 2007.

Gráfico 1: PIB *per capita* (mil R\$ de 2000)



Fonte: Elaboração própria, dados do Ipea, 2010
 Nota: Excluído o DF da região CO.

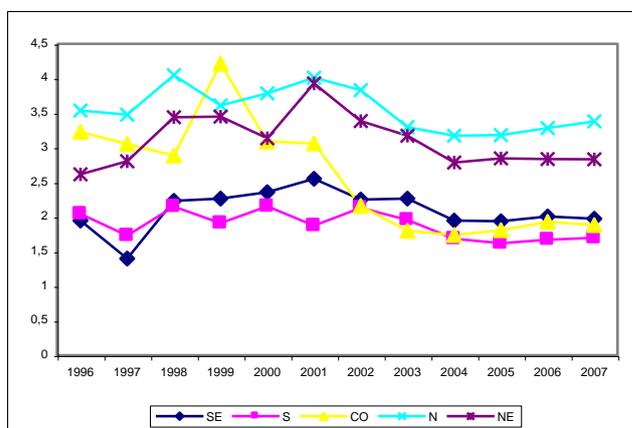
Gráfico 2: Produtividade do trabalho (mil R\$ de 2000), 1991-2007



Fonte: Elaboração própria, dados do Ipea, 2010
 Nota: Excluído o DF da região CO.

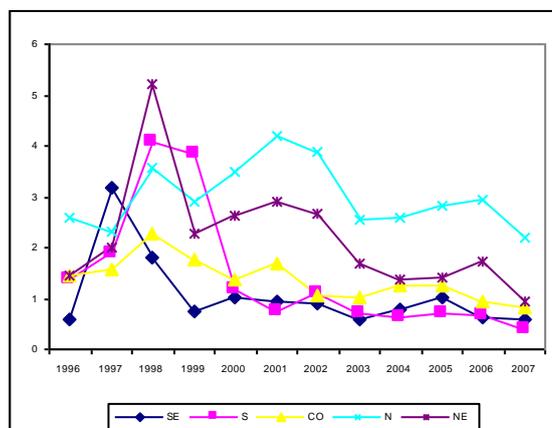
O Gráfico 3 mostra os gastos com Educação e Cultura como percentual do PIB. Os governos dos estados das regiões Norte e Nordeste são os que tem maior despesa com educação como percentual do PIB. Em 2007 as regiões destinaram 3,37% e 2,83% do PIB para educação respectivamente.

Gráfico 3: Despesa com educação e Cultura % PIB



Fonte: Elaboração própria, dados do Ipea e Tesouro Nacional, 2010

Gráfico 4: Investimento em capital % PIB



Fonte: Elaboração própria, dados do Ipea e Tesouro nacional, 2010

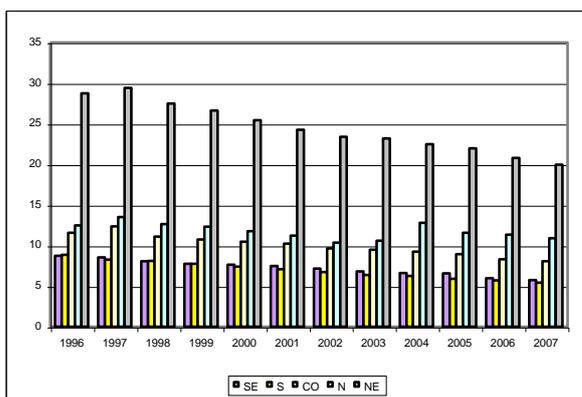
O Gráfico 4 mostra os investimentos dos estados em capital⁶ como proporção do PIB por região. A região Norte investiu uma média de 3% do PIB no período de 1996 a 2007. A região Nordeste investiu 2,18%, enquanto o Sudeste investiu 1,06%.

No que diz respeito à educação, os investimentos ainda tem sido insuficientes para diminuir os indicadores de analfabetismo, principalmente na região Nordeste, onde 20%

⁶ De acordo com a Lei n o 4.320/64, engloba "as dotações para o planejamento e a execução de obras, inclusive as destinadas à aquisição de imóveis considerados necessários à realização destas últimas, bem como para os programas especiais de trabalho, aquisição de instalações, equipamentos e material permanente, e constituição ou aumento do capital de empresas que não sejam de caráter comercial ou financeiro". Enquadram-se nessa conta as despesas com equipamentos e instalações, dentre outras.

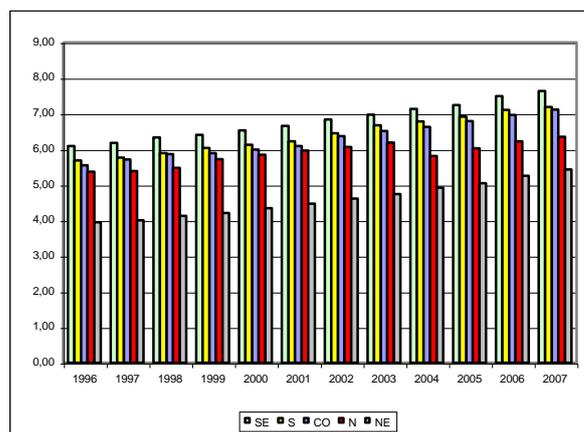
da população acima de 15 anos foram consideradas analfabetas em 2007, conforme mostra o Gráfico 5. O Sul tem o menor nível médio de analfabetos dentre as regiões 5,45% em 2007. Os altos níveis de analfabetismo mostram um panorama problemático para a formação de mão de obra nas regiões menos desenvolvidas. Considerando que este cenário leva tempo para ser mudado, o PIB por trabalhador tende a permanecer mais baixo nas regiões onde o nível de analfabetismo é maior.

Gráfico 5: Analfabetismo população acima de 15 anos de idade



Fonte: Ebaloração própria, dados do Ipea, 2010

Gráfico 6: Anos de estudos população acima de 25 anos de idade



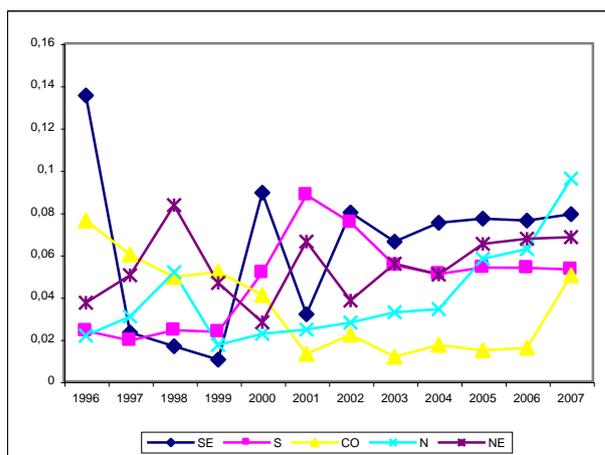
Fonte: Ebaloração própria, dados do Ipea, 2010

O Gráfico 6 mostra a média de anos de estudo da população acima de 25 anos. A tendência em todas as regiões é de aumento no nível de escolaridade da mão de obra. No Sudeste a média foi de 7,63 em 2007, e no Nordeste foi de 5,43. O estado com a menor média foi Alagoas, com 4,8 anos de estudos, e o com maior média foi o Rio de Janeiro com 8,13. Muitos estados tem planos de desenvolvimento com metas para 2025 e dentre as metas, muitos estados almejam atingir uma média de 12 anos de estudo.

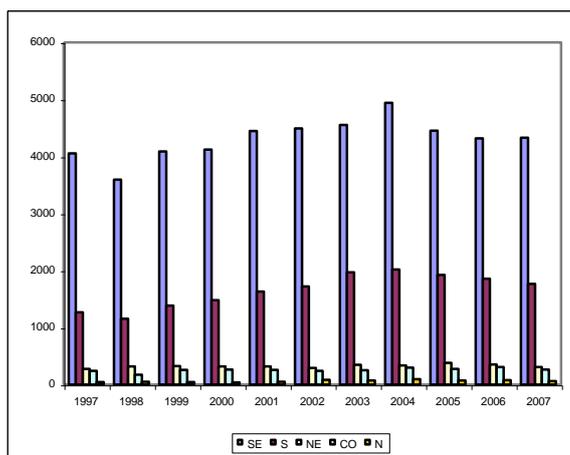
O Gráfico 7 mostra o gasto dos estados⁷ com ciência e tecnologia como percentual do PIB por regiões. O Sudeste investiu uma média de 0,063% do PIB no período de 1996 a 2007. A região que menos investiu foi a Centro Oeste, com uma média de 0,035% do PIB.

⁷ Os dispêndios dos estados em ciência e tecnologia representou 15,5% dos dispêndios totais no Brasil em 2007.

Gráfico 7: Gasto com Ciência e Tecnologia % PIB Gráfico 8: Número de pedidos de patentes



Fonte: Elaboração própria, dados do Ipea e Tesouro Nacional, 2010



Fonte: Elaboração própria, dados do INPI, 2010

Gráfico 8 mostra o número de pedidos de patentes em cada região. A região Sudeste teve uma média de 4.308 no período de 1997 a 2007, enquanto a região Norte teve apenas uma média de 62 pedidos de patentes.

A Tabela 3 mostra que os estados participaram com 18,7% nos dispêndios com ciência e tecnologia no ano de 2000, no entanto esse percentual caiu para 15,5% em 2007. A participação das empresas privadas e estatais nos dispêndios com ciência e tecnologia passou de 43,4% em 2000 para 46,1 em 2007. No total, o Brasil investiu 1,4% do PIB em Ciência e Tecnologia em 2007.

Tabela 3: Dispêndio nacional em ciência e tecnologia, 2000-2008

Ano	PIB		Dispêndios em C&T				% em relação ao total			% em relação ao PIB		
	Valores correntes	Milhões R\$	Públicos		Empresas Privadas e Estatais		Federais	Estaduais	Empresariais	Empresariais		Total
			Federais	Estaduais	Públicos	Empresariais						
2000	1.179.482	5.795	2.854	6.639	15.289	37,9	18,7	43,4	0,73	0,56	1,3	
2001	1.302.136	6.266	3.287	7.710	17.263	36,3	19,0	44,7	0,73	0,59	1,33	
2002	1.477.822	6.522	3.473	9.282	19.277	33,8	18,0	48,1	0,68	0,63	1,3	
2003	1.699.948	7.393	3.706	10.296	21.394	34,6	17,3	48,1	0,65	0,61	1,26	
2004	1.941.498	8.688	3.901	11.452	24.040	36,1	16,2	47,6	0,65	0,59	1,24	
2005	2.147.239	9.570	4.027	13.680	27.277	35,1	14,8	50,2	0,63	0,64	1,27	
2006	2.369.797	11.477	4.282	14.625	30.383	37,8	14,1	48,1	0,66	0,62	1,28	
2007	2.661.344	14.084	5.687	16.889	36.660	38,4	15,5	46,1	0,74	0,63	1,38	
2008	3.004.881	16.004	7.138	20.051	43.090	37,1	16,6	46,5	0,77	0,66	1,43	

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

A Tabela 4 apresenta um resumo da pesquisa de inovação tecnológica (PINTEC) para os anos de 2000, 2003 e 2005. No ano de 2000 a região Sudeste teve uma participação de 71,7% no total dos recursos destinados a inovação, enquanto a região Centro Oeste participou com apenas 1,4%. As regiões destinam a maior parte dos dispêndios na aquisição de máquinas e equipamentos. No ano de 2000, 35,2% dos dispêndios foram

para aquisição de máquinas e equipamentos, e 12,9% foram destinados a P&D⁸ na região Sudeste.

No ano de 2003 a participação da região Sudeste caiu para 68,3%, e as regiões Norte e Nordeste aumentaram suas participações, ficando com 4,7% e 7,2% do total respectivamente. A participação da atividade de P&D no total dos recursos teve aumento em quase todas as regiões, no Sudeste subiu para de 17,5%.

Tabela 4: Distribuição % dos dispêndios em atividades inovativas, nr.de patentes e pessoal ocupado em P&D, dados da Pintec.

ano	Discriminação	BR	SE	S	NE	N	CO
2000	Total destinado a inovação	22.343.759	71,7	18,6	4,43	3,99	1,35
	máquinas e equipamentos	11.667.339	35,2	11,5	2,74	1,92	0,86
	RS 1000						
	projetos industriais	3.297.406	11,6	1,8	0,45	0,75	0,15
	capacitação e treinamento	417.592	1,3	0,4	0,06	0,07	0,04
	P&D	3.741.572	12,9	2,4	0,40	0,81	0,13
	aquis.P&D e conheç. externos	1.799.070	6,3	0,9	0,48	0,31	0,12
	introdução inovação no mercado	1.420.779	4,4	1,5	0,30	0,12	0,06
	nr Patentes (1998-2000)	2.023	60,41	33,40	4,38	1,23	0,57
	nr Pessoas ocupadas em P&D	41.467	69,3	22,6	4,43	2,44	1,26
2003	Total destinado a inovação	23.419.227	68,3	18,5	7,15	4,67	1,39
	máquinas e equipamentos	11.629.799	31,9	10,3	4,52	1,95	0,95
	RS 1000						
	projetos industriais	3.344.296	8,8	3,1	1,44	0,66	0,26
	capacitação e treinamento	474.742	1,4	0,4	0,10	0,09	0,03
	P&D	5.098.811	17,5	2,8	0,44	0,90	0,08
	aquis.P&D e conheç. externos	1.479.110	5,0	0,7	0,22	0,40	0,02
	introdução inovação no mercado	1.392.469	3,7	1,1	0,43	0,67	0,04
	nr.Patentes (2001-2003)	2.070	57,6	34,0	5,24	1,43	1,67
	nr Pessoas ocupadas em P&D	38.523	68,8	22,6	3,40	4,28	0,98
2005	Total destinado a inovação	34.405.980	75,0	14,1	4,06	4,70	1,68
	máquinas e equipamentos	16.645.568	34,7	7,9	2,41	2,27	1,05
	RS 1000						
	projetos industriais	4.422.329	9,8	1,6	0,55	0,61	0,28
	capacitação e treinamento	635.392	1,4	0,3	0,06	0,15	0,03
	P&D	7.112.928	16,8	2,6	0,47	0,73	0,07
	aquis.P&D e conheç. externos	2.585.576	5,8	0,7	0,29	0,37	0,14
	introdução inovação no mercado	2.331.630	5,2	0,8	0,21	0,49	0,10
	outros(aquis.software)	672.557	1,4	0,4	0,08	0,09	0,02
	nr.Patentes (2003-2005)	2.033	56,6	35,5	4,73	1,06	2,05
nr Pessoas ocupadas em P&D	47.628	70,4	21,1	4,69	2,92	0,84	

Fonte: Elaboração própria a partir da PINTEC IBGE, 2010

No ano de 2005 a participação da região Sudeste volta a subir, ficando em 75%. A região Sul que tinha 18,6% em 2000 caiu para 14,1% em 2005. A região Nordeste diminuiu sua participação de 4,4% em 2000 para 4,1% em 2005. As regiões Norte e Centro Oeste tiveram aumento na participação, ficando com 4,7% e 1,7% respectivamente em 2005.

⁸ O valor dos dispêndios destinados a P&D informado na PINTEC corresponde a 55,9% do valor dos dispêndios em Ciência e Tecnologia das empresas privadas e estatais informado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia no ano de 2000.

Quanto ao número de patentes, a região Sudeste participou com 59,3% em 2000 e 56,6% em 2005. A região Sul participou com 20% em 2000 e 35,5% em 2005. A pesquisa mostra que as demais regiões diminuíram sua participação no número de patentes.

Quanto ao número de pessoas ocupadas em P&D, a região Sudeste participou com 70,4%, e a Sul com 21,1% em 2005, não havendo mudanças significativas na participação destas regiões no período analisado. A região Nordeste passou de 3,4% em 2003 para 4,69% em 2005, e a região Norte passou de 4,3 % para 2,9%. A região Centro Oeste diminuiu sua participação de 1,3% em 2000 para 0,8% em 2005. Estes dados são importantes pois serão usados na construção da série de número de trabalhadores ocupados em P&D, a qual será usada como na construção da *proxy* para inovação.

Comparando a participação das regiões no total do PIB da indústria e a participação nos recursos destinados à inovação, nota-se que a região Sudeste participou com 75% nos recursos destinados à inovação enquanto participa com 62,8% no PIB da indústria. Nas demais regiões o percentual destinado a inovação é bem menor em relação ao percentual de participação no PIB industrial.

4. Teste empírico para as regiões do Brasil

O objetivo nesta seção é adaptar e aplicar o modelo de León-Ledesma para explicar o crescimento das regiões brasileiras nas duas últimas décadas. Devemos adaptar pois, diferentemente do exercício de León-Ledesma, nossa aplicação foi feita em uma economia relativamente fechada, mesmo depois da abertura comercial nos anos 1990. Neste sentido, as duas primeiras equações do modelo original não serão estimadas. Também não estimaremos a equação 3, pois no início da década a economia brasileira ainda enfrentava elevados índices de inflação, sendo particularmente difícil modelar o comportamento dos preços no período como um comportamento exclusivamente determinado pela variação de salários e produtividade.

Nosso objetivo portanto é nos concentrarmos nas duas últimas equações do modelo que revelam a força da integração das variáveis de demanda agregada sobre o comportamento da produtividade e da inovação no movimento de convergência ou não do crescimento entre as regiões nas últimas décadas. Em suma, nosso objetivo é identificar os determinantes do diferencial de crescimento, lançando luz sobre possíveis estratégias para a redução da acentuada desigualdade.

Apresentação dos dados e método de estimação

O método de estimação usado foi o de regressões com dados em painel, que são estimativas que combinam dados em séries temporais com *cross-section*. As regressões foram feitas por mínimos quadrados generalizados (*Period Weights*) o qual leva em conta a heterocedasticidade nos períodos. Seguindo Morettin (2004), primeiro foram feitas as transformações necessárias nas séries para depois utiliza-las. Foi utilizado o

Log das variáveis para minimizar a variância. Nas séries com raiz unitária⁹ foi utilizado a primeira diferença.

Para testar o modelo para o Brasil no período de 1991 a 2007, foi utilizado o seguinte conjunto de dados referente aos 26 estados brasileiros:

- **R** é a produtividade do trabalho, calculado a partir do PIB dos estados em R\$ do ano de 2000 e do número de trabalhadores ocupados retirado do Ipeadata e IBGE.

- **Q** é o efeito acumulativo do PIB, conforme descrito no modelo de León-Ledesma para a variável q , calculado a partir do PIB dos estados em R\$ do ano de 2000, dados do IPEA.

- **I** é a proxy para taxa de investimento como % do PIB, calculado a partir do investimento dos governos dos estados em capital, dados do IPEA e Ministério da Fazenda e Tesouro Nacional, e PIB dos estados em R\$ do ano de 2000, retirado do Ipeadata;

- **CCI** é outra proxy para investimento estadual, calculada a partir da soma do PIB da construção civil dos estados em R\$ do ano de 2000, dados do IPEA; e do investimento dos governos dos estados em capital em R\$ do ano de 2000, construído a partir dos dados do IPEA e Ministério da Fazenda e Tesouro Nacional.

- **G** representando o gap de produtividade entre a economia seguidora e a economia líder, é igual a um menos a proporção do nível da produtividade do trabalho para aquela da economia líder ($1-R/R^*$), sendo o R^* calculado a partir dos dados de PIB por trabalhador dos E.U.A retirados do Pen Word Table;

- **K** é uma proxy para a inovação que representa o número de trabalhadores em P&D, foi construída a partir da média do número de trabalhadores em P&D da Pesquisa Inovação Tecnológica –PINTEC do IBGE. Verificou-se quanto era o percentual de trabalhadores em P&D em relação ao total de trabalhadores da indústria em cada estado. Para o restante da série foi aplicado o mesmo % sobre número de trabalhadores na indústria, dados da PIA;

- **E** é a proxy para educação, é o número médio de anos de escolaridade da população acima de 25 anos, dados retirados do Ipeadata.

- **Y** é o PIB de cada estado em R\$ do ano de 2000, retirado do Ipeadata.

⁹ O teste de raiz unitária se encontra no anexo.

Resultados

Na Tabela 5 apresenta-se os resultados da equação (4) do modelo de León-Ledesma, a qual foi modificada substituindo-se a variável y por Q . O objetivo da substituição foi para melhorar o resultado final da regressão. A variável Q mostra o efeito acumulativo do crescimento da demanda agregada sobre a produtividade. Outra mudança foi a substituição da variável (I/O) pela proxy para investimento (CCI) que é a soma do PIB da construção civil e o investimento dos governos dos estados em capital. Assim, a equação 4 estimada para a economia brasileira no período 1991-2007 foi:

$$R = f(Q, CCI, K, G)$$

O coeficiente que mede o efeito acumulativo (Q) foi o mais expressivo em todas as regiões, positivo e significativo a 5%. Neste conjunto de estimativas esta variável está sendo utilizada como proxy da Lei Kaldor-Verdoorn. Novas estimativas são apresentadas nas Tabelas 7 e 8. A proxy para o investimento CCI apresentou o resultado esperado na maioria das regiões, e na região Norte foi utilizado a variável I , sendo todos os coeficientes positivos e significativos.

O coeficiente para a proxy inovação, K , foi positivo e significativo em todas as regiões, com exceção da região Norte. O coeficiente da variável G foi negativo para a região Sudeste, indicando que essa variável nessa região não conduz a convergência da produtividade. Somente nas regiões Sul e Nordeste esta variável se mostrou positiva e significativa, indicando convergência da produtividade.

Tabela 5: Resultados da regressão da equação (4) modificada, 1991-2007

<i>Brasil</i>	$R = 0.0526 + 0.7681*Q + 0.0188*CCI + 0.0520*K + 0.0040*G$ (11,502)* (27,776)* (1,845)** (2,147)* (0,144)	$R^2=0,71$ SSR=1,99 DW=1,78 N=416
<i>Sudeste</i>	$R = 0.0380 + 0.6397*Q + 0.0856*CCI + 0.0586*K - 0.0542*G$ (8,174)* (18,404)* (7,424)* (3,301)* (-3,140)*	$R^2=0,91$ SSR=0,04 DW=1,80 N=64
<i>Sul</i>	$R = 0.0493 + 0.6857*Q + 0.0396*CCI + 0.1161*K + 0.0793*G$ (8,217)* (16,417)* (4,292)* (3,766)* (1,687)**	$R^2=0,91$ SSR=0,02 DW=1,46 N=48
<i>Nordeste</i>	$R = 0.0618 + 0.7861*Q + 0.0264*CCI + 0.0852*K + 0.0735*G$ (10,014)* (17,798)* (1,909)** (2,356)* (1,980)**	$R^2=0,78$ SSR=0,26 DW=2,04 N=144
<i>Centro-Oeste</i>	$R = 0.04118 + 0.6889*Q + 0.0558*CCI + 0.0621*K - 0.0994*G$ (1,657)** (13,373)* (2,341)* (1,853)** (-0,416)	$R^2=0,89$ SSR=0,05 DW=1,74 N=48
<i>Norte</i>	$R = 0.0263 + 0.7793*Q + 0.0169*I - 0.0137*K + 0.0236*G$ (1,556)** (13,721)* (2,545)* (-0,200) (0,304)	$R^2=0,67$ SSR=1,35 DW=1,75 N=112

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 5%. **Significativo a 10%

Em resumo, os resultados da equação (4) do modelo original de León-Ledesma para o Brasil mostram que tanto efeito acumulativo (Q) e o investimento têm uma relação positiva e significativa com a produtividade do trabalho. A inovação (K) também exerce um efeito positivo e significativo nas regiões, com exceção da região Norte. A variável G apresentou resultados bem diferentes entre as regiões e pouco significativa, em geral. Assim, a análise da produtividade do trabalho, inserindo o investimento e inovação mostrou que tais variáveis são importantes para o aumento da produtividade na economia, ou seja, contribuem para a convergência da produtividade.

A equação 5 do modelo de León-Ledesma foi estimada com as seguintes variáveis:

$$K = f(Q, E, G)$$

Como a variável Q é construída a partir da variável y , nesta equação para as regiões brasileiras, a variável y foi retirada. Neste caso, a variável Q representa o efeito acumulativo do *learning by doing* e também representa o efeito da demanda. A Tabela 6 mostra os resultados da estimação da equação da inovação, equação 5 do modelo de León-Ledesma.

Tabela 6: Resultados da regressão da equação (5) modificada, 1991-2007

Brasil	$K = 0.0473 + 0.2084*Q + 0.0221*E + 0.0035*G$ (17,803)* (11,287)* (0,746) (0,208)	$R^2=0,62$ SSR=4,78 DW=1,70 N=416
Sudeste	$K = 0.05096 + 0.2740*Q + 0.6388*E + 0.1208*G$ (4,168)* (4,503)* (1,798)** (2,313)*	$R^2=0,64$ SSR=0,49 DW=1,69 N=64
Sul	$K = 0.0653 + 0.5532*Q - 0.3691*E + 0.00711*G$ (5,88)* (7,307)* (-1,407) (0,116)	$R^2=0,70$ SSR=0,37 DW=2,05 N=48
Nordeste	$K = 0.0541 + 0.4631*Q + 0.1855*E - 0.0239*G$ (11,831)* (11,676)* (2,516)* (-0,990)	$R^2=0,80$ SSR=1,48 DW=1,88 N=144
Centro-Oeste	$K = -0.03257*C + 0.2029*Q + 0.3960*E - 0.5134*G$ (-14,550)* (5,755)* (1,867)** (-11,096)*	$R^2=0,88$ SSR=0,53 DW=2,23 N=48
Norte	$K = 0.03764 + 0.0766*Q - 0.0096*E - 0.0185*G$ (6,852)* (3,122)* (-0,282) (-0,586)	$R^2=0,61$ SSR=1,25 DW=1,63 N=112

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 5%. **Significativo a 10%

Para o Brasil e regiões o coeficiente da variável Q é positivo e significativo, como esperado. O coeficiente de E , não é significativo para o Brasil, mas é significativo e positivo para as regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, e nas regiões Sul e Norte o sinal é contrário ao esperado e não significativo. O coeficiente do G , o *gap* de produtividade, não é significativo para o Brasil e maioria das regiões. Na região Sudeste o coeficiente de G é positivo e significativo a 5%, indicando a existência de *catch-up* ou de externalidades da economia líder para a região Sudeste. Este resultado é

interessante, pois indica que a região Sudeste é a que exibe maior poder de inovar. Na região Centro Oeste, o sinal da variável G é negativo e significativo a 5%. Esse sinal negativo no coeficiente de G , que reflete o diferencial de produtividade sobre a inovação, indica que a região está indo em direção a um padrão divergente e tende a perpetuar os baixos níveis de inovação tecnológica. Nessa análise os Estados Unidos foi considerada a economia líder¹⁰.

A variável Q exerce uma influência positiva sobre K , refletindo a hipótese da inovação liderado pela demanda. A educação é um componente de grande importância para a inovação tecnológica e posteriormente para a acumulação de capital físico. Como vimos, o coeficiente da educação, E , é positivo e significativo no Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, mostrando a importância dessa variável para a criação e difusão de novas tecnologias. Esse resultado confirma a teoria de crescimento endógeno que a educação tem também um efeito indireto sobre o crescimento do produto. A educação se reflete na inovação tecnológica e no acúmulo de capital, que são variáveis que participam como determinantes do nível do produto. A não significância do coeficiente E na região Sul, a segunda de maior peso do setor industrial, deve ser registrada, pois é um resultado não esperado.

Tanto os R^2 s quanto os DWs dos resultados são considerados bons, no entanto, alguns problemas foram detectados nas estimações acima, como um pico na variável K em 1996, devido a uma mudança na metodologia da PIA, o que resultou numa soma dos quadrados dos resíduos - SSR de 4,78 para a equação 5 para o Brasil; e um pico na variável R em alguns estados do Norte no ano de 2004, resultando numa SSR de 1,99 para a equação 4 para o Brasil. Na tentativa de melhorar os resultados foram feitos alguns ajustes.

Nas Tabelas 7 e 8 apresentamos os resultados para as equações (4) e (5) com as seguintes correções: Para a variável G considerou-se São Paulo como a economia líder. Para a variável K foi introduzido dummy 0 para o ano de 1996. Para a variável R foi introduzido dummy 0 para os estados do Acre, Amazonas, Rondônia e Pará no ano de 2004. A variável Y foi usada no lugar da variável Q na equação (4).

¹⁰ Também foi testado como economia líder o estado de São Paulo, os resultados estão na tabelas 7 e 8.

Tabela 7: Resultados da regressão da equação (4) modificada, 1991-2007

<i>Brasil</i>	$R = -0.0310 + 0.9573*Y + 0.0132*CCI + 0.05718*K + 0.00945*G$ (-7,500)* (37,436)* (1,698)** (1,696)** (1,289)***	$R^2=0,84$ SSR=0,84 DW=1,92 N=416
<i>Sudeste</i>	$R = -0.0201 + 0.8957*Y + 0.0491*CCI + 0.06187*K + 0.0084*G$ (-6,408)* (20,601)* (4,858)* (1,618)*** (0,935)	$R^2=0,93$ SSR=0,02 DW=2,16 N=64
<i>Sul</i>	$R = 0.01463 + 0.8841*Y + 0.02832*CCI + 0.05158*K - 0.08929*G$ (0,721) (14,635)* (2,476)* (0,820) (-1,556)***	$R^2=0,87$ SSR=0,019 DW=1,95 N=48
<i>Nordeste</i>	$R = -0.01707 + 1.02818*Y + 0.00476*I + 0.05684*K - 0.01330*G$ (-0,730) (21,663)* (1,418)*** (1,179) (-0,405)	$R^2=0,84$ SSR=0,23 DW=2,32 N=144
<i>Centro-Oeste</i>	$R = 0.02668 + 0.8882*Y + 0.02737*CCI - 0.02359*K - 0.09025*G$ (1,478)*** (18,775)* (1,554)*** (-0,375) (-2,560)*	$R^2=0,96$ SSR=0,03 DW=2,22 N=48
<i>Norte</i>	$R = -0.05401 + 1.0076*Y + 0.02088*CCI - 0.10981*K + 0.01631*G$ (-5,896)* (22,498)* (1,310)*** (-1,212) (0,918)	$R^2=0,84$ SSR=0,41 DW=1,82 N=112

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 5%. **Significativo a 10%. ***Significativo a 20%.

Os coeficientes das variáveis PIB (Y) e investimento foram positivos e significativos para todas as regiões, exercendo uma influência positiva sobre a produtividade (Tabela 7). A variável inovação, K, só é positiva e significativa para o Brasil e região Sudeste, reforçando a estimativa anterior. Nas demais regiões a inovação não se mostra significativa, ou seja a variável inovação parece não contribuir para o aumento ou convergência da produtividade, nesta especificação da equação.

O coeficiente da variável G só é positivo e significativo a 20% para o Brasil, diferente da outra especificação, quando não foi significativo. No entanto, nas regiões Sul e Centro Oeste o coeficiente é negativo e significativo a 20% e 5% respectivamente, indicando que nestas regiões o gap de produtividade não conduz à convergência da produtividade. Nas demais regiões o G não é significativo. Os resultados globais e os R^2 s são considerados bons.

A Tabela 8 apresenta os resultados corrigidos para a equação (5). Novamente os coeficientes da variável Q são todos positivos e significativos, refletindo o efeito *learning-by-doing* sobre a inovação.

Tabela 8: Resultados da regressão da equação (5) modificada, 1991-2007

<i>Brasil</i>	$K = 0.02485 + 0.3382*Q + 0.06387*E + 0.001249*G$ (5,227)* (15,339)* (1,135) (0,1480)	$R^2=0,36$ SSR=0,68 DW=1,23 N=416
<i>Sudeste</i>	$K = 0.0325 + 0.5494*Q + 0.6251*E - 0.01926*G$ (3,140)* (7,680)* (1,887)** (-0,920)	$R^2=0,57$ SSR=0,07 DW=1,38 N=64
<i>Sul</i>	$K = 0.0751 + 0.6251*Q - 0.01991*E - 0.0867*G$ (1,989)** (7,508)* (-0,051) (-0,775)	$R^2=0,58$ SSR=0,04 DW=1,16 N=48
<i>Nordeste</i>	$K = 0.0646 + 0.4179*Q + 0.1391*E - 0.05199*G$ (2,241)* (10,470)* (1,496)*** (-1,269)	$R^2=0,45$ SSR=0,19 DW=1,37 N=144
<i>Centro-Oeste</i>	$K = 0.1312 + 0.2287*Q - 0.1199*E - 0.21155*G$ (4,387)* (4,230)* (-0,432) (-3,584)*	$R^2=0,51$ SSR=0,05 DW=1,12 N=48
<i>Norte</i>	$K = -0.00159 + 0.2055*Q - 0.01718*E + 0.04859*G$ (-0,188) (6,610)* (-0,246) (2,870)*	$R^2=0,31$ SSR=0,19 DW=1,23 N=112

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 5%. **Significativo a 10% *** Significativo a 20%

O coeficiente da variável educação, E , é positivo e significativo nas regiões Sudeste e Nordeste, comprovando a importância da educação para a atividade de inovação. Nas demais regiões esse coeficiente não é significativo. Novamente na região Centro Oeste o coeficiente da variável G é negativo, confirmando que essa região tende a perpetuar os baixos níveis de inovação tecnológica. O coeficiente do G só é positivo e significativo na região Norte.

Com as correções, os R^2 s e o DWs ficaram bem baixos, no entanto ainda estão próximos ao encontrado por León-Ledesma (2002) para a equação 5 que foi $R^2=0,42$.

Esses resultados revelam a dificuldade em se avaliar a atividade de inovação e sua influência sobre a produtividade e sobre a produção.

Os resultados confirmam a influência positiva do efeito acumulativo e do efeito da demanda sobre a inovação. A influência positiva da educação sobre a inovação foi comprovada apenas na região Sudeste e Nordeste. O investimento e o crescimento do PIB foram confirmados como importantes para o aumento da produtividade. A inovação exerce influência positiva na produtividade principalmente na região Sudeste. O efeito da variável *gap* de produtividade pode ser considerado inconclusivo.

5. Considerações Finais

A idéia de que tanto os fatores ligados à oferta quanto os ligados à demanda devem ser levados em consideração num modelo de crescimento econômico foi a motivação deste texto. Neste sentido fizemos uma primeira tentativa de aplicar empiricamente a modelagem proposta por León-Ledesma (2002) para as regiões da economia brasileira.

No período objeto de estudo neste trabalho não se observou mudança significativa no desempenho econômico das regiões (Gráfico 1), apesar da abertura econômica na década passada que favoreceu a modernização do parque industrial brasileiro, contribuindo para a recuperação do crescimento da produtividade da indústria, que se encontrava estagnada desde meado dos anos 1980. Mesmo com esse estímulo no início dos anos 1990 a um setor importante como o industrial, as acentuadas diferenças entre os níveis de produtividade e de renda *per capita* continuam a caracterizar a estrutura produtiva brasileira.

A aplicação empírica deste trabalho se baseou em uma versão ampliada do modelo de crescimento cumulativo original de Kaldor com a introdução de variáveis como inovação, investimento, e educação, conforme proposto por León-Ledesma, incorporando os avanços na literatura sobre crescimento econômico com a nova teoria do crescimento endógeno. No modelo de León-Ledesma, o crescimento acumulativo decorre da Lei Kaldor-Verdoorn e também do efeito induzido que a aprendizagem e a competitividade não-preço têm sobre o crescimento econômico. O artigo trouxe uma contribuição original ao usar as *proxys* para inovação, investimento e o *gap* da produtividade a nível regional para explicar o comportamento da produtividade e da inovação no Brasil.

Sobre a produtividade, a lei Kaldor-Verdoorn se mostrou mais relevante para explicar seu crescimento em todas as regiões. Na 1ª. especificação da equação da produtividade a taxa de investimento apresentou o resultado esperado para todas as regiões. As demais variáveis tiveram resultado diferenciado entre as regiões. Assim, podemos concluir que o crescimento desigual das regiões implicou a persistência no desempenho desigual da produtividade e na dinâmica do investimento, e portanto contribuindo para a persistência da desigualdade regional. Colocando em termos da análise dos determinantes da produtividade conforme León-Ledesma, ao admitir-se que a produtividade cresce de forma mais intensa que a produção, nota-se que há uma forte tendência ao aumento das desigualdades entre as regiões mais ricas e pobres, uma vez que as mais ricas incorporam de forma mais intensa os ganhos de produtividade.

Sobre os determinantes da inovação, as estimativas confirmaram a importância do efeito *learning by doing*, porém não confirmaram a importância da educação para a maioria das regiões. Assim, nossos resultados preliminares parecem apontar que na ausência de uma política de desenvolvimento voltada para a redução das desigualdades regionais, focada no estímulo à demanda agregada, o desempenho econômico nas décadas de 1990 e 2000 não apresentou tendência à redução da desigualdade regional, considerando duas variáveis chave para explicar o crescimento econômico.

Referências

BANCO MUNDIAL. Disponível em www.bancomundial.org.br.

BRITO, Gustavo. Economic Growth in Brazil from a Kaldorian standpoint. Tese de Doutorado. University of Cambridge. November, 2008.

DIXON, R. e THIRLWALL, A.P.. *A Model of Regional Growth Rate differences on Kaldorian Lines*. Oxford Economic Papers, vol 27, no 2, 1975.

IPEADATA. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. Disponível em: www.ipeadata.gov.br.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: www.ipeadata.gov.br.

KALDOR, N. (1957). A Model of Economic Growth. The Economic Journal, vol. 67, n. 268, p. 591-624.

KALDOR, N. The Case for Regional Policies, Scottish Journal of Political Economy, 1970.

KALDOR, N. Further Essays on Economic Theory. Duckworth. London, 1978.

KALDOR, N. (1988). The Role of Effective Demand in the Short and in the Long-Run. In: BARRÉRE, A. (org) The Foundations of Keynesian Analysis. Macmillan Press: Londres.

KALDOR, N.; MIRRLEES, J.A. A New Model of Economic Growth, Review of Economic Studies, vol. 29, 1961-1962, pp 174-190.

LEÓN-LEDESMA Miguel A.; THIRLWALL A. P. *The Endogeneity of the Natural Rate of Growth*. Cambridge Journal of Economics, 2002, 26, 441-459.

LEÓN-LEDESMA Miguel A. *Accumulation, Innovation and Catching-up: An Extend Cumulative Growth Model*, Cambridge Journal of Economic, vol 62, 2002, p 201-216.

MYRDAL, Gunnar. Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas. Rio de Janeiro: Saga, 1968.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. Tesouro Nacional. Disponível em: www.tesouro.fazenda.gov.br

MORETTIN, P.A., TOLOI, C.M.C. *Análise de séries temporais*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 535p

PALLEY, THOMAS I. Growth theory in a Keynesian mode: some Keynesian foundations for new endogenous growth theory. *Journal of Post Keynesian Economics*, 1996, v. 19, n.1.

Penn World Table. Disponível em: http://pwt.econ.upenn.edu/php_site/pwt_index.php

ROMER, Paul M. Increasing returns and long run growth. *Journal of Political Economy*, Chicago, 94 [October], 1986, p. 1002-1037.

ROMER, Paul M. Human Capital and Growth: Theory and Evidence. *Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy*, North Holland, 32:251-286, 1989.

ROMER, Paul M. Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy* Chicago, 98(5), part 2: 571-5102, 1990.

ROMER, Paul M. Two strategies of economic development: using ideas and producing ideas. In: *Proceedings of the 1992 World Bank Annual Conference on Economic Development*. World Bank: Washington, DC., 1993a, p. 63-97.

ROMER, Paul M. Idea Gaps and object gaps in economic development. *Journal of Monetary Economics*, Rochester, 32, 1993b, p. 543-573.

THIRLWALL, A.P. The Balance of Payments Constraint as a Explanation of International Growth Rate Differences. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, no 128, March, 1979.

THIRLWALL, A.P. *The Nature of Economic Growth: An alternative Framework of Understanding the Performance of Nations*, Edward Elgar Publishing Limited, UK, 2002.

THIRLWALL, A.P. *Growth and Development: with special reference to developing economies*. London, 2006.

THIRLWALL, A.P. e HUSSAIN, M.N. *The Balance of Payments Constraint, Capital Flows and Growth Rate Differences between Developing Countries*. *Oxford Economic Papers*, 34, p 498-510, 1982.

ANEXO

Teste de raiz unitária para dados em painel

O uso de teste de raiz unitária em painel é recente, porém, encontram-se na literatura basicamente dois grupos de testes. No primeiro temos os testes propostos por Levin, Lin e Chu (2002) e o de Breitung (2000) e podem ser considerados como sendo um teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) com dados agrupados. Estes testes assumem a existência de um processo de raiz unitária comum, os parâmetros para persistência para cada unidade (ou grupo) possuem a mesma estrutura autoregressiva AR (1), além de permitir a existência do efeito individual. A hipótese nula é a de que cada série do painel seja integrada de ordem um, contra a hipótese em que todas as séries sejam estacionárias.

No segundo grupo, temos os testes que permitem a existência de um processo individual de raiz unitária de forma que os parâmetros de persistência podem variar livremente para cada unidade (grupo). Por isso tais testes são construídos a partir das estatísticas individuais. A estatística de teste proposta por Im, Pesaran e Shin (2003) é o resultado de uma média das *t*-estatísticas de Dickey-Fuller sobre cada unidade do painel, onde a hipótese nula assume que todas as séries são não estacionárias ao passo que na hipótese alternativa pelo menos uma série é estacionária. Esse teste adquire a estrutura do ADF ao permitir que as defasagens para a variável dependente possam ser inseridas o que possibilita a autocorrelação do erro para cada série. Já os testes ADF-Fisher e o PP-Fisher (Baltagi, 2005) não levam em conta as *t*-estatísticas, mas deriva da combinação dos valores *p* de cada teste de raiz unitária individual.

Os testes citados acima foram feitos individualmente para todas as séries, e as séries que apresentaram uma raiz unitária, foram Educação, Inovação e produtividade. Nestas séries foi feita a primeira diferença. As séries Efeito Acumulativo, Investimento e Gap não apresentaram raiz unitária, portanto são estacionárias e foram usadas normalmente. Abaixo tem-se o resumo dos testes de raiz unitária. Para não tomar muito espaço optamos por apresentar um resumo com um teste conjunto para as séries com raiz unitária e outro resumo de teste conjunto para as séries que não apresentaram raiz unitária.

Tabela A1: Teste Conjunto de Raiz Unitária

Pool unit root test: Summary

Date: 06/24/10 Time: 23:18

Sample: 1991 2007

Series: Educação (E), Inovação (K), produtividade (R)

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	3.24832	0.9994	78	1221
Breitung t-stat	-2.05267	0.0201	78	1143
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	7.21051	1.0000	78	1221
ADF - Fisher Chi-square	81.7114	1.0000	78	1221
PP - Fisher Chi-square	75.8822	1.0000	78	1248
<u>Null: No unit root (assumes common unit root process)</u>				
Hadri Z-stat	19.6985	0.0000	78	1326

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Tabela A2: Teste Conjunto de Raiz Unitária

Pool unit root test: Summary

Date: 06/24/10 Time: 23:24

Sample: 1991 2007

Series: Efeito Acumulativo (Q), Investimento (I) e (CCI), e Gap (G)

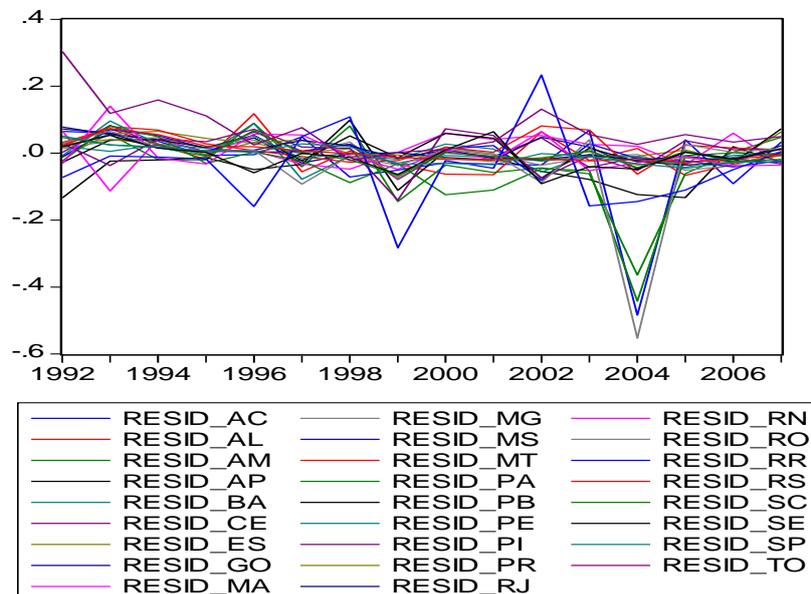
Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
<u>Null: Unit root (assumes common unit root process)</u>				
Levin, Lin & Chu t*	-14.1737	0.0000	104	1628
Breitung t-stat	-2.46994	0.0068	104	1524
<u>Null: Unit root (assumes individual unit root process)</u>				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-10.6888	0.0000	104	1628
ADF - Fisher Chi-square	483.160	0.0000	104	1628
PP - Fisher Chi-square	523.914	0.0000	104	1664
<u>Null: No unit root (assumes common unit root process)</u>				
Hadri Z-stat	10.5499	0.0000	104	1768

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

A estimação da equação (4) resultou a SSR=1,99. Os Pontos abaixo da média em 2004 são de estados da região Norte, Acre, Amazonas, Rondônia e Pará. Uma nova regressão

foi feita retirando esses estados, e resultou em uma $SSR=0,99$, sem grandes mudanças nos resultados globais da regressão.

Gráfico A1: Resíduos da equação (4)



Para o cálculo da variável inovação K, foram utilizados dados do número de trabalhadores da Pesquisa Industrial Anual do IBGE – PIA. Foram usados as PIAs que compreende os anos 1992 a 1995, e 1996 a 2007. Entretanto, a partir de 1996, houve uma mudança na metodologia da pesquisa, e os dados não são muito homogêneos. Isso justifica a descontinuidade ocorrida a partir de 1996, um pico em 1996, e a $SSR=4,78$ para o período de 1991 a 2007. Uma nova estimação foi feita para o período de 1997 a 2007, onde obteve-se a $SSR=0,23$ e não houve mudanças significativas nos resultados globais da regressão. Uma outra estimação foi feita para o período de 1992 a 2007, usando dummy 0 para 1996 onde obteve-se a $SSR=0,67$, porém o R^2 foi igual a 0,37.

Gráfico A2: Resíduos da equação (5) com Dummy 0 para 1996

