



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA-CAEN  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA – MPE

HERSON LEE CARVALHO

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS NO PERÍODO DE 1980 A 2000.

FORTALEZA  
2010

HERSON LEE CARVALHO

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS NO PERÍODO DE 1980 A 2000.

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Economia – MPE/CAEN, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia.

Orientador: Prof.PhD. Frederico Augusto  
Gomes de Alencar

FORTALEZA  
2010

HERSON LEE CARVALHO

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA DOS MUNICÍPIOS  
BRASILEIROS NO PERÍODO DE 1980 A 2000.

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Economia-  
MPE/CAEN, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do  
grau de Mestre em Economia.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Frederico Augusto Gomes de Alencar (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dr. Emerson Marinho  
Universidade Federal do Ceará-UFC

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a nossa fonte de provisão infinita. Gostaria de agradecer a minha esposa Eloina e meus filhos Joanna de Ângelis e Henrique Veríssimo que são a razão pela qual eu nunca desisto. Agradeço também a todos os meus familiares que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos ao professor Frederico pela disponibilidade de orientar esta dissertação.

## RESUMO

O papel das condições iniciais sobre a determinação dos níveis de renda de longo prazo das economias e, conseqüentemente, sobre a desigualdade é um tema que ainda permanece em ativo debate. O objetivo do trabalho é realizar uma análise empírica, através do modelo *threshold*, do processo de convergência de renda entre os municípios brasileiros no período de 1980 a 2000, com o intuito de verificar a existência de clubes de convergência. De maneira geral, o capital humano mostra-se estatisticamente significativo para explicar o processo de crescimento econômico de todos os grupos de municípios. Com relação ao capital físico, este se mostrou significativamente negativo, o que demonstra um papel negativo para o investimento público realizado nos municípios brasileiros.

Palavras-Chave: Crescimento Econômico; Convergência de Renda; Efeito Threshold; Clubes de Convergência.

## **ABSTRACT**

The role of initial conditions on the determination of levels of long-term income economies and, consequently, on the inequality is a theme that still remains in active debate. The goal of the work is to perform an empirical analysis, model threshold, the process of convergence of income between the Brazilian municipalities in the period from 1980 to 2000, in order to verify the existence of clubs of convergence. Generally speaking, human capital is statistically significant to explain the process of economic growth for all groups of municipalities. With respect to physical capital, this proved significantly negative, which shows a negative role for public investment in Brazilian municipalities.

**Key Words:** Economic Growth; Income Convergence; Threshold Effect; Convergence Clubs.

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1</b>	<b>DIAGRAMA DE DECISÃO DO EFEITO THRESHOLD .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 2</b>	<b>MUNICÍPIOS – DISTRIBUIÇÃO POR NÓS .....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	DECISÃO DE DIVISÃO DA AMOSTRA.....	31
TABELA 2	CARACTERÍSTICAS DOS NÓS TERMINAIS .....	31
TABELA 3	DESCRIÇÕES ESTATÍSTICAS.....	33
TABELA 4	ANÁLISE DE REGRESSÃO DE MQO .....	34



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	11
2.2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
3.1 REFERENCIAL TEÓRICO .....	21
3.2 MÚLTIPLOS ESTADOS DE EQUILBRIO .....	23
3.3 MODELO THRESHOLD .....	24
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DOS NÓS TERMINAIS.....	31
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>APÊNDICE</b>	

## 1 - INTRODUÇÃO

O nível educacional da população pode afetar o crescimento econômico de um país de diversas formas. Percebe-se que a prosperidade dos países desenvolvidos e em desenvolvimento somente pode ser alcançada através de uma mão-de-obra qualificada e bem treinada. Uma população sem capacitação técnica adequada não conseguiria conduzir um processo de crescimento do produto e produtividade de uma economia.

Nesse sentido, para que possa ocorrer um processo de desenvolvimento econômico sustentável torna-se imprescindível aumentar a velocidade e a continuidade do processo de expansão educacional, pois através dessa expansão ocorrem aumentos na produtividade do trabalhador, e o conseqüente aumento de salários e a diminuição da pobreza. A expansão educacional também possibilita uma maior igualdade e mobilidade social, na medida em que a condição de ativo não – transferível faz da educação um ativo de distribuição mais fácil do que a maioria os ativos físicos. Dessa maneira, supõe-se que a expansão educacional, do ponto de vista econômico é essencial para fomentar o crescimento econômico, e reduzir a desigualdade e a pobreza.

O desenvolvimento de teorias sobre capital humano (nível educacional) tem propiciado o aprofundamento desta variável na explicação da pobreza e das diferenças na trajetória de crescimento econômico de diferentes regiões e países. Dessa maneira, a idéia geral da teoria do capital humano é que países onde a população possui mais anos de estudo têm um crescimento da renda e da produtividade maior do que os países onde, ceteris paribus, a população possui menos escolaridade. Assim, o acúmulo de capital humano poderia explicar o desempenho que os países ou regiões têm na construção de suas riquezas.

Devido à importância que o capital humano passou a ter na compreensão do crescimento econômico, passou-se a tentar compreender seu papel no processo de crescimento econômico. Schultz (1963) ao analisar o papel do capital humano afirma que “a educação, além do acréscimo em apresentar altos valores culturais, é efetivamente também um investimento nas pessoas, à medida que aperfeiçoa as suas capacitações, e, portanto aumenta os futuros rendimentos a serem auferidos pelos indivíduos”.

Com relação ao conceito de capital humano pode-se citar o de Sandroni (2005), que afirma que o “capital humano é o conjunto de investimentos que são destinados à formação educacional e profissional de determinada população, ou seja, de uma maneira geral, é o conjunto de investimentos realizados em educação, saúde, e treinamento, que são fundamentais para se obter uma maior competitividade e uma maior produtividade do

trabalho.” Romer (2006) definiu capital humano como sendo as habilidades adquiridas pela pessoa, a qualificação e o conhecimento dos trabalhadores obtidos individualmente junto ao mercado de trabalho.

De acordo com o relatório da OECD (1998) intitulado *Human Capital Investment* o capital humano está relacionado com a constituição de um bem intangível com capacidade para aumentar ou sustentar a produtividade, a inovação e a empregabilidade. Esse insumo na função de produção é formado através do aprendizado das atividades organizacionais sob a forma de educação e treinamento.

Deve-se ressaltar que o crescimento econômico de uma nação depende tanto do capital físico acumulado sob a forma de investimentos em prédios, equipamentos, como do capital humano, ou seja, capital acumulado através dos investimentos em educação, treinamento e na melhoria das condições de saúde dos indivíduos.

Na tentativa de verificar como a educação (capital humano) afeta o crescimento econômico, diversos modelos obtiveram uma relação positiva (linear) entre educação e crescimento econômico. A partir dos modelos exógenos e endógenos de inserção do capital humano na análise empírica e do comportamento da tecnologia nas economias desenvolvidas e em desenvolvimento, surgiram vários trabalhos empíricos visando analisar as relações existentes entre essa variável e o crescimento econômico dos países e, também, investigar sua influencia nas desigualdades entre regiões e convergência/divergência de suas rendas (sejam elas nacionais ou regionais).

Foi Lucas (1988, 1993) que ressaltou a importância do capital humano em gerar crescimento sustentado. Nestes trabalhos o autor investiga como as variáveis, mudança tecnológica, capital humano e capital físico influenciam o crescimento econômico. Ele argumenta que a educação não somente tem um efeito direto no produto, mas também gera uma externalidade positiva, na medida em que a elevação da escolaridade de um trabalhador afeta positivamente a produtividade dos demais trabalhadores (*spillover effect*), o que mais do que justifica os investimentos públicos em educação, devido ao ganho social advindos deste tipo de investimentos.

Romer (1990) afirma que o capital humano tem capacidade de gerar inovações (idéias) no setor de pesquisa e desenvolvimento, melhorando o coeficiente tecnológico dos insumos, o que gera uma ampliação na produtividade agregada da economia. Romer (1990) conclui que a taxa de crescimento depende positivamente da quantidade de recursos e de capital humano aplicados em pesquisa e que essa mesma pesquisa se torna um fator diferenciador entre países ricos e pobres. Mankiw, Romer e Weil (MRW, 1992) incluíram o

capital humano no modelo de Solow utilizando a quantidade de alunos matriculados no ensino secundário como *proxy* para o capital humano do país chegando a conclusão que o capital humano é o principal responsável pelo aumento da produtividade nas economias. Segundo MRW (1992, p.408) a exclusão do capital humano no modelo original de Solow tornou a influencia das variáveis poupança e crescimento populacional excessivamente grande na explicação das variações de crescimento entre os países. Os autores apontam duas razões para explicar este resultado. Em primeiro lugar, os autores sugerem que para qualquer nível de acumulação de capital humano, um maior nível de poupança ou uma menor taxa de crescimento populacional, representaria um aumento de renda e, conseqüentemente, um maior nível de capital humano. Em segundo lugar, considerando que a variável capital humano pode estar correlacionada às taxas de crescimento populacional e de poupança, isto implicaria que a omissão da variável capital humano tenderia a aumentar a influência dessas variáveis.

Easterly (2004) também mostra que o efeito da educação não é uniforme entre os países, existindo diversos casos onde a associação entre capital humano e crescimento está fortemente associado, mas também países para os quais essa relação se mostra pouco expressiva. Easterly (2004) argumenta que, para maximizar o efeito da educação sobre o crescimento torna-se necessário que a expansão educacional seja acompanhada por investimentos na qualidade do ensino, e que a economia forneça incentivos para que o acúmulo de capital humano possa gerar um crescimento econômico sustentado.

Na tentativa de verificar o impacto do capital humano no processo de crescimento econômico, este trabalho faz uma análise sobre o processo de convergência entre os municípios brasileiros no período de 1980 a 2000, no qual, através de uma análise *cross-section*, se busca identificar qual das hipóteses da convergência melhor descreve a dinâmica da renda dos municípios brasileiros nesse período, bem como identificar a existência de clubes de convergência, a partir de um modelo *threshold*.

Neste trabalho buscou-se investigar se os investimentos em capital físico e capital humano seriam importantes na caracterização das performances socioeconômicas dos municípios brasileiros. Utilizando dados do IPEA, IBGE (censo brasileiro) e da STN (Secretaria do Tesouro Nacional), examinou-se a hipótese de convergência para um único ou múltiplos regimes de convergência para o período de 1980 a 2000, por meio do modelo *threshold* proposto por Hansen (2000). Através desse método, foram identificados regimes múltiplos, ou seja, os municípios seguem diferentes trajetórias de crescimento de acordo com suas dotações iniciais de renda per capita e taxa de alfabetização.

De maneira geral, o capital humano mostra-se estatisticamente significativo para explicar o processo de crescimento econômico de todos os grupos de municípios. Com relação ao capital físico, este se mostrou significativamente negativo, o que demonstra um papel negativo para o investimento público realizado nos municípios brasileiros.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos incluindo esta introdução. O segundo capítulo refere-se aos conceitos de convergência e à descrição dos estudos referentes a hipótese de convergência. O terceiro capítulo descreve a metodologia adotada no trabalho, descrevendo o referencial teórico e os métodos utilizados. O quarto capítulo faz uma análise dos resultados demonstrando a importância das variáveis estudadas o processo de convergência dos municípios brasileiros. Finalmente, o quinto capítulo apresenta o resumo e as conclusões do estudo.

## 2- – REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de convergência tem ganhado grande relevância nos dias atuais, sendo aplicado em contextos analíticos muito diversos. Nesse sentido, recentes estudos sobre crescimento econômico vêm tentando explicar as diferenças de renda entre os países do mundo, tendo como foco principal testar a hipótese de convergência e em medir a desigualdade e analisar sua dinâmica e evolução ao longo do tempo, ou seja, procura-se investigar se as rendas dos países( regiões) estão se movendo no sentido da equalização ou da polarização.

Com relação aos tipos de convergência, grande parte dos estudos empíricos buscaram validar uma das três hipóteses da chamada hipótese da convergência. Segundo Sala-i-Martin (1996), essas hipóteses se dividem em três:

i. **Convergência  $\beta$  absoluta ou incondicional**: as rendas *per capita* dos países convergem para um único estado estacionário independentemente de suas condições iniciais;

ii. **Convergência  $\beta$  condicional**: as rendas *per capita* dos países que possuem características estruturais idênticas (preferências, tecnologias, taxa de crescimento da população, taxa de poupança) convergem no longo prazo independentemente das condições iniciais. Esse tipo de convergência mostra que cada economia possui um estado estacionário de equilíbrio que seja único, estável e global.

iii. **Convergência clube**: as rendas *per capita* dos países que possuem características estruturais idênticas convergem no longo prazo somente quando suas condições iniciais são muito próximas. Nesse caso, pode-se associar à convergência clube a existência de múltiplos equilíbrios estáveis.

Os estudos empíricos que buscam testar a hipótese  $\beta$  convergência se baseiam em uma regressão do tipo *cross-section* com dados de renda para países ou regiões, utilizando-se como variável dependente a taxa de crescimento da renda *per capita* (ou renda por trabalhador) para o período de análise e o nível da renda *per capita* inicial (ou renda por trabalhador inicial) como variável explicativa. Para que ocorra  $\beta$  convergência absoluta, o coeficiente estimado dessa regressão deve ser negativo, ou seja, deve-se encontrar uma relação negativa entre o nível inicial de renda e sua taxa de crescimento. Um coeficiente negativo e estatisticamente significativo, portanto, indica que países mais pobres crescem em média, mais rapidamente que os países mais ricos, uma evidência a favor da hipótese de

convergência  $\beta$  absoluta. Deve-se ressaltar que esse tipo de estimação é mais adequada quando os países ou regiões testados formam um grupo mais homogêneo, com diferenças pequenas em suas características estruturais.

Já se a amostra estudada é heterogênea, a hipótese de convergência  $\beta$  condicional provavelmente seja mais apropriada, pois ao testar essa hipótese, utiliza-se a regressão de crescimento tradicional, tendo o cuidado de adicionar como variáveis explicativas algumas variáveis de controle relativas ao estado estacionário de cada país ou região. Nesse caso, um coeficiente estimado negativo significa que economias mais distantes de seus estados estacionários crescem a uma taxa maior.

Johnson e Takeyama (2003) argumentam que os tipos de rejeição da hipótese de convergência  $\beta$  absoluta, quais sejam, a hipótese de convergência  $\beta$  condicional ou a de convergência clube, implicam a existência de um diferencial permanente de renda *per capita* entre os países ou regiões analisados. Porém, por motivos diferentes. No caso da convergência  $\beta$  condicional, as diferenças de renda entre os estados refletem heterogeneidade nos parâmetros e uma resposta econométrica apropriada é a introdução de variáveis de controle na regressão de crescimento para representar o estado estacionário de cada economia. No caso da convergência clube, as diferenças de renda *per capita* refletem países ou regiões que se situam em bases de atração distintas (definidas pelas condições iniciais) e a resposta econométrica adequada é dividir os países (regiões) entre grupos usando variáveis que refletem suas condições iniciais. Na convergência clube, cada país (região) pertence a uma zona de atração determinada por suas condições iniciais. Cada zona de atração é caracterizada por um estado estacionário único para o qual todos os membros convergem no longo prazo.

Uma revisão da literatura empírica que trata da hipótese da convergência revela uma grande variedade de objetos de estudo e metodologias com resultados igualmente variados. A abordagem mais comumente encontrada consiste na regressão da taxa de crescimento sobre o nível inicial da renda, e freqüentemente algumas variáveis de controle. Em termos de literatura estrangeira, pode-se citar o trabalho de Mankiw Romer e Weil (MRW, 1992). Esse artigo examina se o modelo de crescimento de Solow (1956) é consistente com a variação do padrão de vida observado entre países. Os autores estimaram a equação de crescimento tradicional acrescida de variáveis de controle e uma equação para o nível de renda para um grupo de 75 países no período de 1960-1985. Os resultados mostram que, para uma determinada especificação, ao acrescentar capital humano como um dos fatores na função de produção, o modelo neoclássico apresenta uma excelente descrição do

crescimento (cerca de 80%) para análise *cross-country*, o que é uma evidência a favor da hipótese de convergência condicional.

Barro e Sala-i-Martin (1991) propuseram que o processo de convergência ocorreria mais rapidamente entre regiões de um mesmo país do que entre países distintos. A justificativa era que os parâmetros que definem uma economia são mais homogêneos quando avaliados dentro de um mesmo país (região). Os autores comprovaram a hipótese empiricamente através de regressões *cross-section* para os estados norte-americanos, regiões européias e prefeituras japonesas.

Outro trabalho que trata do tema convergência, e utiliza a regressão tradicional de crescimento para analisar uma amostra de 110 países do mundo e também para várias outras sub-amostras, como os países da OCDE, os estados americanos, e varias regiões dentro da Europa, entre 1960 e 1990 é o de Sala-i-Martin (1996). Os resultados mostram, que exceto para a amostra total de países, todas as regiões mostraram evidências de convergência  $\beta$  absoluta. Dessa maneira, para a amostra global, no período analisado os países mais pobres não cresceram a uma taxa maior que a dos países mais ricos. Porém, controlando-se para o *steady-state* (*dummies* regionais e variáveis setoriais) ocorre convergência condicional.

Deve-se destacar que tradicionalmente, os testes realizados para averiguação da hipótese de convergência, bem como a análise e modelagem da distribuição de renda dos países (regiões) são realizados por uma metodologia paramétrica e, no caso da hipótese  $\beta$  convergência, assume-se que há uma relação linear entre a taxa de crescimento e o logaritmo da renda inicial. Esse tipo de abordagem é criticada por Quah (1997) . Segundo esse autor, utilizando-se uma metodologia não paramétrica é possível capturar não somente informações a respeito da media condicional da distribuição, mas de sua dinâmica completa, obtendo estimações a respeito de toda a população. Deve-se ressaltar que, com esse tipo de metodologia, os resultados apresentam maior robustez e eficiência do que aqueles obtidos com a metodologia paramétrica tradicional. O trabalho de Quah (1997) analisa o crescimento econômico de um grupo de 105 países, dando ênfase em suas dinâmicas de distribuição de renda per capita ao longo do período de 1961 a 1988. Através de um estudo *cross-section*, o autor sugere um padrão de interação entre as economias que não é simplesmente uma realização de convergência ou divergência. Esse argumento é tratado com a aparição empírica das distribuições de picos duplos ou distribuições bimodais, em que países com nível de renda médio evoluem para um clube de alta renda ou de baixa renda (armadilha da pobreza), formando o que o autor chama de clubes de convergência.



Durlauf e Johnson (1995) realizaram um trabalho baseado na formação de clubes de convergência. Utilizando-se da técnica de *regression tree* (árvore de regressão) e das variáveis de controle renda inicial por trabalhador e taxa de alfabetização, quatro grupos de países foram formados: baixa renda/baixa alfabetização, renda intermediária/ baixa alfabetização, renda intermediária/ alta alfabetização e renda alta/ alta alfabetização. Os autores rejeitam a hipótese nula de que todos os países obedecem a uma especificação linear comum, em favor da hipótese alternativa de vários *steady-states*, em que diferentes economias agrupadas por suas condições iniciais obedecem a modelos lineares distintos. Além disso, os autores utilizaram o método *regression tree* para identificar quais os países que possuem funções de produção bastante diferentes. Os quatro grupos apresentaram coeficientes bastante distintos, principalmente em relação ao coeficiente associado à renda inicial. Outro resultado importante é a redução da participação do fator trabalho à medida que a economia se torna mais desenvolvida em termos de alfabetização e produção.

Johnson e Takeyama (2003) também utilizaram a técnica *regression tree* (árvore de regressão) para determinação de clubes de convergência, encontrando evidências de o que o diferencial permanente de renda entre os estados americanos é resultado da formação de clubes de convergência. Em outras palavras, as condições iniciais realmente são importantes para determinar a dinâmica da renda per capita dos estados americanos no período analisado entre 1950 e 1993.

Noorbakhsh (2006) analisa a hipótese de convergência para uma amostra global de países e avalia sua dinâmica de mobilidade no período de 1975 a 2002. Porém, o autor amplia o conceito de convergência ao analisá-la por meio de um indicador não diretamente ligado à renda: o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O autor argumenta que da mesma forma que os rendimentos marginais decrescentes se aplicam ao estoque de capital físico, fazendo com que os países mais pobres cresçam a uma taxa maior que os países mais ricos, o conceito de rendimentos marginais decrescentes também pode ser aplicado aos níveis de investimento em saúde e educação. Com isso, países com menores níveis de saúde e educação crescerão a taxas maiores, em termos dessas áreas, do que países que inicialmente possuam altos níveis dessas variáveis.

Os resultados de beta-convergência para o IDH dos países em desenvolvimento mostraram que há evidência de convergência absoluta, com o coeficiente estimado negativo e altamente significativo, porém refletindo uma velocidade de convergência baixa. Ao estimar o modelo com a inclusão de todas as variáveis de controle, o coeficiente estimado continuou negativo e significativo, e duas variáveis (investimento doméstico e comércio como

porcentagem do PIB) se mostraram significativas, uma evidência a favor da convergência condicional.

A dinâmica de mobilidade regional revela que a África se consolidou em um grupo de baixo IDH, enquanto a América Latina e a Ásia fizeram progresso no período, principalmente no sub-período de 1990-2002, em que se observou uma maior taxa de mobilidade. A Europa se consolidou num grupo de alto IDH, gerando um evidente processo de polarização ao longo do período analisado que é compatível com a idéia de emergência de picos duplos e armadilha da pobreza sugerida em Quah (1997).

Com relação ao Brasil, os estudos que focam a convergência da renda se concentram em testar a hipótese de  $\beta$  convergência (absoluta ou condicional) e de  $\sigma$  convergência.

Ferreira e Ellery (1996), Ferreira (1996), Cravo e Soukiaziz (2006) analisaram a hipótese de  $\beta$  convergência entre os estados brasileiros. Os dois primeiros trabalhos encontraram evidências a favor da hipótese de convergência absoluta entre os estados brasileiros no período de 1970 a 1985. Por outro lado, o trabalho de Cravo e Soukiaziz (2006), ao considerar a importância do capital humano como fator condicionante para o processo de convergência dos estados brasileiros, encontrou evidências a favor da hipótese de convergência condicional entre 1980 e 2000. Medidas variadas de capital humano foram utilizadas e os autores mostraram que níveis distintos de capital humano têm diferentes impactos sobre a evolução da renda *per capita* em cada um dos estados brasileiros.

Laurini, Andrade e Pereira (2003) estudaram a evolução da distribuição da renda *per capita* relativa para os municípios brasileiros entre 1970 e 1996 utilizando a metodologia não-paramétrica desenvolvida em Quah (1997). Os autores encontraram evidências apontando para a formação de dois clubes de convergência regionais, o primeiro deles formado pelos municípios de alta renda situados nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste e o segundo clube formado por municípios de baixa renda nas regiões Norte e Nordeste do país.

Gondim e Barreto (2004) assim como Barreto, Gondim e Carvalho (2007) seguem na linha de estudos de Laurini, Andrade e Pereira (2003). Porém, ampliam a análise ao estimarem as densidades e o núcleo estocástico para estados e municípios. Além disso, utilizaram esquemas de condicionamento para a localização geográfica, nível de escolaridade, abertura comercial e desigualdade de renda para captar quais desses fatores é mais importante para explicar o crescimento no caso brasileiro. Os resultados sugerem o aparecimento de uma distribuição de renda bimodal entre 1970 e 2000, movimento associado à formação de dois clubes de convergência para estados e municípios brasileiros. Dentre as variáveis explicativas,

a localização geográfica e o nível inicial de escolaridade se mostraram os mais significativos para explicarem o crescimento observado tanto para estados como para municípios.

Segundo Gondim e Barreto (2004), um processo de convergência entre estados ou municípios brasileiros contribuiria para a diminuição das disparidades de renda observadas no país. Entretanto, se estiver em andamento um processo de divergência de renda, ou somente ocorrer convergência condicional, isso seria importante para orientar os gestores de políticas públicas em seus esforços para redução de tais desigualdades.

Marino (2004), através de regressões *cross-section*, análise temporal da dispersão, estimação não-paramétrica de distribuições de probabilidade e matrizes de transição de *Markov*, analisou a hipótese de convergência entre as rendas per capita dos estados e municípios brasileiros no período de 1970 a 2000, e rejeitou a hipótese de convergência absoluta entre os estados. Entretanto, constatou a polarização da renda per capita em dois clubes de convergência. O primeiro formado pelos estados da região Norte e Nordeste, e o segundo formado pelas unidades das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. De acordo com autor, o capital humano, mensurado por meio do nível educacional e o grau de urbanização do município parecem ser as variáveis condicionantes de maior relevância para o processo de convergência.

Coelho (2006) analisou a hipótese de convergência para os municípios brasileiros entre 1970 e 2000, utilizando a metodologia proposta por Johnson e Takeyama (2003) para diferenciar empiricamente as hipóteses de convergência condicional e convergência clube. Ao empregar a técnica de árvore de regressão (*regression tree*) para a determinação dos clubes de convergência, o autor conclui que a dinâmica de renda dos municípios brasileiros é mais bem descrita pela hipótese de convergência clube, que domina as demais hipóteses de convergência absoluta e condicional. Isso significa a existência de zonas de atração e múltiplos estados estacionários que caracterizam a dinâmica da renda *per capita*, ou seja, as condições iniciais são realmente importantes para determinar a trajetória de renda dos municípios ao longo do tempo. Os resultados mostram também, em concordância com os estudos acima, que há um componente regional na formação dos clubes de convergência.

Coelho (2006), partindo do resultado do surgimento de uma distribuição bimodal na renda dos municípios brasileiros, passa então a analisar, por meio de decomposição do crescimento, quais dentre as variáveis razão capital-produto, produtividade total dos fatores e capital humano por trabalhador seriam relevantes para explicar a origem da armadilha de desenvolvimento. Os resultados mostraram que para o estoque de capital físico e a produtividade há uma relação negativa entre suas taxas de crescimento para qualquer valor

inicial, indicando um processo de convergência em andamento. Contudo, para o capital humano, existe uma faixa de valores iniciais que possui uma correlação positiva com sua taxa de crescimento, uma evidência de que municípios com maior nível inicial de capital humano estariam crescendo a taxas maiores do que aqueles com menor nível inicial dessa variável. Isso gera uma barreira ao processo de convergência e é responsável por dividir os municípios em dois grupos: um clube de baixa renda e outro de alta renda, dependendo de qual o seu valor inicial de escolaridade.

Dessa forma, Coelho (2006) argumenta que o capital humano é o principal responsável pela origem da armadilha de desenvolvimento dos municípios brasileiros e, portanto, uma implicação direta dessa conclusão é que o governo brasileiro, para agir de forma a promover a redução das desigualdades de renda *per capita* entre os municípios, deveria focar seus esforços na inversão de maiores investimentos em educação nos municípios situados no clube de baixa renda.

Nessa mesma linha de raciocínio Coelho e Figueiredo (2007), buscaram determinar, através da metodologia proposta por Johnson e Takeyama (2003), qual das hipóteses da convergência – absoluta, condicional ou clube – melhor descreve no período 1970-2000. Os resultados obtidos com base no método *regression tree* (árvores de regressão) demonstram a importância das condições iniciais na determinação da taxa de crescimento da renda dos municípios, o que sugere a dominância da hipótese da convergência clube sobre as demais. Este resultado, por sua vez, implica a existência de zonas de atração e múltiplos estados estacionários na dinâmica da renda desses municípios e, por conseguinte, na possibilidade de choques não-estruturais terem efeitos permanentes sobre o nível de renda de longo prazo dos municípios. Os resultados demonstram ainda o caráter regional dos clubes visto que o clube de baixa é formado predominantemente pelos municípios das regiões Norte e Nordeste, o outro, com nível de renda mais elevado, é composto basicamente pelos municípios das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Os autores ainda mostram que o sinal negativo encontrado para o coeficiente do nível inicial de renda para cada um dos clubes parece demonstrar que o surgimento desses clubes se deve em grande parte a desigualdades existentes entre as regiões e não dentro das regiões.

Oliveira Júnior *et al* (2007) investigaram a hipótese de clubes de convergência da renda agrícola entre as microrregiões do Brasil usando dados dos censos agrícolas de 1970 a 1995. Para tanto utilizaram um modelo Threshold o qual utiliza uma função indicadora para dividir a amostra tanto quanto for necessário devido a heterogeneidade das unidades observadas. Os resultados apontam a formação de três clubes de convergência; um clube mais

rico formado por microrregiões do Sul e Sudeste, um clube intermediário formado, principalmente, pelas microrregiões do Norte e Centro-Oeste, e por fim, um clube mais pobre formado pelas microrregiões do Nordeste. Os resultados também mostraram que o capital físico é mais importante que o capital humano na explicação do processo de crescimento da agricultura brasileira.

Ferreira e Cruz (2008) estudaram a hipótese de convergência na desigualdade de renda dos municípios brasileiros no período de 1991 a 2000, sob o enfoque dos clubes de convergência. Os clubes de convergência são identificados de forma endógena, através de um modelo com efeito *threshold*, no qual a variável *threshold* utilizada foi o índice de *Gini* no período inicial. Os autores encontraram seis clubes de convergência, nos quais verificaram evidências empíricas de que existe um processo de convergência da desigualdade de renda no Brasil. Segundo os autores, dependendo do nível inicial de desigualdade, podem existir múltiplos estados estacionários cada um destes formando um clube de convergência com características sócio-econômicas distintas. As variáveis utilizadas pelos autores foram a renda do trabalho e a renda proveniente das transferências governamentais, sendo que ambas apresentaram correlação negativa com a taxa de crescimento de Gini, calculada no período de 1991 a 2000, sendo a elasticidade da renda do trabalho sempre muito superior ao da renda das transferências.

Ainda nesse sentido, Alencar (2007) investiga se as dotações iniciais de capital físico e capital humano são relevantes para identificar, entre os municípios brasileiros, a existência de múltiplos regimes de desempenho econômico. Analisa se pode ser encontrada convergência entre os municípios que possuem condições socioeconômicas diferentes, de acordo com suas dotações iniciais de capital físico e humano. O autor realiza uma análise *cross-section* para os municípios brasileiros entre 1980 e 2000, empregando o modelo *Threshold* proposto por Hansen (2000) para examinar a existência de regimes múltiplos. Os resultados mostram que a dotação inicial da produção *per capita* bem como a taxa de alfabetização podem ser usados para separar o conjunto de dados em grupos (clubes) com diferentes padrões socioeconômicos. O autor encontrou uma distribuição bimodal dos municípios nos quais os primeiros são relacionados com os mais ricos e alfabetizados, excluindo-se os municípios do nordeste, enquanto o segundo é representado pelos mais pobres e com uma menor taxa de alfabetização, sendo representado pela maioria dos municípios do Nordeste. Além disso, encontra evidência de regimes de convergência simples e múltiplos, com a preponderância do segundo sobre o primeiro.

Portanto, o que se pode constatar em diversos estudos realizados sobre a hipótese de convergência para o Brasil, bem como nos diversos períodos de análise, é que existem algumas conclusões coincidentes. Observa-se que, entre os estados brasileiros o processo de convergência é inexistente, ou instável e fraco. Em relação aos municípios, a literatura aponta para a divergência e a polarização, o que demonstra que as desigualdades regionais brasileiras são extremamente persistentes.

### 3 – METODOLOGIA

#### 3.1 – REFERENCIAL TEÓRICO

A metodologia empregada neste trabalho é baseada nos trabalhos de Mankiw *et al.*(1992) e Durlauf e Johnson (1995), e Alencar (2007) que seguem o modelo de Solow aumentado, ou seja, que além do capital físico e trabalho inclui o capital humano.

O modelo considera que o valor do produto agregado do município  $i$  no tempo  $t$ ,  $Y_{i,t}$ , é determinado por um função de produção do tipo Cobb-Douglas que tem como argumentos os níveis de tecnologia ( $A_t$ ), trabalho ( $L_{i,t}$ ), o capital físico ( $K_{i,t}$ ), e o capital humano ( $H_{i,t}$ ) como mostra a equação abaixo:

$$Y_t = \phi K_{i,t}^\alpha H_{i,t}^\gamma (A_t L_{i,t})^{1-\alpha-\gamma} \quad (1)$$

Assume-se que todas as variáveis estão em tempo contínuo, e que a tecnologia e o trabalho crescem a uma taxa constante, dadas por  $g$  e  $n_i$  respectivamente. Cada município multiplica seu estoque de capital físico e humano pela taxa de poupança representadas, respectivamente por,  $s_i^k$  e  $s_i^h$ , enquanto ambos os estoques depreciam-se à mesma taxa  $\delta$ . Isto nos leva a equação de acumulação do capital físico e humano, respectivamente,  $\dot{K}_{i,t} = s_i^k Y_{i,t} - \delta K_{i,t}$  e  $\dot{H}_{i,t} = s_i^h Y_{i,t} - \delta H_{i,t}$ .

O modelo assume que a evolução temporal da economia é determinada, para o capital físico e para o capital humano da seguinte maneira:

$$y_{i,t} = \phi k_{i,t}^\alpha h_{i,t}^\gamma \quad (2)$$

$$\dot{k}_{i,t} = s_i^k y_{i,t} - (n_i + g + \delta)k_{i,t},$$

$$\dot{h}_{i,t} = s_i^h y_{i,t} - (n_i + g + \delta)h_{i,t},$$

onde que  $y = (Y/AL)$ ,  $k = K/(AL)$  e  $h = H/(AL)$ .

As equações acima implicam no estado estacionário da economia que é definido por:

$$k_i^* = s_i^k y_i^* / (n_i + g + \delta)$$

$$h_i^* = s_i^h y_i^* / (n_i + g + \delta) \quad (3)$$

Substituindo a equação (3) na função de produção (2), resolvendo para  $y_i^*$  e aplicando logaritmos, obtêm-se:

$$\ln y_i^* = \frac{1}{1-\alpha-\beta} (\ln \phi + \alpha \ln s_i^k + \gamma \ln s_i^h - (\alpha + \gamma) \ln(n_i + g + \delta)) \quad (4)$$

Agora, considere  $y_{i,t}$  o nível de produto efetivo por trabalhador e seu estado estacionário representado pela equação (4). Como não há nenhuma garantia de que os municípios estejam no estado estacionário é importante que se inclua a possibilidade de convergência, ou seja, de que eles estejam em um período de transição. Dessa maneira, usando a expansão de Taylor próximo ao estado estacionário, a velocidade de convergência pode ser dada por:

$$\frac{d \ln y_{i,t}}{dt} = -\lambda_i (\ln y_i^* - \ln y_{i,t}) \quad (5)$$

onde  $\lambda_i = (1-\alpha-\gamma)(n_i + g + \delta)$  é a taxa de convergência do município em direção ao estado estacionário, e  $y_i^*$  é a renda em unidades efetivas de trabalho no estado estacionário.

Resolvendo a equação diferencial (5) para um intervalo T para T +  $\tau$ , o produto efetivo por trabalhador é dado por:

$$\ln y_{T+\tau} = e^{-\lambda_i \tau} \ln y_T + (1 - e^{-\lambda_i \tau}) \ln y_i^* \quad (6)$$

Dado que a tecnologia cresce a uma taxa constante  $g$ , para qualquer intervalo de T a T +  $\tau$ , o produto por trabalhador e o produto efetivo por trabalhador estão relacionados como se segue:

$$\ln y_{T+\tau} = \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{T+\tau} - \ln A_{T+\tau} = \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{T+\tau} - \ln A_T - g\tau \quad (7)$$

Substituindo as equações (7) e (4) em (6), para o mesmo intervalo, o produto por trabalhador pode ser dado por

$$\ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T+\tau} - \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T} = g\tau + (1 - e^{-\lambda_i \tau}) \left( \Theta + \frac{\alpha}{1-\alpha-\gamma} \ln(s_i^k) + \frac{\gamma}{1-\alpha-\gamma} \ln s_i^h - \frac{\alpha+\gamma}{1-\alpha-\gamma} \ln(n_i + g + \delta) - \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T} \right) \quad (8)$$

onde  $\Theta = \frac{1}{(1-\alpha-\gamma)} \ln \phi - \ln A_T - gT$  e  $\lambda_i = (1-\alpha-\gamma)(n_i + g + \delta)$  é a taxa de convergência em direção ao estado estacionário. Segundo Durlauf e Johnson (1995) a equação acima



representa uma versão restrita do modelo de crescimento de Solow, tanto quanto coloca restrições não lineares sobre os coeficientes das regressões.

Neste trabalho, assume-se o mesmo valor de  $\lambda_i$  ( taxa de convergência em direção ao estado estacionário) para todas as observações em estudo, neste caso, os municípios brasileiros, que conduz à versão restrita do modelo de crescimento de Solow para o produto por trabalhador:

$$\ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T+\tau} - \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T} = \beta_0 + \beta_1 \ln \left( \frac{Y}{L} \right)_{i,T} + \beta_2 \ln(s_i^k) + \beta_3 \ln(s_i^h) - \beta_4 \ln(n_i + g + \delta) \quad (9)$$

A evidência de convergência pode ser relatada para um valor negativo de  $\beta_1$  para o modelo restrito. Isto corresponde à intuição de que ocorre convergência no qual economias com produto *per capita* inicial mais baixo experimentem um maior crescimento comparado com aquelas economias com maior produto *per capita* inicial.

Dentro desse contexto, como existe a possibilidade de que a hipótese de convergência entre os municípios brasileiros não seja encontrada, convém utilizar-se de métodos para identificação de múltiplos estados de equilíbrio, os quais possibilitariam testar a convergência para grupos dentro da amostra.

### 3.2 – MÚLTIPLOS ESTADOS DE EQUILÍBRIO

Na literatura contemporânea vários novos modelos de crescimento são baseados na idéia de que podem existir funções de que não sejam côncavas, o que permite diferentes equilíbrios de estado estacionário para diferentes condições iniciais diferentes. Um bom exemplo é o modelo de Azariadis e Drazen (1990) que introduz um efeito limiar (*threshold*) no processo de acumulação de capital físico ou humano, de forma que a função de produção seria expressa por:

$$Y_{i,t} = K_{i,t}^{\alpha_j} H_{i,t}^{\gamma_j} (A_t L_{i,t})^{(1-\alpha_j-\gamma_j)} \quad (10)$$

$$\alpha_j = \begin{cases} \alpha_1 & \text{se } K_{i,t} < \tilde{K}_t \\ \alpha_2 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (11)$$

$$\gamma_j = \begin{cases} \gamma_1 & \text{se } H_{i,j} < \tilde{H}_t \\ \gamma_2 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Considerando as equações acima com as propriedades da não-convexidade da função de produção, chega-se a equação (12) abaixo, que representa as leis de formação e

geração de múltiplos estados estacionários para alguns valores limiares (*threshold*) de  $\tilde{H}_t$  e  $\tilde{K}_t$ .

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,T+\tau} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,T} = g\tau + (1-e^{-\lambda_i\tau})(\Theta_j + \frac{\alpha_j}{1-\alpha_j-\gamma_j}\ln(s_i^k) + \frac{\gamma_j}{1-\alpha_j-\gamma_j}\ln(s_i^h) - \frac{\alpha_j+\gamma_j}{1-\alpha_j-\gamma_j}\ln(n_i + g + \delta) - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,T}) \quad (12)$$

onde  $T$  e  $T + \tau$  representam o intervalo de tempo,  $i$  representa os municípios e  $\lambda_{i,j} = (1 - \alpha_j - \gamma_j)(n_i + g + \delta)$  e  $\Theta_j = 1 / (1 - \alpha_j - \gamma_j) \ln \Phi - \ln A_T - gT$ .

Dessa maneira, os municípios irão seguir algumas das quatro leis de formação distintas do modelo de Solow, de acordo com a relação entre  $(K_{i,t}, H_{i,t})$  e  $(\tilde{H}_t, \tilde{K}_t)$ . Deve-se destacar que o modelo de Azariadis-Drazen (1990) observado acima, estimula e dá sustentação para análise empírica do comportamento de subgrupos de municípios, os quais seriam identificados por dotações iniciais do valor da produção *per capita* e da taxa de alfabetização, seguindo diferentes regressões de crescimento de Solow. (DURLAUF E JOHNSON, 1995).

### 3.3 – MODELO THRESHOLD

Em seu trabalho Durlauf e Johnson (1995) usaram a análise de árvore de regressão (*regression tree*) para determinar múltiplos regimes. Embora a metodologia utilizada em seu trabalho forneça um passo adiante na comparação com a divisão mecânica dos dados, sua abordagem não fornece um método pratico para testar a significância estatística dos regimes selecionados pelos dados, pois não se baseia em uma teoria de distribuição assintótica.

Hansen (2000) desenvolveu uma metodologia estatística que permite proceder à análise de *threshold* e com isso identificar os múltiplos estados de equilíbrio. Ele desenvolveu um modelo que permite a divisão da amostra baseada em uma função indicadora, a qual utiliza variáveis observáveis, definidas previamente, como determinantes na divisão da amostra em subgrupos. As equações a seguir descrevem o modelo e as técnicas de inferência estatística necessárias para a análise empírica proposta neste trabalho.

O modelo de regressão com efeito *threshold* pode ser expresso como:

$$y_i = \theta'_1 x_i + e_i, \quad q_i \leq \gamma \quad (13)$$

$$y_i = \theta'_2 x_i + e_i, \quad q_i > \gamma \quad (14)$$

onde  $q_i$  é a variável *threshold*, a qual é usada para dividir a amostra em dois grupos que podem ser chamados de classes ou regimes. A variável aleatória  $e_i$  é o erro de regressão.

Para escrever o modelo em uma única equação, define-se a variável *dummy*  $d_i(\gamma) = I\{q_i \leq \gamma\}$ , onde  $I\{\cdot\}$  é uma função indicadora, e faz-se  $x_i(\gamma) = x_i d_i(\gamma)$ , tal que:

$$y_i = \theta_2' x_i + \delta_n' x_i(\gamma) + e_i, \text{ onde } \delta_n = \theta_2 - \theta_1. \quad (15)$$

A equação acima pode ser representada na forma matricial. Isto é,  $Y$  e  $e$  são vetores ( $n \times 1$ );  $X$  e  $X_\gamma$  matrizes com dimensão ( $n \times m$ ); então a equação acima pode ser escrita como,

$$Y = X\theta + X_\gamma \delta_n + e \quad (16)$$

Os parâmetros da equação acima ( $\theta, \delta_n, \gamma$ ) podem ser estimados por mínimos quadrados. Definindo  $S_n(\theta, \delta, \gamma) = (Y - X\theta - X_\gamma \delta)'(Y - X\theta - X_\gamma \delta)$ , como a função de soma dos quadrados dos erros, por definição os estimadores de mínimos quadrados  $\hat{\theta}, \hat{\delta}, \hat{\gamma}$ , minimizam a soma acima. Neste processo, assume-se que  $\gamma$  é restrito a um conjunto limitado  $|\underline{\gamma}, \bar{\gamma}| = \Gamma$ .

Condicionando os parâmetros da equação (15) em relação aos valores de  $\gamma$ , obtêm-se os estimadores de mínimos quadrados condicionados,  $(\gamma)$ , e  $\hat{\delta}_n(\gamma)$  através da regressão de  $Y$  em  $X_\gamma^* = [X \ X_\gamma]$ . Assim,  $S_n(\theta, \delta, \gamma)$  pode ser escrita na forma concentrada:

$$S_n(\gamma) = S_n(\hat{\theta}(\gamma), \hat{\delta}(\gamma), \gamma) = Y'Y - Y'X_\gamma^* (X_\gamma^{*'} X_\gamma^*)^{-1} X_\gamma^{*'} Y \quad (17)$$

Para encontrar o valor de  $\hat{\gamma}$  que minimiza a equação (17) deve-se realizar uma varredura sobre os valores de  $\gamma$ ; i.e. sobre  $\Gamma$ , tal que:  $\hat{\gamma} = \arg \min_{\gamma \in \Gamma} S_n(\gamma)$ , onde  $\Gamma_n = |\underline{\gamma}, \bar{\gamma}| \cap \{q_1, \dots, q_n\}$ , e  $\{q_1, \dots, q_n\}$  é a amostra de variáveis candidatas à variável *threshold*. Após a determinação de  $\hat{\gamma}$ , as estimativas de MQO de  $\theta$  e  $\gamma$ , são dadas por  $\hat{\theta} = \hat{\theta}'(\hat{\gamma})$  e  $\hat{\delta}(\hat{\gamma})$ .

Com relação ao intervalo de confiança, a estratégia utilizada por Hansen é baseada na estatística de verossimilhança  $LR_n(\gamma)$ . Para elaborar regiões de confiança baseado em  $LR_n(\gamma)$ , define-se  $C$  como o nível de intervalo de confiança assintótico ( $C=0,95$ ),  $c = c_\xi(C)$  como o valor crítico do intervalo  $\hat{\Gamma} = \{\gamma = LR_n(\gamma) \leq c\}$ . Um método gráfico para encontrar a região de  $\hat{\Gamma}$ , sob a hipótese de homocedasticidade, é grafar a taxa de verossimilhança  $LR_n(\gamma)$  contra  $\gamma$  e traçar uma linha horizontal em  $c$ . Equivalentemente, pode-se grafar a soma dos

resíduos dos erros quadrados,  $S_n(\gamma)$ , contra  $\gamma$  e traçar uma reta em  $S_n(\hat{\gamma}) + \hat{\sigma}^2 c$ . Deve-se destacar que, se a hipótese de homocedasticidade é rejeitada, a estatística de verossimilhança pode ser redefinida como:

$$LR_n^*(\mathcal{Y}) = \frac{LR_n(\mathcal{Y})}{\hat{\eta}^2} = \frac{S_n(\mathcal{Y}) - S_n(\hat{\mathcal{Y}})}{\hat{\sigma}^2 \hat{\eta}^2} \quad (18)$$

Evidências para o efeito *threshold* são obtidas usando o teste de Multiplicador de Lagrange com correção para heterocedasticidade desenvolvido por Hansen (1996). O procedimento consiste em verificar se existe evidência para o efeito *threshold* considerando a hipótese nula de inexistência e computando os *p-valores* via *bootstrap*.

Após identificar a existência de múltiplos regimes com o modelo *threshold*, regressões de MQO são estimadas para identificar grupos com condições iniciais de crescimento similares. Para permitir que as variações do erro se diferenciem entre os municípios utiliza-se, conforme Durlauf e Johnson (1995), estimações com correções para heterocedasticidade.

O modelo econométrico é obtido utilizando o mesmo valor de  $\lambda_i$  para todos os municípios, resultando na seguinte equação para o produto por trabalhador:

$$\ln(\mathbf{Y}/\mathbf{L})_{i,T+\tau} - \ln(\mathbf{Y}/\mathbf{L})_{i,T} = \beta_0 + \beta_1 \ln(\mathbf{Y}/\mathbf{L})_{i,T} + \beta_2 \ln(\mathbf{capital\ fisico})_i + \beta_3 \ln(\mathbf{escolaridade})_i - \beta_4 \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_i. \quad (19)$$

onde  $\varepsilon \sim N(0, \Omega)$  é o erro da regressão. As variáveis  $(\mathbf{capital\ fisico})_i$  e  $(\mathbf{escolaridade})_i$  são usadas como proxies para o capital físico ( $s_i^k$ ) e o capital humano ( $s_i^h$ ), respectivamente, e ainda assume-se, segundo Mankiw *et.al.*(1992), que  $g = 0,02$  e  $\delta = 0,03$ .

A evidência de convergência é associada com o sinal negativo para  $\beta_1$ . Ou seja, a convergência ocorre quando economias com produto *per capita* baixo crescem mais rápido que economias com produto *per capita* alto. Deve-se ressaltar que a taxa de convergência em estado estacionário é dada por  $\lambda_i = \frac{\ln(1 + \beta_1)}{\tau}$ .

### 3.4 – DADOS

Os dados utilizados neste trabalho são cross-section para 4.786 municípios brasileiros, nos anos de 1980 - 2000, os quais foram coletados junto ao IPEADATA. As variáveis utilizadas são descritas abaixo:

- i.  $(\frac{Y}{L})_{i,1980}$  = Produto Interno Bruto *per capita* para o município *i*, no ano *t*;
- ii.  $(capital\ fisico)_i$  = fração do produto destinado ao investimento no município *i*;
- iii.  $(n)_i$  = taxa de crescimento da população no município *i*;
- iv.  $(escolaridade)_i$  = média de anos de estudo do município *i*. Compreende a razão entre o somatório do número de anos de estudo completados pelas pessoas que têm 25 anos ou mais de idade, e o número de pessoas nessa faixa etária.
- v.  $(LR)_{i,1980}$  = taxa de alfabetização. Compreende o percentual de pessoas acima de 15 anos de idade que são alfabetizados, ou seja, que sabem ler e escrever.

Os dados para o Produto Interno (em R\$ de 2000), média de anos de estudos, e taxa de alfabetização são do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. As variáveis da população em idade de trabalhar, e a taxa de crescimento são do censo brasileiro, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A *proxy* usada para investimento é baseada na series anuais de transferências federais e estaduais para os municípios.

## 4 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nos testes empíricos realizados no presente trabalho, a decisão de dividir os dados foi baseada nas evidências do efeito *threshold*. As condições iniciais do Produto Interno Bruto (GDP) e a taxa de alfabetização (LR) foram usadas como candidatas à variável *threshold* do modelo. As evidências para o efeito *threshold* são obtidas usando o teste de Multiplicador de *Lagrange* com correção para heterocedasticidade. Este procedimento consiste em verificar se existe evidência para o efeito *threshold*, considerando a hipótese nula de inexistência do mesmo e computando os *p-valores* via *bootstrap*.

É importante destacar que o teste para efeito *threshold* foi aplicado de forma interativa até o ponto em que não houve mais evidência estatística de necessidade de novas subdivisões amostrais.

A divisão da amostra é descrita da seguinte maneira: i) as duas variáveis candidatas a variável *threshold* e seus respectivos *p-valores* são calculados; ii) a variável com menor *p-valor* (ou as maiores estatísticas LM) são escolhidas e então os dados são divididos de maneira apropriada; iii) os dois subconjuntos resultantes são submetidos a uma parada; iv) até quando os critérios de parada são alcançados. Os critérios de parada são alcançados se pelo menos um dos seguintes eventos ocorrerem: i) os *p-valores* das variáveis candidatas a variável *threshold* forem maiores que 0,05; ii) o intervalo de confiança de 95% da variável *threshold* escolhida é longo e contém uma grande parte das observações; iii) a divisão do subconjunto contém poucas observações.

Os resultados encontrados para a divisão da amostra entre os nós de decisão estão sintetizados na Tabela 1 abaixo. A tabela apresenta a identificação de cada nó, os valores da estatística LM, o valor *threshold* para o PIB *per capita* e a taxa de alfabetização que são utilizados para gerarem os nós terminais (clubes de convergência) e o intervalo de confiança. Os resultados demonstraram a existência de quatro nós de decisão e de cinco nós terminais. Os nós de decisão correspondem ao nó inicial e mais três outros obtidos nas interações realizadas.

**TABELA 1 – DECISÃO DE DIVISÃO DA AMOSTRA**

Nó de decisão	Teste LM		Decisão de divisão		
	PIB <i>per capita</i>	Taxa de alfabetização	Variável	Valor	Intervalo de confiança
1	122,6	278,7	LR	57,0	[56.8, 57.2]
2,1	73,2	32,3	GDP	690,3	[683.5, 742.1]
2,2	30,8	35,7	LR	43,1	[35.8, 46.0]
3,1	41,6	24,2	GDP	1842,6	[1503.4, 2268.6]

(\*) H0: Não há divisão da amostra, considerando essa variável.

Todas as variáveis *threshold* foram escolhidas com um nível de significância assintótica de 99%. Os intervalos de confiança que se encontra na Tabela 1 podem ser visualizados nos gráficos do apêndice nos quais a linha tracejada representa o nível de significância de 95% e o intervalo de confiança de 95% corresponde ao segmento criado pela interseção da linha tracejada com a seqüência de proporção de probabilidade. Já a Tabela 2 apresenta as características dos cinco nós terminais resultantes da regra de divisão.

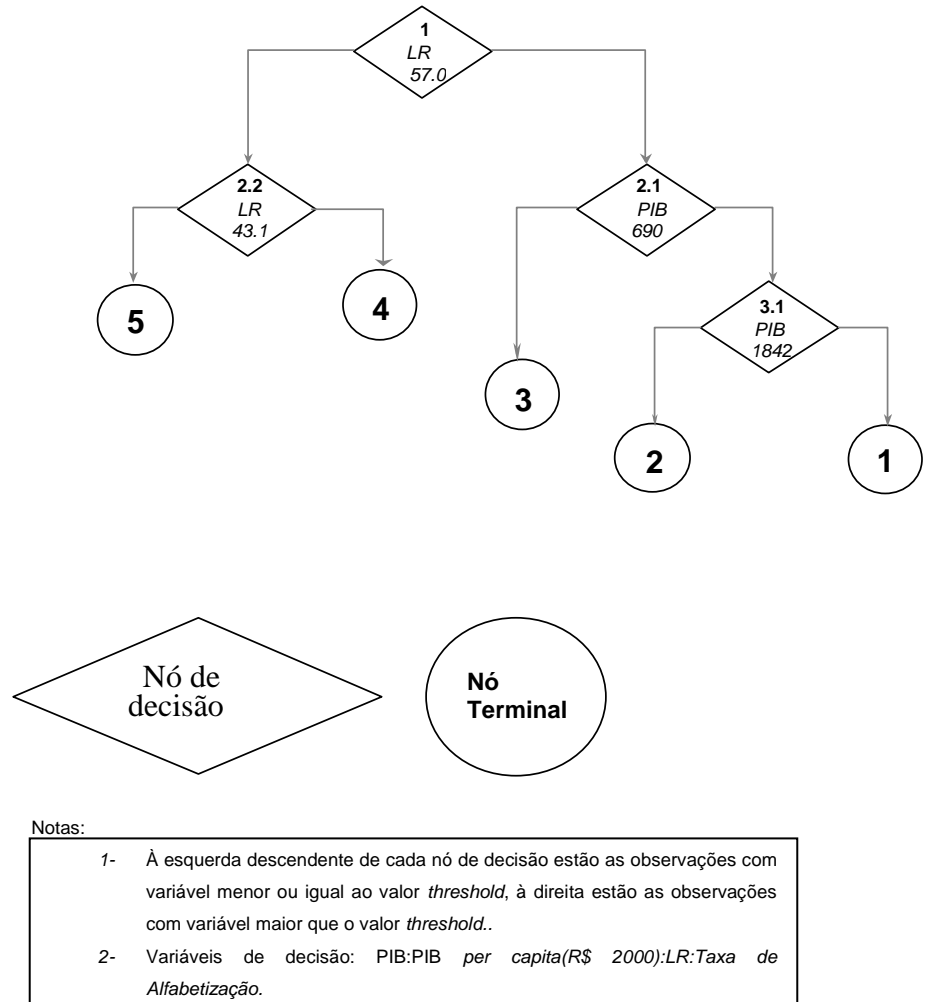
**TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DOS NÓS TERMINAIS**

Nós Terminais	Taxa de alfabetização (%)		PIB <i>per capita</i> (R\$)	
	baixo	alto	baixo	alto
1	57.0	100.0	1842.6	.
2	57.0	100.0	690.3	1842.6
3	57.0	100.0	.	690.3
4	43.1	57.0	.	.
5	.	43.1	.	.

Um diagrama de árvore foi elaborado contendo os nós de decisão e os nós terminais. As informações em forma de losango representam a identificação dos nós de decisão onde nenhuma divisão ainda é observada. A informação contida nos losangos (nós de decisão) identifica o nó de decisão, a variável *threshold*, e o valor da variável escolhida. Da mesma forma, a informação contida nos nós terminais representa sua identificação. Além disso, cabe ressaltar, que à esquerda descendente de cada nó de decisão estão as observações com variável maior que o valor *threshold*. De acordo com o diagrama de árvore abaixo, figura 1, pode-se observar a existência de quatro nós de decisão, e de cinco nós terminais. Isto

implica a existência de cinco grupos com diferentes padrões de crescimento econômico e distintas características socioeconômicas.

**FIGURA 1 – Diagrama de Decisão do Efeito Threshold**



#### 4.1 – ANÁLISE DESCRITIVA DOS NÓS TERMINAIS

A Tabela 3 apresenta as características para cada nó terminal. Da maneira como os nós terminais foram identificados, pode-se perceber uma relação entre a identificação do nó terminal e o PIB *per capita* tanto inicial (1980) quanto final (2000), indicando que em geral, do nó 1 a 5, os municípios estão ordenados da seguinte forma: municípios que possuem uma maior taxa de alfabetização e são mais ricos, até aqueles que possuem uma menor taxa de alfabetização e são mais pobres.



TABELA 3 – DESCRIÇÕES ESTATÍSTICAS

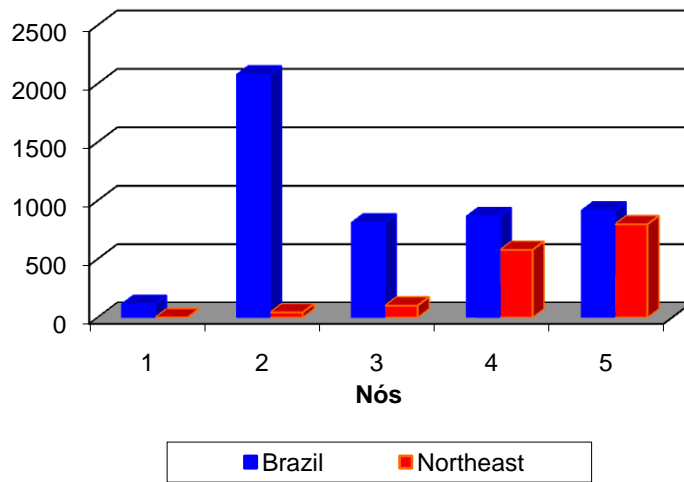
Nós	Números de municípios		Média da população em 2000	PIB <i>per capita</i>		Cresc.do PIB <i>per capita</i>	Taxa 1980-2000			Tx. alfab. 1980
	Brasil	Nordeste		1980	2000		Investimento/ PIB <i>per capita</i>	Cresc. Popul.	Escolaridade	
1	115	1	104.436	2.209	2.506	0,4	0,20	2,1	5,1	84,4
2	2078	44	35.523	1.095	1.605	1,9	0,28	0,9	4,0	77,0
3	812	102	11.891	577	1.105	3,0	0,45	0,4	3,4	70,1
4	866	578	19.867	467	665	1,9	0,45	0,4	2,3	49,7
5	915	797	16.998	874	618	1,5	0,53	0,5	1,7	34,2

Pode-se observar também que os municípios do nó terminal 3 estão crescendo mais rápido que os nós vizinhos. Pode-se associar esse fato a duas peculiaridades desse grupo. Em primeiro lugar, os municípios desse nó tinham rendimento per capita inicial mais baixo, que pequenos aumentos representam taxas de crescimento do PIB *per capita* expressivas. Em segundo lugar, os indivíduos desses municípios possuem uma maior escolaridade com relação a seus vizinhos que possuem rendimentos semelhantes, o que demonstra que níveis mais elevados de capital humano, melhoram a capacidade do indivíduo, aumentando a produtividade, e proporcionando um melhor desempenho econômico dessas regiões.

Outro aspecto importante a destacar é quanto à taxa de crescimento da renda *per capita* dos municípios pertencentes ao nó terminal 1. Os municípios contidos nesse nó possuem uma taxa de crescimento da renda *per capita* menor. Uma possível explicação para esse fato é que indivíduos desempregados (e de baixa renda) são atraídos para esses municípios em busca de emprego, o que termina por diminuir a taxa de crescimento da renda per capita desses municípios.

Outro resultado interessante é verificado quando os nós terminais são analisados conjuntamente. Da análise do conjunto de dados surge uma distribuição bimodal. Um primeiro pico surge para o nó terminal 2 com 2078 municípios, e um segundo pico surge com o nó terminal 5 com 915 municípios. Isso demonstra que existe uma clara divisão no conjunto de dados. De um lado municípios pobres, e com uma elevada taxa de analfabetismo agrupada em torno dos nós terminais 4 e 5. Por outro lado, municípios com renda per capita mais alta e maior taxa de alfabetização são agrupadas em entre os nós terminais 2 e 3.

FIGURA 2 - Municípios - Distribuição por Nós



A Tabela 4, abaixo, apresenta os resultados das regressões de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) para cada um dos cinco nós terminais e para a amostra total, ou seja, para todos os municípios do Brasil.

TABELA 4. ANÁLISE DE REGRESSÃO DE MQO

Variável dependente.: log da diferença do PIB <i>per capita</i> entre 1980 e 2000						
	Nós Terminais (clubes de convergência)					
	País	1	2	3	4	5
<b>Municípios</b>	<b>4786</b>	<b>115</b>	<b>2078</b>	<b>607</b>	<b>866</b>	<b>407</b>
<b>Constante</b>	3.965 <sup>(a)</sup> (0.061)	6.433 <sup>(a)</sup> (1.093)	4.222 <sup>(a)</sup> (0.137)	3.448 <sup>(a)</sup> (0.487)	4.402 <sup>(a)</sup> (0.141)	4.656 <sup>(a)</sup> (0.342)
<b>ln(PIB <i>per capita</i>)<sub>i,1980</sub></b>	-0.720 <sup>(a)</sup> (0.010)	1.112 <sup>(a)</sup> (0.161)	0.716 <sup>(a)</sup> (0.021)	0.713 <sup>(a)</sup> (0.076)	0.798 <sup>(a)</sup> (0.023)	-0.768 <sup>(a)</sup> (0.054)
<b>ln(Investimento/PIB <i>per capita</i>)<sub>i</sub></b>	-0.009 (0.006)	-0.034 (0.033)	-0.005 (0.008)	0.029 (0.013)	-0.022 (0.014)	-0.070 <sup>(a)</sup> (0.015)
<b>ln(n<sub>i</sub>+g+δ)</b>	-0.026 <sup>(a)</sup> (0.008)	0.058 (0.067)	-0.001 (0.010)	0.100 <sup>(a)</sup> (0.021)	0.050 <sup>(a)</sup> (0.018)	-0.047 <sup>(b)</sup> (0.023)
<b>ln(capital humano)<sub>i</sub></b>	0.951 <sup>(a)</sup> (0.015)	1.414 <sup>(a)</sup> (0.132)	0.820 <sup>(a)</sup> (0.033)	1.184 <sup>(a)</sup> (0.052)	0.787 <sup>(a)</sup> (0.036)	0.530 <sup>(a)</sup> (0.043)
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.641	0.788	0.425	0.528	0.679	0.494
<b>Residual Variance</b>	0.045	0.036	0.033	0.054	0.043	0.033
<b>Speed of Convergence</b>	0,027	0,037	0,027	0,027	0,029	0,028

Desvio padrão entre parênteses

a – significantes a 1%

b – significantes a 5%

Analisando a Tabela acima, observa-se que para a amostra total, ou seja, para o Brasil, o coeficiente do logaritmo do PIB per capita inicial dos municípios apresentou-se significativo ao nível de 1% e com sinal negativo esperado, indicando a existência de convergência entre os municípios. No entanto, pode observar-se que apenas o capital humano mostrou-se significativo e com o sinal positivo esperado, sendo importante para explicar o processo de convergência. A *proxy* utilizada para representar o investimento em capital físico, ou seja, o FPM (Fundo de Participação dos Municípios), mostrou-se significativo somente no nó terminal 5, porém, ao contrário do que se esperava, apresentou um sinal negativo e, aparentemente atuando de uma maneira contrária ao processo de convergência.

Alencar (2007) utilizando o método *threshold* obteve sete nós de decisão e oito nós terminais (clubes de convergência). Os resultados são similares sendo que o autor encontrou indícios da existência de convergência entre os municípios brasileiros já que o coeficiente do logaritmo do PIB *per capita* apresentou sinal negativo esperado, o que como já foi dito indica a existência de convergência. O capital humano também é significativo em todos os nós terminais no processo de convergência. Alencar (2007) conclui que para um uso eficiente dos recursos públicos devem-se considerar diferentes políticas para diferentes grupos de municípios considerando suas diferentes condições sócio-econômicas.

No que diz respeito aos valores da velocidade de convergência verifica-se um valor de 2,7% ao ano para o Brasil, e valores maiores ou iguais a 2,7% para todos os nós terminais. Este resultado sugere fortemente que existe um processo de convergência, sendo que esse processo é mais forte nos clubes de convergência (nós terminais) do que no país, ou seja, a convergência dentro dos clubes é mais que a do país com um todo.

## 5 – CONCLUSÕES

Neste trabalho, objetivou-se realizar uma investigação empírica sobre a existência de um processo de convergência de renda entre os municípios brasileiros no período de 1980 a 2000, levando-se em consideração a possibilidade de existência de grupos de municípios com características socioeconômicas diferentes.

Baseando-se nos trabalhos de Mankiw *et al.*(1992), Durlauf Johnson(1995), e Alencar (2007), buscou-se investigar se os investimentos em capital físico e capital humano seriam importantes na caracterização das performances socioeconômicas dos municípios brasileiros. Utilizando dados do IPEA, IBGE (censo brasileiro) e da STN (Secretaria do Tesouro Nacional), examinou-se a hipótese de convergência para um único ou múltiplos regimes de convergência para o período de 1980 a 2000, por meio do modelo *threshold* proposto por Hansen (2000). Através desse método, foram identificados regimes múltiplos, ou seja, os municípios seguem diferentes trajetórias de crescimento de acordo com suas dotações iniciais de renda per capita e taxa de alfabetização.

Os resultados indicaram a existência de cinco nós terminais, ou seja, cinco clubes de convergência. Dentro da cada nó terminal (clube de convergência), os resultados de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) indicaram que a hipótese de convergência verifica-se no país como um todo e no clube de convergência 5, que representa o clube mais pobre. Nos clubes intermediários, não se verificou processo de convergência, sendo pelo contrario constatada divergência nos quatro primeiros clubes.

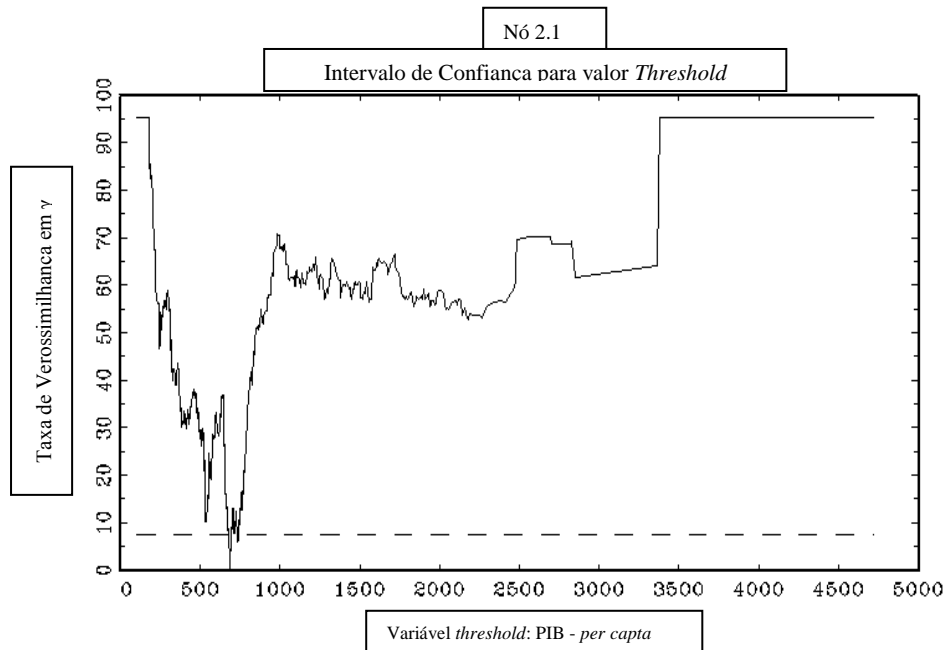
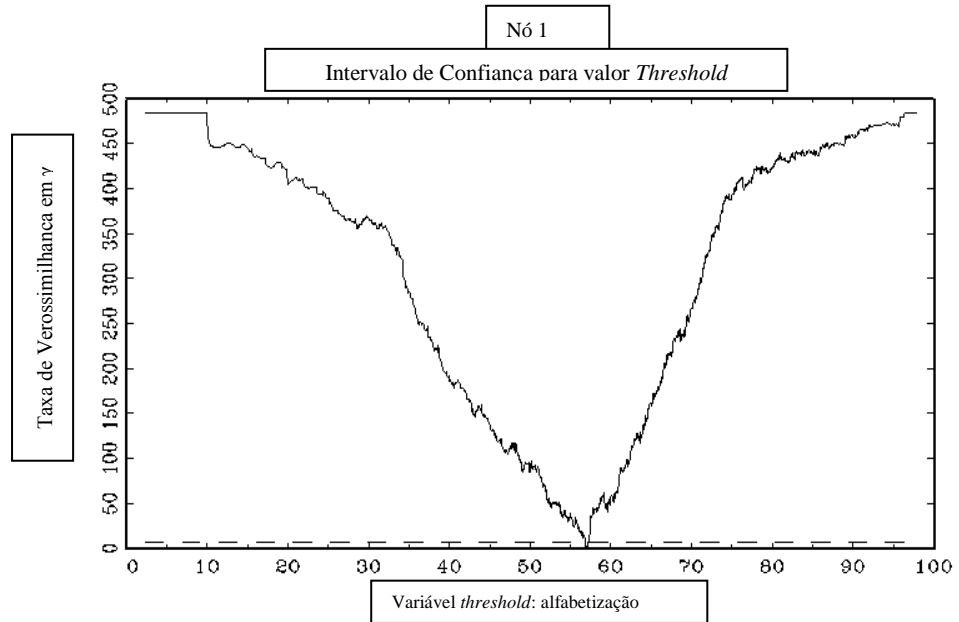
A *proxy* capital humano, representada pelos anos médios de estudo de pessoas com mais de 25 anos, mostrou-se significativa para influenciar o crescimento de todos os clubes de convergência, o que corrobora o que Lau (1993),Ferreira *et.al* (2008) e Ferreira e Cruz (2008) encontraram em seu trabalho, ou seja, a existência de um efeito limiar (*threshold*) para o capital humano.

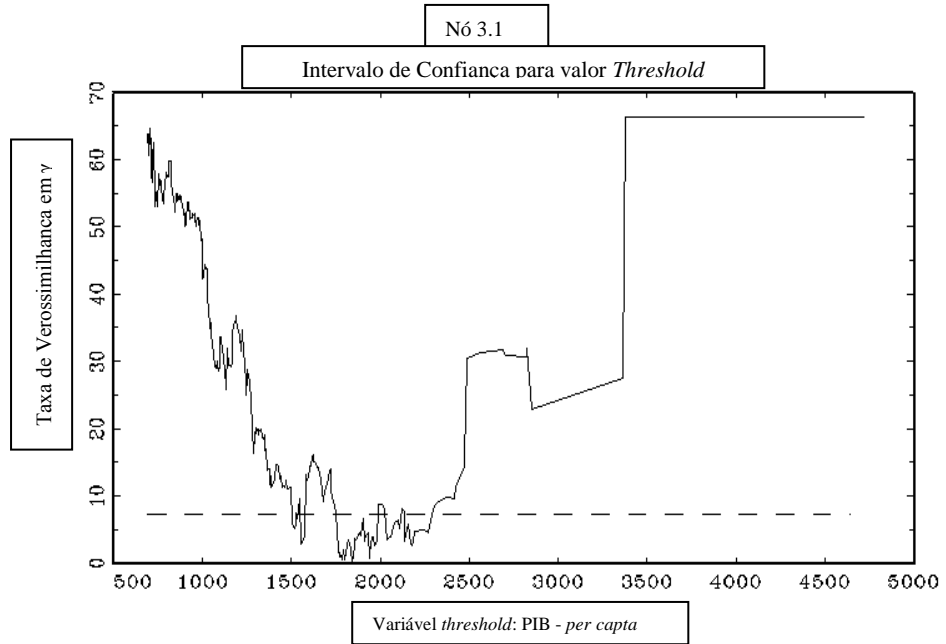
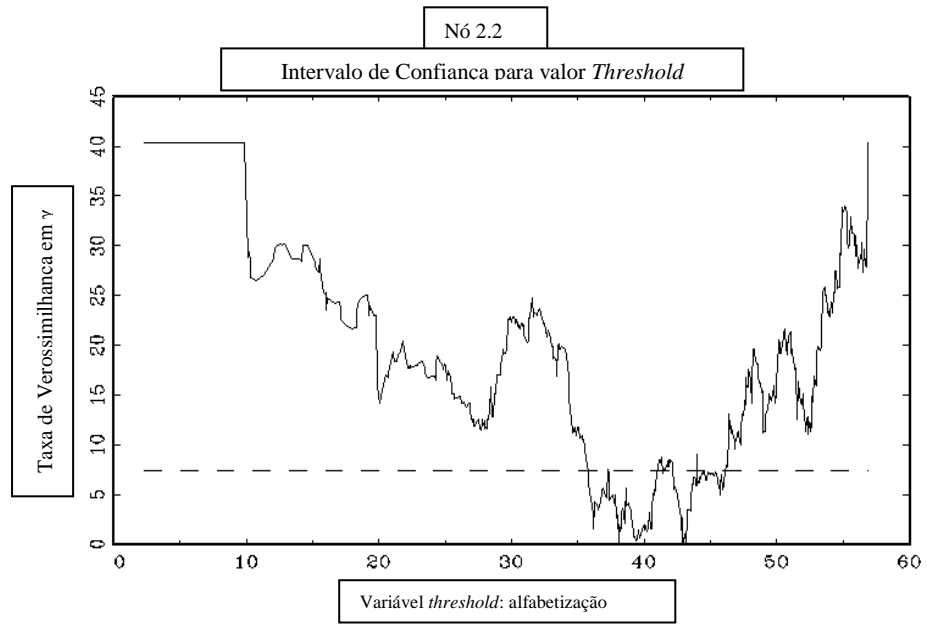
A *proxy* do capital físico, representada pelas séries anuais de transferências do governo federal e estados para os municípios, foi estatisticamente significativa somente no clube de convergência 5, porém com sinal negativo o que mostra que essa variável não teve muita influência no processo de crescimento desses clubes. Essa variável mostrou-se positiva, porém não significativa somente no clube 3, que foi o que mais cresceu nesse período conforme dito anteriormente. Esses resultados podem estar ligados a questões de falta de estímulos eficientes para o investimento e crescimento econômico.

Os resultados também mostram evidências de que a dotação inicial da renda *per capita* bem como a taxa de alfabetização podem ser usadas para separar os dados em grupos de municípios com diferentes padrões socioeconômicos. Verificou-se uma distribuição bimodal na quais os do primeiro grupo relacionam-se com os municípios mais ricos, e com melhor nível educacional, excluindo a região Nordeste, enquanto no segundo grupo estão os municípios mais pobres que possuem menor renda e menor nível educacional. Isso demonstra a importância das condições iniciais na determinação do nível de renda, o que sugere a dominância da hipótese de convergência clube sobre as demais. Apesar de a metodologia adotada ser diferente, esses resultados são consistentes com aqueles encontrados em Coelho e Laurini (2007).

Trabalhos posteriores poderão estender a análise de convergência para inúmeras variáveis disponíveis, sendo que um estudo mais aprofundado em termos teóricos e um melhor tratamento dos dados poderão obter resultados relevantes a respeito desse processo. A inclusão de variáveis que mensurem os resultados das políticas públicas municipais e estaduais contribuiria para avaliar as iniciativas das gestões regionais mais significativas para o crescimento econômico e para a diminuição das desigualdades regionais.

## APÊNDICE





## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Frederico A. Gomes de. Searching for Socioeconomic Growth Patterns in the Brazilian Municipalities. **University of Wisconsin-Madison**. 2007.
- BARRO, R.J. Economic growth in a cross section of countries. **Quartely Journal of Economics**, v.106, p. 407 – 43, may/1991.
- BARRETO, F. A.; GONDIM, J. L. B.; CARVALHO, J. R. Condicionantes de clubes de convergência no Brasil. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n.1, p.71-100, Jan/Março 2007.
- BENHABIB, J.; SPIEGEL, M.M. The role of human capital in economic development: evidence from aggregate cross-country data. **Journal of monetary Economics**. V.34, p.143-73, 1994.
- COELHO, R. L. Dois ensaios sobre a desigualdade de renda dos municípios brasileiros. 79f. 2006. Dissertação (Mestrado em Economia) - **CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2006.
- COELHO, R.L. FIGUEIREDO, LÍZIA de Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros. **Rev. Bras. Econ.**, Set 2007, vol.61, nº. 3, p.331-352.
- CRAVO, T.; SOUKIAZIS, E. O Capital Humano como fator condicionante para o processo de convergência entre os estados do Brasil. In: **Fórum do Banco do Nordeste do Brasil (BNB)**, 2006
- DURLAUF, S.; JOHNSON, P. Multiple regimes and cross-country growth behavior. **Journal of Applied Econometrics**, London, v.10, n. 4, p.365-384, oct. 1995.
- DINIZ, Marcelo Bentes.; FERREIRA, Roberto Tatiwa.; OLIVEIRA JÚNIOR, José Nilo.; PAIXÃO, Alex Sandro da. **Anais do XIII Encontro Regional de Economia.2008.**
- EASTERLY, W. O espetáculo do crescimento: aventuras e desventura dos economistas na incessante busca pela prosperidade nos trópicos. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.
- FERREIRA, A. Evolução recente das rendas *per capita* estaduais no Brasil: o que a nova evidência mostra. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 27, n. 3, p.363-374, jul./set.1996.
- FERREIRA, P. C.; ELLERY Jr., R. Convergência entre a renda *per capita* dos estados brasileiros. **Revista de Econometria**, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.83-104, 1996.
- FERREIRA, Roberto Tatiwa.; CRUZ, Mércia Santos da. Clubes de convergência na desigualdade de renda nos municípios brasileiros. **Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia**. 2008.
- FERREIRA, Roberto Tatiwa.; OLIVEIRA JÚNIOR, José Nilo de.; DINIZ, Marcelo Bentes. Amazonia Legal: análise de convergência da renda municipal a partir de um modelo threshold. **Anais do XIII Encontro regional de Economia.2008.**



GONDIM, J. L. B.; BARRETO, F. A. O uso do núcleo estocástico para identificação de clubes de convergência entre estados e municípios brasileiros. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, 32, 2004, João Pessoa (PB).

HANSEN, B. E. (2000), .Sample Splitting and Threshold Estimation. **Econometrica**, vol. 68, no. 3, pp. 575-603.

JOHNSON, P.; TAKEYAMA, L. Convergence among the US States: absolute, conditional or club? Poughkeepsie: Department of Economics Vassar College, 2003. (**Vassar College Economics Working Paper Series, 50**).

KRUEGER, Alan B.; LINDAHL, Mikael. Education for Growth: Why and For Whom? **Journal of Economic Literature**. Vol. XXXIX (December 2001) pp. 1101–1136.

LAU,L.J.; JAMISON,D.T.; LIU,S.; RIVKIN,S.Education and Economic growth: some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal of Development**.v.41,p.45-70,1993.

LAURINI, M.; ANDRADE, E.; PEREIRA, P. Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: uma análise não-paramétrica.. **Anais do XXV Encontro Brasileiro de Econometria**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Econometria, 2003.

LUCAS,R.E.JR. On the Mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, n.22, p. 3- 42, 1988.

LUCAS,R.E.JR.. Making a miracle.**Econometrica**, n.2,v.61,mar/1993.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. A contribution to the empirics of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, Mass., v.107, n. 2, p.407-437, May 1992.

MARINO, C. E. S. A Desigualdade Regional no Brasil: Uma Análise da Hipótese de Convergência. **Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação-CAEN**.

NOORBAKSH, F. International convergence or higher inequality in human development? 2006. (**UNU-WIDER, Research Paper, 2006/15**).

OECD. Human capital investment: an international comparison. OECD: **Centre for Educational Research and Innovation**.1998.

OLIVEIRA JUNIOR, J. N; CASTELAR, I.; FERREIRA, R. T.Convergência Microrregional no Setor Agrícola usando um Modelo Threshold, 2007. **Encontro Nacional de Economia**. 2007.

QUAH, D. Empirics for growth and distribution: stratification, polarization, and convergence clubs. **Journal of Economic Growth**, Norwell, MA , v.2, n.1, p.27-59, mar.1997.

ROMER, D. **Advanced macroeconomics**. New York: Mcgraw – Hill,2006.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**. V.98, p. 71 -102, october./1990.

SALA-I-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. **Economic Journal**, New York, v.106, n. 437, p.1019-1036, july 1996.