

Área de interesse: Economia Regional e Urbana; e Integração Econômica

Título: Dinâmica espacial da renda per capita e crescimento entre os Municípios da região Nordeste do Brasil – uma análise markoviana.

Eduardo Pontual Ribeiro
Sabino da Silva Pôrto Júnior

Resumo:

Este artigo atualiza o debate sobre convergência de renda entre os municípios do Nordeste Brasileiro e introduz resultados sobre esta região. Comentamos primeiro novos resultados de crescimento econômico como polarização e armadilha de pobreza em modelos que apoiam-se nas hipóteses neoclássicas e chegam a equilíbrios múltiplos refutando a hipótese de convergência absoluta. Ao contrário da literatura tradicional, que baseia-se em análise *cross - section* que tem sido criticada como um exemplo de Falácia de Galton da regressão, novos testes, aqui empregados, estudam o comportamento dinâmico da renda per capita e da distribuição de renda como um todo. Aplica-se o método de Quah (1993) para os dados de renda per capita dos municípios do Nordeste do Brasil. Nossa conclusão, ao contrário dos trabalhos anteriores, indica a formação de clubes de convergência entre as regiões nordestinas.

Palavras-chaves: crescimento endógeno, convergência, falácia de Galton, cadeias de Markov.

Abstract:

This paper presents new insights on the debate about income convergence between cities in Northeast Brazil. In the first part, economic growth models are investigated. New-classical models indicate the possibility of poverty trap – consumption below the poverty line and negative growth – and polarisation. In contrast, endogenous growth models, which employ the technology and the human capital as endogenous variables, suggest the creation of convergence clubs. These models refute the new-classical implication of absolute convergence. In a second part, empirical tests are employed to analyse income convergence. The traditional test for income convergence is to use a regression equation in which income growth is regressed against the initial level of income. This method has been criticized as instance of Galton's Fallacy of regression. The method employed is based on the dynamic behaviour of per-capita income and income distribution which does not suffer from Galton's Fallacy. The results for the Northeastern cities reveal the formation of convergence clubs, contradicting previous results based on cross-section models. The results find no support convergence of per capita income between cities of the Brazilian northeast Zone.

Key words: Galton's Fallacy, convergence hypothesis, endogenous growth, Markov chain.

Dinâmica espacial da renda per capita e crescimento entre os Municípios da região Nordeste do Brasil – uma análise markoviana.

1. Introdução

Inúmeros trabalhos recentes têm tratado a questão da convergência e divergência de renda per capita entre e dentro das regiões brasileiras, como referência têm-se Rocha e Vergolino (2002), Silveira Neto e Azzoni (2000), Menezes e Azzoni (2000), Magalhães, Hewings e Azzoni (2000), dentre outros. Os resultados desses estudos apontam seja para um lento processo de convergência regional ou para a formação de clubes de convergência onde as regiões ricas e pobres formariam grupos com dinâmicas distintas. Essas análises baseiam-se, em sua maioria, em hipóteses sobre a dinâmica da renda per capita regional e não numa análise apropriada desta dinâmica. Assim, assume-se que uma determinada lei de movimento é válida para além do período de análise, o que permite inferir algo sobre a dinâmica futura do diferencial de rendas entre as regiões, a diferença em relação à análise de Markov é que nessa para se inferir a distribuição limite do processo não é necessário apoiar-se em toda a informação passada, mas apenas no que ocorreu no período imediatamente anterior.

As regressões de crescimento, como propostas inicialmente por Barro e Sala-i-Martin (1991) e Mankiw et al. (1992), apoiam-se na teoria neoclássica de crescimento para testar a hipótese de convergência. Assim, observa-se uma tendência em direção à convergência absoluta no passado e extrapola-se que esse processo irá continuar a ocorrer no futuro. Ao contrário, o método de cadeia de Markov, introduzido por Quah (1993a 1993b) e utilizado nesse trabalho, assume que a lei de movimento da distribuição de renda é determinada por um processo que é invariante no tempo e não é dependente de uma memória longa do passado. Sendo, portanto, possível determinar uma distribuição estacionária da renda per capita para a qual o sistema deve convergir ao longo do tempo. Ou seja, é possível analisar a convergência ao longo do tempo sem precisar de hipóteses heróicas¹.

Além disso, as regressões de Barro são insuficientes para testar a hipótese de convergência da teoria Neoclássica por, no mínimo, dois motivos (ver Bickenvach e Bode, 2001). Primeiro, por conta da Falácia de Galton, onde um sinal negativo para o coeficiente da renda per capita inicial pode estar acompanhado de uma crescente dispersão da renda per capita. Segundo, essas regressões servem para analisar as novas teorias de crescimento endógeno que chegam a conclusões bastante distintas do modelo neoclássico, ou seja, as regressões de crescimento são usadas para testar teorias distintas.

Esse trabalho aplica os testes de Markov para o estudo da convergência dos municípios da região Nordeste do Brasil. Na primeira seção, apresenta-se um breve painel do desenvolvimento regional no Brasil. A seção seguinte analisa alguns aspectos das novas teorias de crescimento endógeno. A seção três comenta aspectos metodológicos, delineia uma breve introdução a processos markovianos e comenta os principais resultados obtidos para os municípios do Nordeste brasileiro. A seção quatro apresenta algumas conclusões preliminares.

1. Desenvolvimento regional no Brasil.

A visão dominante na análise do desenvolvimento regional brasileiro considera que, a partir da década de 1970, começou a vigorar um processo convergente de desenvolvimento,

¹ A literatura internacional usando cadeias de Markov para estudar convergência regional é bastante ampla, bons exemplos são encontrados em Quah (1996^a, b), Neven e Gauyette, 1995, Fingleton, 1997, Magrini (1999) e Bulli (2001).

no qual as diferenças inter-regionais diminuíram progressivamente. Esse processo ficou conhecido na literatura especializada como desconcentração² espacial da atividade econômica ou reversão da polarização dos centros industriais dominantes. No caso do Brasil, em nível nacional, a noção se refere à perda de espaço da economia paulista. Ou seja, estaria ocorrendo uma dispersão do desenvolvimento econômico para novas regiões, antes isoladas, ou para regiões pobres e atrasadas como o Nordeste brasileiro. Fenômeno idêntico estaria ocorrendo em nível regional com uma tendência de dispersão das atividades dos grandes centros urbanos como São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre e Curitiba, por exemplo.

A partir do final da década de 1960, teve início um processo de reversão da polarização industrial na área metropolitana de São Paulo, com relativa dispersão geográfica para a maioria das regiões e estados brasileiros. (Diniz e Crocco, 1996, p. 99)

Segundo essa análise, a economia brasileira já teria atingido, no final da década de 1980, um estágio no qual os frutos do crescimento econômico tenderiam a diminuir as desigualdades entre as diversas regiões, dizendo de outra forma, vigoraria no país um processo de desconcentração e de descentralização das atividades econômicas dinâmicas, que revitalizaria as economias regionais periféricas, em detrimento do Centro-Sul. Esse processo definiria uma nova dinâmica espacial ao desenvolvimento da economia brasileira.³

Sem alterar substancialmente os níveis de concentração espacial da atividade econômica e da renda na economia brasileira, a partir dos anos 70 ocorreu um processo de desconcentração que tomou várias formas e que interrompeu a tendência secular de concentração espacial (Guimarães Neto, 1995, p. 14).

Normalmente, tais análises baseiam-se na comparação intertemporal da atividade produtiva das diversas regiões e na evolução de sua participação relativa na economia brasileira como um todo, tanto em termos de produção total, como em escala setorial, tomando como base o PIB (Produto Interno Bruto) setorial e agregado de cada região e dos respectivos estados que a compõem. Complementando essa análise, observa-se também o comportamento da renda *per capita* regional e estadual como indicador da diminuição das desigualdades regionais. Invariavelmente, essas análises concluem pela diminuição das desigualdades inter-regionais e pela vigência de um processo convergente de desenvolvimento do tipo sintetizado nas curvas em forma de sino de Williansom.⁴

As divergências de renda *per capita* no Brasil, em geral oscilaram até 1970, apresentando diminuição desde então. Em 1990, o indicador de desigualdade posicionava-se em nível inferior ao de 1939 (Azzoni, 1995, p. 32).

O resultado comum a todos esses estudos é a constatação de que começou a ocorrer no Brasil, a partir da década de 1970, um processo de convergência da renda per capita. Outras regiões, como Norte e Nordeste e, principalmente, Centro-Oeste, teriam crescido de forma mais intensa do que as regiões mais ricas e industrializadas, o que sugere a ocorrência de

² Vários estudos, hoje considerados clássicos, tratam esse tema: Azzoni, (1985; 1993; 1995); Souza (1990; 1995); Guimarães Neto (1995); Ablas (1985); Diniz e Lemos (1986), Diniz e Crocco, (1996), dentre outros.

³ Alguns autores chegam mesmo a falar na necessidade de uma redefinição da demarcação das diversas regiões segundo critérios econômicos e numa nova divisão inter-regional do trabalho (ver Guimarães Neto, 1995).

⁴ A este respeito ver o artigo de Azzoni (1993) que faz um bom resumo do survey de Alonso (1980), em que ele apresenta o que se consideram os cânones do processo de desenvolvimento convergente.

convergência absoluta⁵ entre as regiões brasileiras. Conseqüentemente, São Paulo estaria perdendo espaço como centro dinâmico da economia brasileira.

Há uma vasta literatura que aborda o tema da convergência de renda entre os estados e regiões brasileiras dentro da estrutura a nova teoria do crescimento. Pode-se atribuir a Ferreira e Ellery Jr. (1996) o trabalho que deu origem a esse debate no Brasil. Depois dele, vieram os trabalhos de Azzoni (1994, 1997), Ferreira (1995, 1999), Monteiro Neto e Vergolino (1996), Souza (1997), dentre outros.

Apesar de usarem bases de dados distintas e para períodos diferentes, pode-se generalizar os seguintes resultados para o caso brasileiro: há uma relação negativa entre renda inicial e taxa de crescimento, porém a taxa ou velocidade de convergência é bastante baixa, mesmo quando comparada à velocidade de 2% ao ano apontado pela maioria dos estudos empíricos de convergência entre países; os períodos de crescimento econômico são períodos que tendem a aumentar a distância relativa entre as regiões do ponto de vista da renda *per capita*; e a distância entre os estados do Nordeste e os estados das regiões Sul e Sudeste tem se mantido inalterada desde a década de 1970. Os estados brasileiros apresentam níveis distintos de renda de estado estacionário, o que indica a possibilidade de convergência condicional; o nível de escolaridade é um fator importante na explicação do crescimento econômico regional.

No caso específico do Nordeste, Rocha e Vergolino (2001) concluem que a variável capital humano tem influência positiva no produto microrregional e que a produtividade regional está correlacionada positivamente com as condições de vida iniciais. Além disso, destacam que quanto maior a distância das microrregiões aos grandes centros regionais menores são as rendas per capita das regiões isoladas. Encontram também convergência absoluta entre as microrregiões do Nordeste, porém a uma taxa muito baixa de 0,03% a.a no período 1970-1998. Destacam que o período convergente entre os Estados brasileiros foi o período recessivo da década de 1980, quando os estados mais ricos cresceram a taxas relativas medíocres, e não o período do milagre econômico como seria o normal esperar. Contudo, as microrregiões nordestinas, segundo os mesmo autores, apresentaram convergência nas épocas opostas às dos estados brasileiros, ou seja, convergiram na década de 1970.

Entretanto, o crescimento econômico no Brasil, quando observado do ponto de vista dos indicadores sociais e do comportamento da renda *per capita*, ainda mostra um quadro de grave concentração de rendas no Sul-Sudoeste. Essa situação tem se agravado com a mudança na distribuição espacial das atividades no Brasil durante a década de 1990 como afirmam Diniz e Crocco (1996).

Por outro lado, isso indicaria que as políticas regionais de desenvolvimento, de caráter intervencionista, aplicadas, por exemplo, pela Sudene, obtiveram resultados bastante limitados do ponto de vista do dinamismo da economia do Nordeste.⁶

Este trabalho apresenta novos testes de convergência para os municípios da Região Nordeste do Brasil, tomando como base uma análise da dinâmica da matriz de transição markoviana no período de 1970 a 1996. Observa-se que a distribuição limite do processo tende

⁵ Entende-se que as economias relativamente atrasadas tendem a crescer a taxas maiores do que as economias ricas e que, portanto, alcançariam o mesmo nível de renda per capita dessas economias. A noção de convergência condicional assume que as economias são diferentes e que cada uma crescerá a taxas maiores quanto maior a sua distância em relação ao seu próprio nível de estado estacionário.

⁶ Isso sem falar no provável impacto sobre a distribuição interpessoal da renda que o maciço intervencionismo e estatismo do período militar provocaram. Apesar da desconcentração espacial da atividade durante o governo militar (Souza, 1990) os indicadores de distribuição pessoal da renda ainda continuaram bastante desfavoráveis. Contudo, tanto a análise da distribuição pessoal da renda quanto os prováveis impactos da atuação das políticas regionais sobre as regiões atrasadas do país não são objeto de análise neste trabalho.

para uma estratificação dos municípios em três grupos distintos de renda per capita, sendo que o principal grupo é constituído por municípios relativamente pobres.

2. Uma breve revisão sobre os modelos de crescimento e convergência.

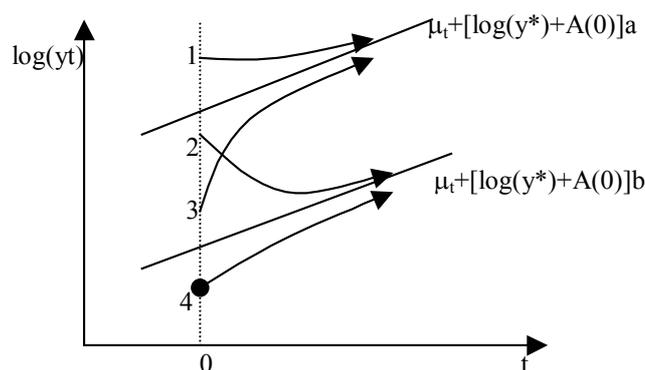
O modelo de crescimento neoclássico, com suas hipóteses básicas de progresso tecnológico exógeno, poupança exógena e retornos marginais decrescentes dos fatores de produção, tem como resultado principal a tendência ao estado estacionário. Dessa forma, as possibilidades de crescimento econômico dos países mais ricos, supondo um determinado nível tecnológico constante, tenderiam a se esgotar devido à queda na taxa de retorno dos novos investimentos. Assim, países que possuem idênticas preferências e tecnologia, mas que se encontram em estágios diferentes de uso dos fatores de produção, cresceriam a taxas diferenciadas; já os países relativamente mais pobres cresceriam a taxas maiores e acabariam alcançando os mais ricos em termos de renda per capita (convergência absoluta). Assim, existiria apenas um ponto de equilíbrio estável e todas as economias teriam o mesmo nível de renda per capita no longo prazo.

Essa visão é criticada, inicialmente, por Romer (1986) e Lucas (1988) que contestam a validade da hipótese de convergência absoluta e reabrem o debate sobre o papel da mudança tecnológica no crescimento econômico. Romer (1986) argumenta que, se os efeitos *spillovers* do conhecimento ocorrem na produção, economias com maior grau de capital humano podem apresentar ganhos continuados de produtividade. Neste caso, a função de produção dessas economias teria retornos crescentes. Isso teria como implicação o fato que as economias ricas, com maior nível de renda e, também, de capital humano, poderiam continuar relativamente mais ricas do que as economias atrasadas, de forma que a distância entre elas possivelmente aumentaria, levando à existência de convergência condicional ou à formação de clubes de convergência com rendas per capita distintas.

Antes de prosseguir, deve-se, conceituar melhor o que se entende por convergência. Segundo Sala-i-Martin (1996), existem três definições de convergência. Por um lado, a convergência absoluta (β -convergência) considera que as economias atrasadas tendem a crescer a taxas mais elevadas do que as economias ricas e que, portanto, em algum momento do tempo os países pobres acabariam alcançando o nível de renda per capita dos países ricos. A deficiência desta noção de convergência é supor que tanto os países ricos como os pobres possuem idênticas tecnologias, preferências, instituições políticas e outras características econômicas. Ou seja, que estas economias tenderiam para um mesmo nível de estado estacionário e que, apenas temporariamente, estariam em estágios distintos de seu crescimento potencial.

Por outro lado, a noção de convergência condicional considera que cada economia tem seus próprios parâmetros, o que significa que cada uma delas apresentaria um nível próprio de *steady state*. Desta forma, haveria convergência condicional apenas no sentido de que as economias tenderiam a crescer mais rapidamente quanto maior fosse sua distância em relação à sua taxa de crescimento de longo prazo (convergência condicional). A consequência desta definição é a de que as economias pobres não necessariamente alcançariam o nível de renda per capita dos países ricos, ou seja, pode haver um padrão divergente entre grupos de países, o que é observado na Figura 02, onde haveria convergência dentro do grupo de economias (economias 2 e 4; 1 e 3) e divergência entre os grupos de convergência. Essa seria uma situação de formação de clubes de convergência que é apontada pelas novas teorias de crescimento endógeno. Nessa figura 02, $A(0)$ indica o nível de tecnologia inicial, que pode não ser igual para os dois grupos de países; já y^* é o nível de renda de estado estacionário, que pode ser diferente para países distintos.

Figura 02: Modelo de Solow com convergência condicional e divergência



Já a noção de σ -convergência analisa a dispersão, no tempo, da renda per capita relativa entre economias. Segundo esta visão, ocorreria convergência se o desvio-padrão da renda dentro de um conjunto de economias tendesse a decrescer ao longo do tempo. A medida mais usada para avaliar sigma convergência é o coeficiente de variação, assim, para qualquer grupo dado de economias, sigma-convergencia implica que a variação nas suas rendas relativamente a sua média, ao longo do tempo, tem declinado, ou seja, ocorre convergência se há um contínuo declínio no coeficiente de variação.

Porém, o fato novo dos estudos sobre crescimento é a inclusão de novas variáveis explicativas no modelo e o abandono da hipótese de retornos decrescentes. Os primeiros trabalhos de crescimento endógeno⁷ foram os de Romer (1986), que enfatiza as externalidades da acumulação de capital; e Romer (1990), que privilegia os gastos com *P&D* como a principal fonte de progresso tecnológico.

A visão de Lucas (1988) privilegia o capital humano incorporado na força de trabalho como a causa do crescimento de longo prazo. Em Jones e Manuelli (1990), Azariadis e Drazen (1990), Quah (1993), entre outros, explora-se a noção de *thresholds* e de efeitos transbordamentos na acumulação de capital, que leva a formação de clubes de convergência.

No enfoque neoclássico tradicional, as variáveis que alteravam as taxas de crescimento de longo prazo eram determinadas fora do modelo, exogenamente. Assim, por exemplo, o modelo de Solow (1956) dependia do comportamento exógeno da taxa de crescimento populacional, da taxa de poupança da economia e da taxa do progresso tecnológico; nele não havia um mecanismo explicativo para variação na poupança ou no padrão tecnológico. Os novos modelos se diferenciam, nestes quesitos, ao tratarem tanto a poupança como o progresso tecnológico e os gastos com pesquisa como componentes endógenos.

Ambos capital humano e progresso tecnológico endógeno seriam uma consequência do crescimento da renda per capita, processo esse que seria auto-alimentado. Assim, o crescimento do estoque de capital físico e humano geraria externalidades positivas, que teriam repercussão sobre o acúmulo de conhecimento, expandindo a taxa de progresso tecnológico, o que, no mínimo, faria com que tanto o capital como o trabalho apresentassem retornos constantes e/ou crescentes⁸.

⁷ Na realidade, os modelos de crescimento endógeno seguem duas vertentes de pesquisa: uma que contesta a hipótese de convergência e outra que abandona o equilíbrio competitivo e busca a construção de modelos teóricos de concorrência imperfeita (Romer, 1994).

⁸ Esse fato geraria um problema adicional, que é a tendência à concentração do capital, pois os grandes conglomerados obteriam vantagens de escala. Outra dificuldade seria remunerar *P&D*, que seria um bem não rival pelo valor de sua produtividade marginal. Não haveria estímulo para produzir bens como tecnologia se

A grande mensagem destes desenvolvimentos teóricos é a necessidade de se investigar mais a fundo o comportamento das distribuições de renda per-capita entre regiões. Velocidades de convergência muito baixas, e heterogeneidades marcantes podem ser indicativas de que não esteja ocorrendo convergência ou que a mesma não seja possível no longo prazo.

A principal consequência desses modelos de crescimento endógeno é, portanto, que a distribuição de renda entre indivíduos, entre países ou entre regiões dentro do mesmo país, vai tender para um padrão de polarização com dois grupos ou clubes de renda per capita média distintos: um grupo de regiões ricas e um grupo de regiões pobres. Ou seja, para um grupo o ótimo vai ser obter educação, enquanto o outro grupo vai cair numa armadilha de pobreza.

3. Análise empírica – Aspectos Metodológicos

O teste empírico da hipótese de convergência está sujeito a controvérsias e, também aqui, não há ainda um teste definitivo. A maior parte da literatura aplica, com restrições, uma análise de regressão *cross-section*, usando estimadores de MQO. Contudo, novos métodos de análise de séries de tempo e de comportamento da evolução de distribuições *cross-section* têm sido usados para testar as hipóteses dos modelos endógenos de equilíbrios múltiplos. Segundo Kawagoe (1998) e Quilis (1997) a análise a partir da cadeia de Markov explora a informação disponível de forma mais eficiente do que a análise de regressão, pois considera explicitamente tanto a dimensão transversal como a longitudinal da amostra, enquanto a análise de regressão considera apenas a dimensão longitudinal.

Usando-se dados do IBGE sobre renda dos municípios da Região Nordeste do Brasil, para os períodos 1970, 1975, 1980, 1985, 1990 e 1996, estimou-se a matriz de transição markoviana e a distribuição limite desse processo. Optou-se pelo método proposto por Quah (1993) pois ele permite uma análise da distribuição limite sem a necessidade de depender de todas informações do passado e porque esse método analisa a dinâmica da distribuição da renda entre os municípios e não supõe, portanto, que a distribuição é constante no tempo e bem comportada como faz a análise tradicional de regressões lineares de crescimento.

3.1 – Cadeia de Markov⁹ – introdução

A técnica estatística utilizada aqui para testar a hipótese de convergência de renda per capita entre os municípios da Região Nordeste é baseada na representação dinâmica interna de uma função densidade por meio de cadeias de Markov. Uma Cadeia de Markov (discreta, finita e de primeira-ordem) é um processo estocástico¹⁰ no qual a probabilidade $p_{i,j}$ de uma variável aleatória X estar em um estado j em qualquer ponto do tempo $t+1$ depende apenas do estado i que ela estava em t , não dependendo dos estados em períodos anteriores (ver, Novaes, 1975, Bailey, 1990, Marcus, 1986). Tem-se, então:

$$P\{X(t+1) = j / X(0) = i_0, \dots, X(t-1), X(t) = i\} = P\{X(t+1) = j / X(t) = i\} = p_{i,j}$$

Assumindo-se que esse processo é constante ao longo do tempo, tem-se que a Cadeia de Markov é completamente determinada pela Matriz de Transição Markoviana linha estocástica (π):

esses continuassem sendo remunerados pelo equivalente às suas respectivas produtividades marginais (Teorema de Euler), ou seja, isso implica abandonar a hipótese de mercados competitivos para esses fatores. A solução de Arrow (1962) seria incorporar a noção de learning by doing que evita a necessidade de remunerar tecnologia, para uma boa explanação desse ponto ver o capítulo dois de Aghion e Howitt (1998).

⁹ Os comentários feitos aqui baseiam-se em Quilis (1997) e Bickenbach e Bode (2001).

¹⁰ Processo estocástico é um sistema que evolui ao longo do tempo de acordo com uma determinada lei de probabilidades (ver Stokey e Lucas, 1989, para uma apresentação formal).

$$\pi = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1N} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{N1} & P_{N2} & \dots & P_{NN} \end{bmatrix} \quad p_{ij} \geq 0, \sum_{j=1}^N p_{ij} = 1, 0$$

que resume as N^2 probabilidades de transição p_{ij} ($i, j=1, \dots, N$) e a distribuição inicial $h_0=(h_{10}, h_{20}, \dots, h_{N0})$, $\sum_j h_{j0} = 1$, descrevendo as probabilidades iniciais dos vários estados. Portanto, o vetor de probabilidade inicial, h_0 , descreve a distribuição regional de renda no começo do primeiro período de transição.

Nesse trabalho, a Matriz de Transição é definida como a probabilidade p_{ij} de que uma região pertença à classe de renda j em $t+1$, desde que ela estivesse na classe i em t . Assim, a segunda linha apresenta a probabilidade, para um indivíduo da segunda-menor classe de renda ($i=2$), de descer para a classe de renda menor durante um período de transição (p_{21}); de ficar na classe p_{22} ; de mudar para a próxima classe de renda maior (p_{23}); e assim por diante. Uma vez tendo movido-se para outra classe de renda uma região comportar-se-á de acordo com a distribuição de probabilidade relevante para aquela classe.

Como em Quah (1993), Bieckenbach e Bode (2001) e em geral na literatura de Convergência de Renda, o processo estocástico é usualmente assumido para ser invariante no tempo, o que significa que a matriz de transição pode ser usada para descrever a evolução da distribuição de renda para qualquer horizonte de tempo. Isso possibilita analisar a dinâmica de longo prazo da renda per capita sem precisar se apoiar na hipótese heróica das regressões de crescimento que, ao detectar convergência no passado, apostam que o futuro será uma mera repetição do que ocorreu no passado. Os processos markovianos dependem apenas da última informação e não de toda informação relativa ao passado, assim, mesmo que no estado inicial detecte-se um processo convergente, a distribuição limite pode ser estratificada negando a condição inicial.

Assim, a distribuição Regional de Renda depois de muitos períodos de transição (de t para qualquer $t+m$) pode ser calculada simplesmente multiplicando-se a matriz de transição m vezes por ela mesma, usando a dispersão em tempo t como ponto de partida, i. e.,

$$h_{t+m} = h_t \Pi^m$$

Sabe-se que, se a Cadeia de Markov é regular, a distribuição deve convergir em direção a uma distribuição de renda estacionária h^* que é independente da distribuição de renda inicial h . Assim, uma forma de testar a hipótese de matriz de transição estacionária é multiplicar a matriz por ela mesma várias vezes e observar se ela converge para valores constantes.

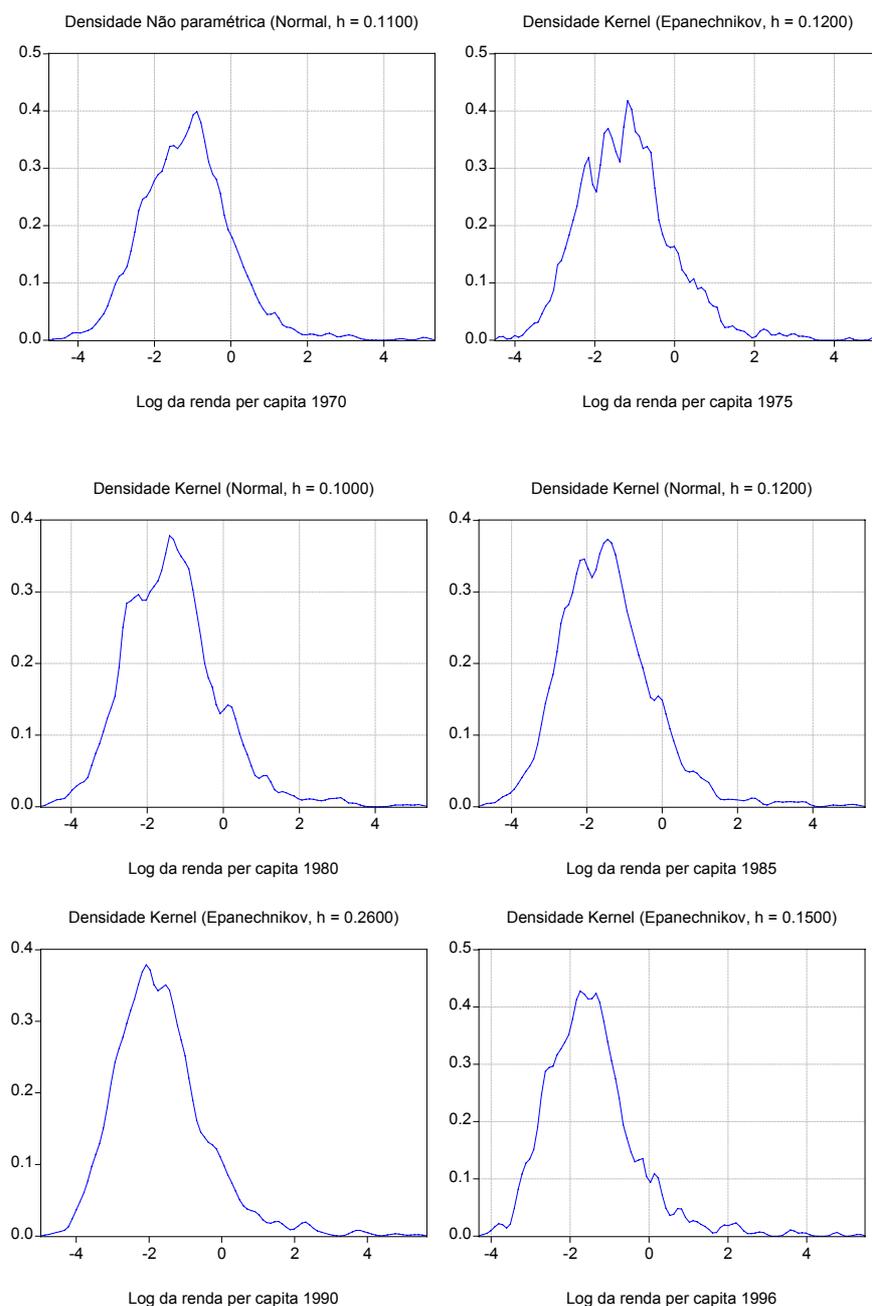
Uma distribuição limite estimada unimodal significa que a hipótese de convergência não pode ser negada pelos dados da amostra, pois todos as regiões tendem para um mesmo valor comum médio. Já uma distribuição limite bimodal indica a presença de atratores locais das regiões que levariam a formação de clubes de convergência que agrupam regiões ricas e regiões pobres (ver Quilis, 1997).

3.2 Teste de Quah e matriz de Markov.

Quah (1993) apresenta uma longa lista de argumentos contra os testes convencionais de convergência. O principal deles é a incapacidade das regressões de crescimento de analisar o comportamento e a dinâmica da distribuição da renda per capita entre as economias, vizinhas ou não, com as quais um determinado país mantém relações, e de todas as

economias, a qual pode estar modificando-se ao longo do tempo. Dessa forma, os testes baseados em regressão de Barro não captam, devido a hipótese de estacionariedade das regressões cross-section, a mudança na participação relativa dessas economias em relação à distribuição da renda *per capita* e outros fatores socioeconômicos no início do período, o que é o mais provável de ocorrer ao longo do tempo.

Quah, então, propõe uma nova abordagem, que analisa o comportamento dinâmico da distribuição inteira da renda *per capita*. O objetivo é analisar o comportamento “externo” dessa distribuição ao longo do tempo. Trata-se de analisar a cada período o formato externo de uma função densidade estimada das rendas *per capita*s dos estados, municípios e regiões dentro de um mesmo país ou entre países. Essa técnica permite também analisar as eventuais mudanças intradistribuição e a distribuição de renda de longo prazo. Dada uma matriz de probabilidade de transição de um nível de renda para outro, estima-se a provável distribuição-limite de longo prazo.



Como primeiro passo para analisar o comportamento dinâmico da distribuição de renda relativa, estimou-se uma seqüência de funções densidades¹¹ não paramétricas, relativa aos dados de renda per capita dos municípios da região Nordeste (série IPEA-PNUD e IBGE) do Brasil. O estimador usado foi o de núcleo (*Kernel estimator*), calculado a partir da relação entre o logaritmo da renda *per capita* e a média observada dos municípios da região Nordeste. Os Gráficos acima mostram a evolução dessas distribuições de renda *per capita* nos períodos considerados.

Essas estimativas mostram, em cada período, o “formato externo” da função densidade. A característica comum a todas as densidades estimadas é a de multimodalidade, o que nega a hipótese de convergência absoluta para um único ponto de renda *per capita* média e, ao mesmo tempo, favorece a hipótese de formação de clubes de convergência, ou seja, grupos de países com rendas estacionárias distintas, convergindo internamente, mas divergindo entre os grupos, esse processo é conhecido também como polarização e/ou estratificação entre grupos de ricos e de pobres.

Tabela: Estatísticas descritivas das séries de PIB per capita dos municípios da Região Nordeste do Brasil - 1970-96.

Ano	Média	Máximo	Mínimo	Desv. Padrão
1970	-1,137	5,099	-4,532	1,172
1975	-1,190	5,036	-4,369	1,182
1980	-1,338	5,142	-4,592	1,255
1985	-1,454	5,129	-4,620	1,250
1990	-1,661	5,360	-4,705	1,281
1996	-1,455	5,307	-4,153	1,168

A seqüência obtida para os municípios da região Nordeste revela algumas informações sobre a evolução da distribuição¹²: o desvio-padrão aumenta no período tanto de 1970 para 1980 como de 1970 para 1990, caindo em relação a 1996. Em 1970, a série concentra-se abaixo da média e nela são detectados dois grupos; em 1975 e 1980, o número de grupos (quebras na série) aumenta e a assimetria mantém-se; nos últimos quadros, as séries de 1985 e 1990 mostram a formação de dois grupos que concentram a maioria dos municípios, sendo um logo abaixo da média da distribuição e outro logo acima, o que corrobora a hipótese de clubes de convergência com polarização. A série de 1996 indica a presença de um pequeno grupo logo acima da média, o que caracterizaria um processo de estratificação da renda per capita entre municípios do Nordeste.

As distribuições de probabilidade estimadas para os municípios brasileiros também apresentam variabilidade no período e quebras que apontam para a conformação de uma estrutura bimodal no final do período. O intervalo entre os valores máximos e mínimos tende a estreitar-se, porém o desvio-padrão aumenta de 1,172 em 1970 para 1,281 em 1990.

Além do formato “externo” da distribuição de probabilidades em cada período, o método de Quah propõe que se analise o provável comportamento de longo prazo da distribuição estimada, e se detecte o padrão de mudança interna de posição das regiões de um estrato para outro no tempo. Assim, agora estima-se a distribuição-limite das economias por

¹¹ As densidades foram obtidas usando-se métodos de alisamento não-paramétrico a partir de uma função Gaussiana Kernel e Epanechnikov, com o *bandwidth* (“largura” ou parâmetro de alisamento) selecionado otimamente, segundo Silverman. Uma introdução à estimação não paramétrica de densidades e uma aplicação para distribuição dos retornos de ações brasileiras encontra-se em (Hardle & Linton, 1994) e Delgado (1995), respectivamente.

¹² Deve-se observar que os resultados obtidos aqui não são robustos a mudanças nos valores das janelas (*bandwidth*) apesoa do *h* ter sido escolhido de modo ótimo.

estrato de renda. Nesse sentido, encontra-se a matriz de Markov e, depois, o vetor-limite da série. Em cada caso, supõe-se que a matriz de transição é estacionária e obedece a um processo ergódico.¹³ A matriz de transição da cadeia de Markov, ajustada aos dados conforme a metodologia proposta por Quah (1993), é a seguinte:

$$P := \begin{bmatrix} .55556 & .4444 & 0 & 0 & 0 \\ .055621 & .8189 & .1254 & 0 & 0 \\ .1416 & .8416 & .01666 & 0 & 0 \\ 0. & .083333 & .3333 & .58333 & 0 \\ 0. & 0. & 0. & .4 & .6 \end{bmatrix}$$

A matriz de probabilidades acima mostra o percentual de transição dos municípios de 1970 para 1996. Assim, por exemplo, a linha 1 coluna 1, P_{ij} mostra que 55% dos 257 municípios que estavam no estrato de renda mais baixo em 1970 nele permaneceram em 1996; 44,4% saltaram para o estrato imediatamente superior e nenhum passou para para o estrato $[-0,15 \ 1.84]$ ¹⁴, ou seja, esse quadro mostra a transição dentro da distribuição.

As funções densidades mostram o comportamento externo da distribuição de renda entre os municípios. Já essa matriz de transição mostra o comportamento intra-distribuição. Assim, dos 257 municípios no estrato mais baixo em 1970, apenas 142 permanecem neste estrato em 1996 e 116 migram para o estrato imediatamente superior em 1996.

Pode-se observar que a tendência, na passagem do período inicial para o período final, é a formação de dois grupos de municípios: um, com rendas *per capita* entre $[-2.15, -0.15)$, seria o grupo dos pobres; o outro, com rendas médias acima da média regional, seria o grupo dos relativamente ricos. Outra observação, além da formação de blocos de municípios ricos e pobres, que parece confirmar a hipótese de polarização do modelo de Quah (1997), é que se constata que a maioria dos municípios permanecem no grupo com menor renda e que apenas 5 deles alcançam os estratos de renda mais elevados em 1996.

O próximo passo consiste em estimar a distribuição-limite do processo de Markov, ou seja, encontrar a distribuição dos municípios e estados por estrato de renda no longo prazo¹⁵ e analisar o resultado. Busca-se, então, a solução característica do seguinte sistema: $Px = x$. No sistema, P é a matriz de transição de Markov e x é o vetor de variáveis estado, que denotam os cinco estratos de renda. Tomando-se a matriz identidade menos a transposta da matriz P e multiplicando-se pelo vetor x (5×1 , uma variável para cada estrato de renda), obtém-se um

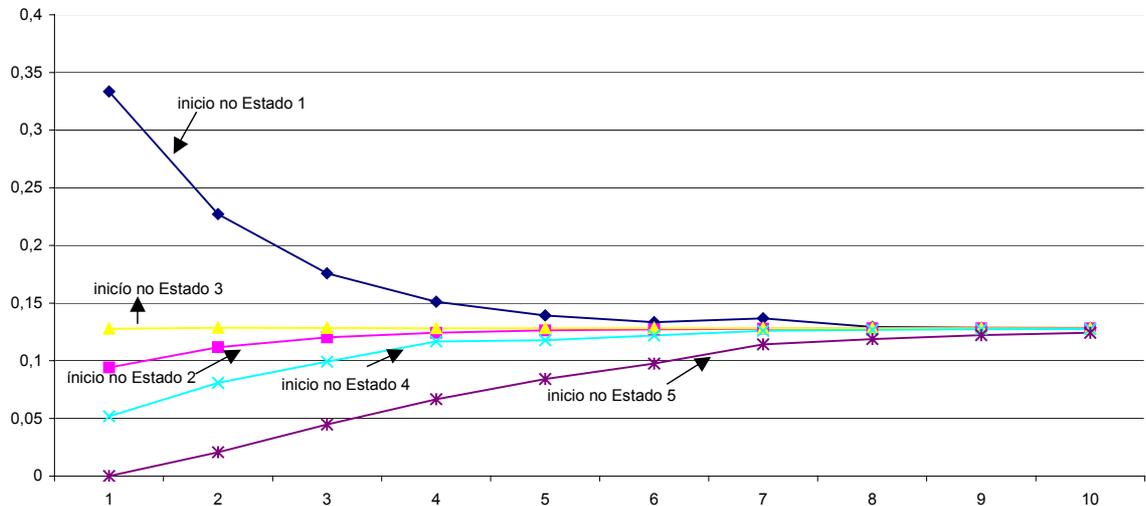
¹³ Fingleton (1998) desenvolve um teste de estacionariedade para matriz de transição. Optou-se, aqui, por apresentar uma intuição de como cada estado converge para um determinado valor estacionário, o que indica que a distribuição tem um valor-limite e, portanto, pode ser considerada ergódica, em que “cada estado é alcançado no final a partir de cada um dos outros estados.” (Fingleton, 1997, p. 388).

¹⁴ Os municípios foram agrupados em faixas de renda *per capita* relativa: $[-4.5, -2.15) =$ muito pobre; $[-2.15, -0.15) =$ pobre; $[-0.15, 1.84) =$ média; $[1.84, 3.84) =$ acima da média e $[3.84, 5.84) =$ rico. A estratificação aplicada aqui é arbitrária e segue a literatura na escolha de 5 estratos de renda distintos.

¹⁵ Uma forma intuitiva de observar se há convergência do sistema para uma distribuição-limite é encontrar a matriz de ordem n para sucessivos estados $\phi(n) = P^n$ e observar como se comporta a evolução do processo (cada estado) partindo-se de vários pontos iniciais diferentes. Se o processo tende, assintoticamente, para algum valor, pode-se concluir que o sistema converge para uma fase de regime o que implica que o sistema tem uma distribuição limite a qual se manterá constante nos estágios seguintes (Novaes, 1975, p.44). O gráfico 30 reproduz este exercício para o estrato de renda dos dados relativos à renda *per capita* dos municípios.

sistema com cinco equações e cinco incógnitas; busca-se, então, a solução deste sistema¹⁶, de tal forma que a soma das raízes características seja 1.

Variação da probabilidade de ocorrência do estrato de renda muito pobre para 5 condições iniciais diferentes - municípios da Região Nordeste do Brasil.



Essa matriz gera um sistema¹⁷ que tem raiz característica , ou seja, existe uma solução não-nula, o que permite prever o comportamento de longo prazo da distribuição intermunicipal de rendas *per capita*s.

A tabela abaixo apresenta essas estimativas e a distribuição de renda observada nos períodos 1970, 1975, 1980, 1985 e 1996 para os municípios da região Nordeste. A tabela indica uma tendência de concentração dos municípios nos estratos de renda inferiores no longo prazo (90%), dos quais 13% permanecerão no grupo dos muito pobres. Os restantes 10% estarão, no longo prazo, no estrato de renda média.

Tabela: Frequência (%) observada e estimada dos municípios da região Nordeste do Brasil -1970-1996

1970	1980	1985	1990	1996	Steady State
18,73	21,57	26,97	29,88	27,62	13,00
64,07	62,10	57,80	56,41	61,59	77,00
15,67	14,65	13,34	11,88	8,75	10,00
1,31	1,53	1,68	1,53	1,75	-
0,22	0,22	0,22	0,23	0,36	-
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A análise da evolução no tempo mostra que, em 1970, o número de municípios relativamente mais pobres era de 18,73%, tendo aumentado o número de municípios relativamente muito pobres no período analisado. Ainda, nota-se que, pelas estimativas de

¹⁶ Busca-se resolver: $[I-P].x = 0$, acrescentando-se a restrição de que o somatório das variáveis do vetor x é um, o que corresponde a encontrar o autovetor de P associado ao autovalor 1.

¹⁷ $[I-P_{i,j}].[x_1, x_2, x_3, x_4, x_5] = 0$. Como as equações não são linearmente independentes, impõe-se a restrição adicional de que a soma das variáveis x deve ser igual a 1 (probabilidades). Busca-se o autovetor de P associado ao autovalor um. Quando este sistema apresenta solução não nula, ele possui uma distribuição-limite estacionária e única (Bailey, 1990).

Markov, o estrato dos pobres decresce continuamente, sobretudo pela migração para o grupo de classe de renda média que passará de 8,75% em 1996 para 10% no *steady state*. Os municípios considerados muito pobres que perfazem 27,62% em 1996, devem diminuir no longo prazo passando para um percentual de 13%.

Por outro lado, o número de municípios ricos (acima da média e mais ricos) era muito pequeno em 1970 (1.51%), aumentando nos períodos subsequentes (2.1% em 1996), e com uma tendência a desaparecer no longo prazo.

Outra conclusão importante que pode ser extraída da tabela é que há um processo de estratificação com a formação de três clubes de convergência: um clube de municípios cuja renda alcança a renda média da região Nordeste (10%), outro grupo de municípios pobres com relação à renda *per capita* relativa da região (77%), e um grupo de municípios muito pobres que concentra 13% do total dos municípios. Contudo, a tendência mais acentuada é de os municípios muito pobres ou muito ricos migrarem para os estratos de renda média.

Essas observações negam a hipótese de convergência absoluta da renda *per capita* entre os municípios da região Nordeste, o que ocorre seja porque o número de pobres é crescente, seja porque o número de municípios com renda média deve aumentar no longo prazo.

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicou-se, nesse trabalho, a metodologia proposta por Quah aos dados de renda *per capita* dos municípios do Nordeste do Brasil. Os resultados, em todos os casos, apontam para a formação de clubes de convergência e de polarização entre ricos e pobres e também negam a hipótese de convergência absoluta. Entre os 1372 municípios da região Nordeste, há uma tendência de longo prazo de formação de três clubes: um clube de renda abaixo da média, com 77% dos municípios; um grupo de renda média, que conteria 10 % dos municípios; e um muito pobre, abarcando os 13% restantes. Há, portanto, uma tendência, na região Nordeste, de polarização entre um grupo de classe média e outro de pobres.

Esses resultados corroboram o que boa parte da literatura vem indicando: se novos choques não alterarem favoravelmente a distribuição de renda entre os estados e regiões no Brasil, há uma tendência de persistência na concentração da renda *per capita* em regiões do Centro-Sul do país e de perpetuação do atraso relativo das regiões Norte e Nordeste. Observando-se apenas a região Nordeste, verifica-se que não há sinais de convergência absoluta em relação à região Sudeste e que, internamente, os estados e municípios não convergem para uma mesma renda média de longo prazo.

BIBLIOGRAFIA

- ABLAS, Luiz Augusto de Queiroz. **Intercâmbio desigual e subdesenvolvimento regional no Brasil**. São Paulo, Pioneira – FINEP, 1985.
- ALONSO, W. Five bell shapes in Development. **Papers of the Regional Science Association**, v. 45, 1980.
- ARROW, Kenneth J. The economics implications of learning by doing. **Review of Economics Studies**, v. 29, p. 155-173, June, 1962.
- AZARIADIS, Costas and DRAZEN, Alan. Threshold Externalities in Economic Development. **Quarterly Journal of Economics**, v. 105, 1990.
- AZZONI, Carlos R. Crescimento econômico e convergência das rendas regionais: o caso brasileiro à luz da nova teoria do crescimento. **Anais da ANPEC- Florianópolis, 1994**.

- _____. Concentração Regional e Dispersão das Rendas per Capita Estaduais: análise a partir de séries históricas estaduais de PIB, 1939-1995. **Estudos Econômicos**, vol. 27, n. 03, 1997.
- _____. **Indústria e Revisão da polarização no Brasil**. São Paulo. IPE/USP, 1985.
- _____. Os vários Brasis e suas Desigualdades. **Rumos do Desenvolvimento**. mar.-abril, 1995.
- BAILEY, Norman T. J. **The elements of Stochastic Processes – with applications to the natural sciences**. John Willey & Sons, 1990.
- BARRO, Robert J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of Economics**, may, 1991.
- BARRO, Robert J. and SALA-i-MARTIN, Xavier. Convergence. **Journal of Political Economy**, vol. 100, 1992, n. 21.
- _____. Convergence across states and regions. **Brookings Papers**, 107-82, 1991.
- BARRO, Robert & SALA-i-MARTIN, Xavier. **Economic Growth**. McGraw-Hill Advanced Series in Economics, 1995.
- BAUMOL, W. J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **American Economic Review**, 76, 5, Dec. 1986, 1072-1085.
- BEN – DAVID, Dan. Convergence Clubs and Subsistence Economies. **NBER Working Paper Series**, n. 6267, 1997.
- BERNARD, Andrew B. And DURLAUF, Steven N. Interpreting tests of the convergence hypothesis. **Journal of Econometrics**, 71, 1996.
- BICKENBACH, Frank e BODE, Eckhardt. Markov or not Markov- This should be a question. **Working paper Kiel Institute of World Economics**, December, 2001.
- BULLI, S. Distribution Dynamics and cross-country convergence: a new approach. **Scottish Journal of Political Economy**, 48(2), 2001.
- CARLINO, Gerald A. Are U.S. regional incomes converging? A time series analysis. **Journal of Monetary Economics**, 32, 1993.
- DELGADO, Sylvia. A distribuição de probabilidade dos retornos das ações no Brasil: uma abordagem não-paramétrica. **Revista de econometria**, vol. 15, n. 1, abril-out., 1995.
- DINIZ, Clélio Campolina & CROCCO, Marco Aurélio. Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira. **Nova Economia**, Belo Horizonte, julho, 1996.
- DINIZ, Clélio Campolina e LEMOS, Maurício Borges. Mudança do padrão regional brasileiro: determinantes e implicações. **Análise Conjuntural**. Curitiba, Iparde, v.8, n.2, p. 32-42, 1986.
- DURLAUF, Steven N. On the convergence and divergence of growth rates. **Economic Journal**, July/1996.
- DURLAUF, Steven N. And QUAH, Danny T. The new empirics of Economic Growth. **Centre for Economic Performance Discussion Paper**, n. 384, January, 1998.
- FERREIRA, Afonso Henriques Borges. O debate sobre a convergência de rendas per capita. **Nova Economia**, v.05, n.02, dez./1995.
- _____. Concentração Regional e Dispersão das Rendas per capita Estaduais: um comentário. **Estudos Econômicos**, São Paulo, vol. 20, n.01, jan.-mar., 1999.
- FERREIRA, Pedro Cavalcanti e ELLERY JR, Roberto. Crescimento econômico, retornos crescentes e concorrência monopolística. **Revista de Economia Política**, vol 16, n. 02, abril/junho de 1996.
- FINGLINGTON, Bernard. Specification and testing of Markov chain models: an application to convergence in the European Union. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 59, 3, (1997).

- GUIMARÃES NETO, Leonardo. **Desigualdades Regionais e Federalismo. In: Desigualdades Regionais e Desenvolvimento (Federalismo no Brasil).** (vários). São Paulo: FUNDAP: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- HARDLE, Wolfgang and LINTON, Oliver. Applied Nonparametric Methods. In: **Handbook of Econometrics**, volume IV. 1994.
- JONES, Larry E. and MANUELLI, Rodolfo E. A convex model of equilibrium growth: theory and policy implication. **Journal of Political Economy**, v.98, 5, p. 1008-1038, October, 1990.
- LUCAS, R. E. On the mechanics of Economic development. **Journal of Monetary Economics**. v. 22, n. 1, p. 3- 42, 1988.
- MAGALHÃES, André, HEWINGS, Geoffrey, AZZONI, Carlos R. Spatial dependence and Regional convergence in Brazil. **Anais da XXVIII Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, Campinas-SP, 2000.
- MAGRINI, S. The evolution of Income Disparities among the regions of the European Union. **Regional Science and Urban Economics**, 29(2), 1999.
- MANKIW, N. Gregory, ROMER, D. And WEIL, David N. A contribution to the empirics of Economic Growth. **Quarterly Journal Economic**, v. 107, n. 2, p. 407-37, 1992.
- MARCUS, Marvin. **A survey of finite Mathematics**. 1986.
- MENEZES, Tatiane e AZZONI, Carlos R. Convergência de renda real e nominal entre as regiões metropolitanas brasileiras: uma análise de dados de painel. **Anais da XXVIII Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, Campinas-SP, 2000.
- MONTEIRO NETO, Aristides & VERGOLINO, José R. de Oliveira. Crescimento econômico e convergência da renda nos Estados do Nordeste brasileiro. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**. Águas de Lindóia, dez., 1996. Anais da ANPEC.
- NEVEN, D., C. GOUYETTE. Regional Convergence in the European Community. **Journal of Common Market Studies**, 33(1), 1995.
- NOVAES, Antônio Galvão N. **Pesquisa operacional e transportes: modelos probabilísticos**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975.
- OXLEY, Les and GREASLEY, David. A Time-Series Perspective on Convergence: Australia, UK and USA since 1870. **Economic Record**, vol. 71, n. 214, september 1995.
- QUAH, Danny. Empirical cross- section Dynamics in Economic Growth. **LSE Working Paper**, november, 1993.
- _____. Galton's Fallacy and tests of the convergence hypothesis. **Scandinavian Journal of Economics**, vol. 95, n. 04, p. 427-443.
- QUAH, Danny T. Twin peaks: growth and convergence in models of distribution dynamics. . **Economic Journal**, july/1996
- _____. Comments on Productivity convergence and international openness(by Gavin Cameron, James Proudman and Stephen Redding). **CEP and Economics Department LSE**, november 1997.
- _____. Empirics for Economic Growth and Convergence. **Centre for Economic Performance Discussion Paper**, n. 253, july, 1995.
- ROCHA, Francisco José Sales e VERGOLINO, José Raimundo de Oliveira. Convergência, desigualdade e concentração de renda nas microrregiões do Nordeste brasileiro: 1970-1998. **Anais do XXX Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, Nova Friburgo-RJ, 2002.
- ROMER, P. M. Increasing Returns and Long Run Growth. **Journal of Political Economy**, n. 94, n. 5, p. 1002 –1037, 1986.
- _____. The origins of Endogenous Growth. **Journal of Economics Perspectives**, volume 8, n. 1 – Winter, 1994.
- _____. Endogenous technological Change. **Journal of Political Economy**, Oct., p. 71-102, 1990.

- SALA-I-MARTIN, XAVIER X. The classical approach to convergence analysis. . **Economic Journal**, july/1996.
- SALA-I-MARTIN, Xavier X. I just two million regressions. . **AEA (Papers and PROCEEDINGS)**, vol. 87, n.02, may/97
- SILVEIRA NETO, Raul da Mota e AZZONI, Carlos Roberto. Radiografando a convergência regional: fontes setoriais e mudanças estruturais. **Anais da XXVIII Encontro Nacional de Economia da ANPEC**, Campinas-SP, 2000.
- SOLOW, Robert. A contribution to the theory of Economic Growth. **Quartely Journal of Economics**, 70, 1, p. 65-94, Feb., 1956.
- SOUZA, Nali de Jesus. Polarização e Despolarização Industrial no Brasil e no Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, Porto Alegre, n. 13, ano 8, março, 1990.
- _____. Convergência e crescimento endógeno., Porto Alegre, CPGE-UFRGS, 1997. (**Texto para Discussão**, n. 10/1997).
- STOQUEY, L. and LUCAS JR, Robert; (PRESCOT, Edward). **Métodos recursivos em economia dinâmica**. Harvard University Press, Cambrigde, 1989.
- VERGOLINO, José Raimundo de Oliveira e MONTEIRO NETO, Aristides. Crescimento econômico e convergência da renda nos Estados do Nordeste brasileiro. **Anais da ANPEC, 1996, Águas de Lindóia, São Paulo**.
- ZINI Jr, Álvaro Antônio. Regional income convergence in brazil and its socio-economic determinants. **Economia Aplicada**, v.2, n. 2, 1998.