

CONVERGÊNCIA ENTRE A RENDA PER-CAPITA DOS ESTADOS BRASILEIROS

Pedro Cavalcanti Ferreira¹

Escola de Pós Graduação em Economia
Fundação Getúlio Vargas

Roberto G. Ellery Jr.

Universidade da Pensilvânia

Abstract: This paper aims to investigate if per capita income of the Brazilian states are converging, so that inequality among them are declining, and also to estimate the speed of convergence. The methodology follows Barro and Sala-i-Martin(1992b). Our estimates confirm the hypothesis of convergence for the Brazilian states, either using the concept of β convergence (the existence of a inverse relationship between initial per capita income and growth rate) or σ convergence (the decline over time of the dispersion of per capita income). However, the speed of convergence estimated is much smaller than estimates for the U.S. states and European regions.

¹Os autores agradecem os comentários dos professores Afonso Arinos M. F. Neto, Aloisio Pessoa Araújo, Carlos Lavale, João Victor Issler, Maria Cecilia Prates, Renato Fragelli Cardoso; também agradecem aos participantes dos seminários da disciplina de Economia Avançada II, do Grupo de Macro da PUC/EPGE/IPEA, do Congresso Anual da SBE e dois pareceristas anônimos. Agradecemos a CAPES e ao CNPQ pelo apoio financeiro. Qualquer erro remanescente é de inteira responsabilidade dos autores.

1. Introdução

O presente artigo busca verificar a existência ou não de convergência entre a renda *per-capita* dos estados brasileiros. Para tanto serão usados critérios alternativos para medir convergência, seguindo Barro e Sala-i-Martin(1990). Parte da análise baseia-se numa equação de crescimento derivada, através de uma aproximação log-linear, da trajetória de transição do modelo neoclássico de crescimento para economias fechadas. Neste caso, convergência seria expressa por uma correlação negativa entre renda inicial e crescimento (" β -convergência"). Outro critério será baseado na evolução ao longo do tempo da dispersão do produto *per-capita* dos estados (" σ -convergência"). Será demonstrado que o primeiro critério é condição necessária mas não suficiente para queda da dispersão entre a renda *per-capita* dos estados.

Adicionalmente, será medida a velocidade deste fenômeno. Barro e Sala-i-Martin(1992a) estimam que tanto a renda *per-capita* dos estados americanos quanto das regiões europeias se aproximam a uma taxa extremamente lenta, 2% ao ano, o que implica que os estados ou regiões mais atrasadas levarão cerca de 35 anos para reduzir à metade a distância que os separa dos ricos. Será mostrado que para o caso brasileiro a velocidade de convergência é mais lenta ainda. Isto implica que, se por um lado há uma tendência dos estados mais pobres reduzirem o "gap" que os separa dos estados ricos, por outro lado nossos resultados mostram que serão necessários cerca de 50 anos, *ceteris paribus*, para que esta distância caia à metade. Mostramos também que a velocidade de convergência estimada implica em um coeficiente do capital na função de produção superior à participação do capital no produto, se consideramos uma tecnologia Cobb-Douglas. Em outras palavras, os valores estimados implicam em externalidade ao capital (ou alternativamente, em um conceito mais amplo de capital, que incluiria capital humano) e no fato de que o rendimento decrescente ao capital é muito mais lento do que se poderia supor no modelo neoclássico tradicional.

É preciso ressaltar que estes resultados não estão isentos de controvérsia. Levine e Renelt(1992) apresentam uma crítica geral à robustez dos coeficientes em estimativas de contabilidade de crescimento. Entretanto, se grande parte das variáveis utilizadas por Barro(1991) não passam em testes de robustez, o mesmo não ocorre com renda inicial, a variável que nos interessa neste artigo. Cohen(1992) argumenta que, se capital humano for uma variável endógena, o produto de steady-state em Barro e Sala-i-Martin(1992a), bem como em Mankiw, Romer e Weil (1992), para o qual o produto de todos os estados

ou países está convergindo não está corretamente caracterizado e pode mesmo não existir. Neste caso, supondo que capital humano possa crescer sem limites, seguindo Lucas(1988), pode ser o caso que não exista um equilíbrio estacionário para o qual as economias estejam convergindo, embora estimativas que controlem pela taxa de poupança presente possam exibir correlação negativa entre crescimento e renda inicial.

A próxima seção desenvolve o modelo e o conceito de β -convergência. A terceira seção discute a construção da base de dados, enquanto a quarta seção apresenta as estimativas segundo o conceito de β -convergência. Na quinta seção aplicamos o conceito de σ -convergência baseado na dispersão relativa do produto per-capita, relacionamos os dois conceitos, e apresentamos os resultados das estimativas. Na sexta seção relacionamos nossas estimativas com rendimentos decrescentes e calculamos a meia-vida do processo de convergência para os estados brasileiros. Algumas considerações finais são apresentadas na seção 7.

2. O Modelo

A economia aqui apresentada segue o modelo neoclássico de crescimento, (Ramsey(1928), Cass (1965) e Koopmans(1965)) fazendo-se apenas algumas simples modificações devidas a Barro e Sala-i-Martin (1991 e 1992a e 1992b).

As hipóteses aqui utilizadas são as de uma função de produção do tipo $y = f(k) = Ak^\alpha$ e uma função de utilidade do tipo coeficiente de substituição constante. O modelo será inicialmente definido em unidades de eficiência e posteriormente transformado em valores *per-capita* para que possa ser estimado. Desta forma, produto por unidade eficiente e produto *per-capita* serão dados, respectivamente por $\hat{y}_t = Y_t / L_t e^{xt}$, e $y_t = Y_t / L_t$.

Nas expressões acima, Y é produto, L horas trabalhadas e x é o crescimento (exógeno) da produtividade. Variáveis com acento circunflexo são variáveis em unidades de eficiência e em letra minúscula são variáveis em valores *per-capita*.

O desenvolvimento do modelo nas próximas páginas visa obter uma equação relacionando a taxa de crescimento de uma certa economia com a sua renda (*per-capita*) inicial, e também obter a expressão do parâmetro que vai dar a velocidade de convergência para o *steady-state*. O modelo parte de um consumidor representativo que maximiza o fluxo de utilidade descontado escolhendo consumo, c, sujeito a restrição que

investimento em unidades eficientes ($\dot{\hat{k}} = \hat{k} - (\delta + x + n)\hat{k}$) é dado pela diferença entre produto e consumo por unidade eficiente. Isto é, o agente resolve:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \int_0^{\infty} \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} e^{(n-\rho)t} dt \\ & \text{s.a. } \dot{\hat{k}} = f'(\hat{k}) - \hat{c} - (\delta + x + n)\hat{k} \quad (1) \end{aligned}$$

Nas expressões acima, k representa o estoque de capital, δ sua taxa de depreciação, ρ a taxa de desconto intertemporal, e n a taxa de crescimento populacional. Da solução do problema obtém-se as seguintes condições de primeira ordem.

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = (\delta + x + \rho) - f'(\hat{k}) \quad (2)$$

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[f'(\hat{k}) - (\delta + \rho) \right] \quad (3)$$

No *steady-state* a taxa de crescimento do consumo por unidades de eficiência é igual a zero, o que implica que a taxa de crescimento do consumo *per-capita* é igual a x . Logo,

$$x = \frac{1}{\theta} \left[f'(\hat{k}^*) - \delta - \rho \right] \Rightarrow f'(\hat{k}^*) = \delta + \rho + \theta x \quad (4)$$

Da condição de transversalidade temos que $\rho > n + (1-\theta)x$.

O passo seguinte é realizar uma log-linearização em torno dos valores de *steady-state*², como forma de obter uma equação para o produto em função do tempo, e uma para β , o coeficiente teórico de convergência para o *steady-state*. Isto envolve uma

²Na expressão (4) acima, e em todas as seguintes, um asterisco indica o valor da variável no *steady-state*.

álgebra tediosa que está apresentada em apêndice de versões anteriores, disponível aos interessados. Neste é mostrado que a economia converge a uma taxa β , o que nos permite escrever a seguinte expressão para renda em *unidades de eficiência*:

$$\log[\hat{y}(t)] = \log[\hat{y}(0)]e^{-\beta t} + \log(y^*)(1 - e^{-\beta t})$$

onde:

$$2\beta = \left\{ \Psi^2 + \frac{4(1-\alpha)}{\theta} (\delta + \rho + \theta x) \times \left[\frac{\delta + \rho + \theta x}{\alpha} - (\delta + x + n) \right] \right\}^{1/2} - \Psi$$

$$\Psi = \rho - n - (1 - \theta)x$$

O próximo passo é a transformação da equação acima em unidades de eficiência para uma equação em valores *per-capita* para sua posterior transformação de tempo contínuo em tempo discreto. Daí deriva-se a taxa de crescimento do produto *per-capita* entre o período t_0 e t_0+T , para cada estado, que é dada por:

$$\frac{1}{T} \times \text{Log} \left(\frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) = B - \left(\frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \times \text{Log}(y_{i,t_0}) + \mu_t \quad (5)$$

Da expressão (5), desconsiderando a componente estocástica, é imediato verificar que a derivada da taxa de crescimento de cada estado em relação ao logaritmo do PIB *per-capita* inicial será igual a $-(1 - e^{-\beta T})/T$, de forma que um valor positivo para β levará a uma relação inversa entre taxa de crescimento e PIB *per-capita* inicial. Tal relação implicará que os estados mais pobres crescerão mais rapidamente levando a uma equalização entre os valores dos PIB's *per-capita* de todos os estados. A esta equalização dá-se o nome de β -convergência.

3. Construção da Base de Dados

O maior problema encontrado para a elaboração da base de dados a ser usada residiu no fato de os dados para PIB's estaduais só estarem disponíveis, em bases compatíveis, para o período entre os anos de 1970 a 1985, um intervalo de tempo pequeno para nosso objetivo.

Desta forma buscamos estimar os PIB's estaduais para o ano de 1990. A metodologia usada para isto consiste em observar a participação de cada estado na arrecadação total de ICMS nos anos de 1985 e 1990, depois calcular a taxa de crescimento desta participação para cada um dos estados. Esta taxa é aplicada ao PIB de 1985 encontrando, assim, uma estimativa para o PIB de cada estado para o ano de 1990. Note que é feita a hipótese (forte) de que existe uma correspondência entre as taxas de crescimento das participações no PIB e no ICMS, para cada um dos estados.

Dados para população dos estados foram obtidos no Anuário do IBGE para os anos entre 1970 e 1985. O ano de 1990 exigiu um pouco mais de trabalho, pois os dados só estão disponíveis para 1991. O problema foi resolvido via decomposição da taxa de crescimento entre 1985 e 1991. Para efeito de comparação utilizamos em algumas regressões estimativas do IBRE-FGV (Prates Rodrigues(1993)) da participação dos estados no PIB nacional no ano de 1990.

4. Resultados Empíricos: β -Convergência

As regressões foram feitas a partir da equação (5), com dados para 23 estados. A variável dependente é a taxa de crescimento do PIB *per-capita* entre 1970 e 1990. Utilizou-se o método de mínimos quadrados ordinários e a metodologia segue Barro e Sala-i-Martin(1992a e 1992b)

TABELA I

	1970-1990	1970-1990	1970-1990
β	0,0132427 (0,0077)	0,0290933 (0,0140)	0,0139039 (0,0063)
DN	-	0,0237387 (0,0108)	0,0259097 (0,0076)
DNE	-	-0,0109981 (0,0115)	-
DSE	-	0,0089301 (0,0109)	-
DS	-	0,0042786 (0,0043)	-
R^2	0,154481	0,539008	0,467122

Os valores entre parêntesis mostram o desvio padrão.

Na tabela acima a primeira regressão foi feita simplesmente rodando a equação (5) para o período 1970-1990. A segunda considera uma variável "dummy" para cada região, com objetivo de considerar as diversas diferenças existentes entre estas. A hipótese implícita aqui é que estados da mesma região estariam sujeitos a choques correlacionados entre si. Como na segunda regressão apenas a "dummy" da região Norte apresentou um coeficiente significativo, foi feita uma terceira regressão com apenas esta "dummy".

Todas as estimativas de β confirmam a existência de um processo de convergência entre os estados brasileiros, visto que nas três regressões obtêm-se valores positivos e altamente significativos para β . Note que o valor estimado do coeficiente beta para as regressões 1 e 3 está em torno de 0.013, inferior ao estimado por Barro e Sala-i-Martin, que encontraram coeficientes em torno de 0.02. Isto implica que a convergência entre os estados brasileiros é mais lenta que entre os estados americanos. De qualquer forma obtêm-se aqui uma evidência firme de que os estados mais pobres no Brasil estão diminuindo a distância que os separa dos estados ricos.

Uma primeira explicação para a discrepância dos valores estimados para o Brasil e E.U.A. está implícita no modelo e diz respeito às possíveis diferenças dos parâmetros para estes dois países. É relativamente simples mostrar³ que existe uma relação positiva entre β e x e entre β e n . Para altos valores de α (o coeficiente do capital na função de produção) esta relação é muito mais significativa para o crescimento da produtividade do trabalho do que para o crescimento da população. Como o crescimento histórico da

³ Veja Ellery Jr, R. e Ferreira, P. (1994).

produtividade do trabalho nos Estados Unidos é maior do que no Brasil (Maddison (1994)), apesar da população brasileira ter crescido mais rápido, isto pode explicar um valor estimado maior para β nos Estados Unidos, principalmente porque o valor implícito de α nos dois artigos é superior a 0.8, muito acima da participação do capital no produto.

A Tabela II apresenta estimativas de β usando as mesmas variáveis da tabela anterior, porém utilizando a projeção para 1990 do IBRE. Uma vez mais foi utilizado o método de mínimos quadrados ordinários.

TABELA II

RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS ESTIMATIVAS DO IBRE

	1970-1990	1970-1990	1970-1990
β	0,0168431 (0,0067)	0,0217953 (0,0130)	0,0170602 (0,0067)
DN	-	0,0062203 (0,0115)	0,0080024 (0,0075)
DNE	-	-0,0048410 (0,0122)	-
DSE	-	-0,0002237 (0,0115)	-
DS	-	0,0022808 (0,0120)	-
R^2	0,295397	0,345414	0,333025

Os valores entre parêntesis mostram o desvio padrão.

É interessante notar que qualitativamente os resultados da tabela I são mantidos, embora em dois casos os β estimados sejam maiores (eq. 1 e 3), o que implicaria convergência mais rápida. Nossa intuição para este resultado é que essas estimativas, por simplesmente projetarem para o período de 1985-1990 o comportamento da renda dos estados durante o período 1980-1985 superestimam a velocidade de convergência. Uma indicação disto está no fato de que, quando se utiliza somente os dados observados entre 1970 e 1985, o valor estimado de β é 0.0133 sem dummies regionais e 0.0134 com dummy para a região Norte., o valor de β praticamente coincidindo com o estimado na tabela I.

Outro ponto de interesse seria saber como se comporta o parâmetro β com mudanças nos períodos considerados para sua estimação. Com este propósito foram feitas seis regressões, referentes a dois sub-períodos, os resultados seguem na Tabela III.

TABELA III

PERÍODO	1970-1980	1970-1980	1970-1980	1980-1990	1980-1990	1980-1990
β	0,0070264 (0,0067)	0,0323294 (0,0123)	0,0244777 (0,0105)	0,0198874 (0,0137)	0,0234635 (0,0217)	0,0210750 (0,0103)
DN	-	-0,008361 (0,0123)	-	-	0,0578023 (0,0197)	0,0549762 (0,0129)
DNE	-	-0,027298 (0,0132)	-0,024860 (0,0102)	-	0,0017296 (0,0228)	-
DSE	-	0,077444 (0,0124)	-	-	0,0115646 (0,0197)	-
DS	-	0,0146840 (0,0130)	-	-	-0,003220 (0,0207)	-
R^2	0,05	0,39	0,27	0,11	0,56	0,53

Os valores entre parêntesis mostram o desvio padrão.

As três primeiras regressões correspondem ao período compreendido entre os anos de 1970 e 1980, enquanto as três últimas são referentes ao período decorrido entre os anos de 1980 e 1990. As regressões 1 e 4 foram feitas sem a utilização de nenhuma variável "dummy"; as de números 2 e 5 utilizam uma "dummy" para cada região. A 3 utiliza uma "dummy" para região Nordeste, enquanto a 6 utiliza para região Norte.

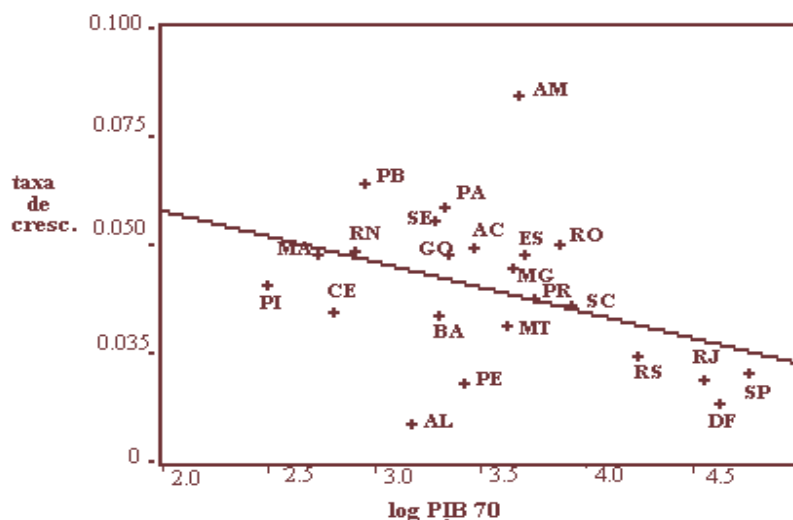
O principal resultado deste grupo de estimativas é a instabilidade das estimativas, uma vez que o valor encontrado para 1970-1980 é menos da metade do encontrado para a década seguinte. Isto indicaria uma aceleração a partir de 1980 do processo de "catching-up." O mesmo resultado foi obtido, utilizando técnica diferente, por Borges Ferreira(1995).

Finalmente foi feita uma estimação para β considerando as equações referentes às regressões 1 e 4 acima e impondo a restrição de que o valor de β era igual nas duas equações. O resultado foi um valor de 0,009863 para β , o que não difere muito do valor encontrado para o período inteiro (1970 - 1990).

Para outra ilustração do processo de β -convergência entre os estados brasileiros o gráfico abaixo mostra o logaritmo dos PIB's *per-capita* de estado nas ordenadas e a taxa

de crescimento nas abcissas. Foi plotada também a linha de regressão entre as duas variáveis.

FIGURA 1



Como pode ser visto no gráfico acima a relação entre as duas variáveis é claramente negativa, estados com PIB *per-capita* relativamente alto em 1970 (São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito Federal, por exemplo.) cresceram, em geral, a taxas inferiores à dos estados pobres, o que indica, portanto, β -convergência. O mesmo comportamento é observado quando plotamos as regiões contra o PIB inicial, como poderíamos esperar.

5. O Critério de σ -Convergência

Uma outra alternativa de se verificar a existência ou não de convergência é por meio do estudo da dispersão do logaritmo do PIB *per-capita* dos estados nos sucessivos anos. Convergência neste caso se dará se for observada queda na dispersão, o que indicaria estarem as rendas estaduais se aproximando. Note que embora este tipo de convergência (σ -convergência) esteja relacionado com β -convergência de uma maneira que desenvolveremos a seguir elas respondem a questões diferentes: β -convergência investiga se estados que estão abaixo de seu produto (por unidades de eficiência) de steady state crescem mais rápido, enquanto σ -convergência investiga se a dispersão da renda *per-capita* dos estados tende a cair com o tempo. Veremos a seguir β -convergência é condição necessária mas não suficiente para σ -convergência.

Inicialmente σ -convergência será medida por meio da variância das séries em cada ano observado. Ela pode ser relacionada com β -convergência a partir da seguinte versão da equação estimada:

$$\log\left(\frac{y_{i,t}}{y_{i,t-1}}\right) = a_i - (1 - e^{-\beta}) \times [\log(y_{i,t-1}) - x_i(t-1)] + \mu_{i,t}$$

onde $a_i = x_i + (1 - e^{-\beta}) \times \log(y_i^*)$.

Supondo um steady state comum para todos os estados e a mesma taxa de crescimento da produtividade é imediato verificar que a expressão acima se reduz a:

$$\log(y_{i,t}) = b + e^{-\beta} \log(y_{i,t-1}) + \mu_{i,t} \quad (6)$$

Da expressão acima e assumindo independência entre log do produto e entre resíduos de diferente períodos, e supondo que o resíduo possua média zero e variância igual a σ_{ut}^2 , obtém-se a seguinte expressão para a relação entre as duas formas de convergência:

$$\sigma_t^2 = e^{-2\beta} \sigma_{t-1}^2 + \sigma_{ut}^2$$

Supondo que a variância do resíduo seja constante para todo período t, a expressão acima é uma equação em diferenças cuja solução é dada por:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-\beta}} + \left[\sigma_0^2 - \frac{\sigma_u^2}{1 - e^{-\beta}} \right] e^{-\beta t}$$

onde σ_0 representa o desvio padrão do log da renda inicial. A expressão acima, com beta positivo, convergirá para um steady state dado por $\sigma^2 = \sigma_u^2 / (1 - e^{-\beta})$.

Logo, $\beta > 0$ só garantirá σ -convergência (isto é, queda na dispersão) se σ_0^2 for maior que σ^2 . Ou seja, β -convergência é condição necessária mas não suficiente para σ -

convergência. Isto porque caso o coeficiente de $e^{-\beta t}$ seja negativo, ou seja se σ_0^2 for menor que σ^2 , o valor de σ_t aumentará a medida que este termo tenda para zero.

Um exemplo onde pode ocorrer β -convergência embora não esteja havendo σ -convergência seria uma troca de posições entre os estados mais ricos e mais pobres. Neste caso haveria uma correlação negativa entre taxa de crescimento e o PIB *per-capita* inicial (β positivo), porém não existiria nenhuma tendência de queda da variância. Pode ocorrer até mesmo uma elevação na variância, no caso em que os estados mais pobres ficaram mais ricos do que eram antes os antigos estados ricos.

Aplicando operador de expectativas na equação (6) e mantendo as hipóteses feitas a respeito dos erros e do logaritmo do PIB *per-capita* de cada estado, obtém-se uma equação em diferenças para as médias do log da renda *per-capita* cuja a solução é dada por:

$$\mu_t = \frac{b}{1-e^{-\beta}} \frac{b}{1-e^{-\beta}} + \left(\mu_0 - \frac{b}{1-e^{-\beta}} \right) e^{-\beta t}$$

onde b é uma constante que depende dos parâmetros do modelo e μ_0 é média do log da renda dos estados em t_0 . No caso $\beta > 0$ a expressão acima convergirá para $\mu = b/(1-e^{-\beta})$. Como os dois primeiros momentos estão convergindo, se pudermos verificar que o logaritmo do PIB *per-capita* tem uma distribuição normal, vale a seguinte proposição:

Proposição: *Dadas as hipóteses básicas do modelo neoclássico de crescimento (especialmente que os estados convergem para o mesmo PIB per-capita de steady-state), vale o seguinte resultado: o PIB per-capita dos estados estão convergindo para uma distribuição estacionária normal com média $\mu = \frac{b}{1-e^{-\beta}}$ e variância $\sigma^2 = \frac{\sigma_u^2}{1-e^{-\beta}}$.*

Para testar a hipótese de normalidade da distribuição do logaritmo do PIB *per-capita* foram feitos testes de normalidade Jarque-Bera nas séries de logaritmo do PIB *per-capita* para os anos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1990. Em todos os casos a hipótese de normalidade é aceita com bastante segurança. Vale, portanto, a proposição acima.

5.1. Evidências para σ -Convergência

Como pode ser observado na segunda coluna da tabela IV os dados referentes ao período entre 1970 e 1985 mostram um claro processo de σ -convergência. As estimativas realizadas pelo IBRE confirmam a continuidade do processo de convergência para o ano de 1990, enquanto as estimativas próprias para o PIB de 1990 contrariam esta continuidade. Porém, seja qual for a base de dados utilizada, ao se considerar o período de 1970 a 1990 como um todo observa-se uma queda da variância.

TABELA IV

ANOS	σ^2	$\frac{\sigma^2}{\mu}$
1970	0,3473	0,0978
1975	0,3567	0,0922
1980	0,3297	0,0785
1985	0,2686	0,063
1990*	0,3041	0,0706
1990**	0,2453	0,0563

* Base própria

** Base do IBRE

É importante observar que o fato de os PIB's *per-capita* dos estados estarem aumentando com o tempo pode levar a uma subestimação da σ -convergência uma vez que existiria uma tendência natural da variância aumentar com o tempo. Este problema pode ser facilmente solucionado se, ao invés de considerarmos somente a variância passarmos a considerar o quociente de variação que é a razão entre a variância e a média de cada ano, como é feito na terceira coluna da tabela IV. De fato, a normalização pela média faz com que durante todos os anos compreendidos entre 1970 e 1985 exista uma queda período a período da dispersão. A exceção é o ano de 1990 para o caso em que for considerada a estimativa própria do PIB *per-capita* dos estados, repetindo o comportamento anteriormente observado para a variância.

Por fim será de interesse estimar o valor de σ_u^2 e σ^2 para o Brasil para se verificar tanto se está ocorrendo o caso em que β -convergência de fato implica em σ -

convergência, quanto se os dados indicam uma proximidade do *steady-state*. A conta será feita considerando os diferentes valores de β estimados a partir da base própria.

TABELA V

regressão	β	σ_u^2	σ^2
tab1.reg1	0,0132	0,00027225	0,00027589
tab1.reg3	0,0139	0,00017161	0,00017403
tab3.reg1	0,0133	0,00017689	0,00017927

Em todos os casos a variância de *steady-state* está abaixo da variância inicial (0,3473), o que indica que realmente está ocorrendo um processo de convergência no Brasil. Isto também implica que a renda *per-capita* dos estados brasileiros tendem a se aproximar ainda mais umas das outras, ou seja, a variância ainda deve cair bem mais.

Para o caso das regiões, o comportamento da variância e do coeficiente de variação está apresentado na tabela VI abaixo.

TABELA VI

ANOS	σ^2	σ^2/μ
1970	0,2106	0,0562
1975	0,2363	0,0573
1980	0,1780	0,0400
1985	0,1305	0,0292
1990	0,1549	0,0343

Verifica-se queda da variância durante todo o período, embora ela tenha aumentado em dois sub-períodos. Neste caso o problema não é resolvido dividindo-se a variância pela média, como pode ser visto na terceira coluna da tabela. O aumento da dispersão entre 1985 e 1990 pode ser explicado pela queda do PIB *per-capita* de algumas regiões e a recuperação em outras, notadamente no sudeste.

6. Rendimentos Decrescentes

Uma das principais razões teóricas para explicar o processo de convergência, no sentido de que países com maior renda inicial teriam menores taxas de crescimento, é a lei dos rendimentos decrescentes. Esta também explicaria a existência de convergência entre estados de um mesmo país o que, como foi mostrado, vem acontecendo no Brasil.

A explicação é simples. Com rendimentos decrescentes a remuneração do capital seria menor nos estados onde ele fosse mais abundante. A queda do retorno do capital desestimularia a poupança e portanto investimento e o processo de acumulação de capital. A continuidade deste processo leva a menores taxas de crescimento do capital e produto para níveis mais altos de capital *per-capita*. O processo de β -convergência descrito acima supõe uma economia fechada, mas a convergência do produto *per-capita* se aceleraria com mobilidade de fatores, já que o capital fluiria para regiões ou países onde ele fosse relativamente escasso e a remuneração superior. Para o caso de estados e regiões de um mesmo país, onde não existem maiores obstáculos para a mobilidade de fatores, o argumento via economia aberta se reforça.

A não existência de rendimentos marginais decrescentes, como nos modelos de crescimento endógeno de Romer(1986) e Rebelo(1991), seria incompatível com convergência. Isto porque nestes modelos o rendimento marginal do capital, que em equilíbrio é dado pela produtividade marginal do capital, é independente dos estoques de capital *per-capita*.

Para visualizar este processo, suponha uma função de produção Cobb-Douglas $f(k) = Ak^\alpha$, cuja a produtividade marginal é dada por $f'(k) = \frac{A\alpha}{k^{1-\alpha}}$. Com α entre 0 e 1, isto é, rendimentos marginais decrescentes, f' será tanto menor quanto maior for o nível de capital, o que em equilíbrio significa que o retorno do capital estaria declinando. Para o caso específico de $\alpha=1$, temos que a produtividade marginal do capital é independente de k e que a taxa de crescimento, que depende positivamente de f' , também não vai variar com o estoque de capital *per-capita*. Neste caso, $\beta=0$, o que equivale a dizer que não existe relação nenhuma entre o PIB inicial de um estado e a sua taxa de crescimento. Como β -convergência é condição necessária para σ -convergência, retornos marginais constantes dos insumos acumuláveis implicam na inexistência de convergência.

A tabela abaixo mostra os valores de α relacionados aos valores de β apresentados na Tabela I e para o primeiro β apresentado na Tabela II. A Tabela também apresenta a

meia-vida relacionada a cada um dos valores obtidos para β . Por meia-vida entende-se o tempo necessário para que os estados percorram metade da distância que os separam.

TABELA VII

β	α	meia-vida
0,0290933	0,777399	23,8
0,0168431	0,865049	41,2
0,0139039	0,887489	49,9
0,0132427	0,89261	52,3

A tabela acima ilustra a relação decrescente entre α e β . As nossas estimativas de β implicam em rendimentos marginais decrescentes nos estados brasileiros (os valores de α são todos menores que um) o que explica convergência. Adicionalmente pode-se observar a existência de uma relação inversa entre α e a meia-vida, que está em torno de cinquenta anos para estimativas de β entre 0.0132 e 0.0139. Desta forma, embora nossos resultados apontem para uma diminuição da distância entre os estados ricos e os pobres, a meia vida estimada implica por sua vez um processo muito lento de convergência: para que a diferença entre o produto *per-capita* dos estados ricos e pobres caia a metade serão necessários 50 anos, tudo o mais constante. Para os E.U.A., onde o β estimado é de cerca de 0.02, a meia-vida é bem inferior, somente 32 anos.

7. Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho indicam a existência de um processo de convergência entre o PIB *per-capita* dos diversos estados brasileiros. Isto pode ser concluído tanto a partir do conceito de β -convergência quanto do conceito de σ -convergência.

Considerando os valores encontrados para β e a Tabela 1 de Barro e Sala-i-Martin (1990), conclui-se que a meia-vida, metade do tempo que os estados levam para se deslocar até o PIB *per-capita* de *steady-state*, está entre 36,8 e 56,4 anos. Particularmente, considerando $\beta=0,013$, que foi o valor encontrado nas Tabelas 1 e 4, a

meia vida estaria em torno de 56,4 anos, bastante superior a encontrada para os estados americanos.

Quanto as principais alterações causadas em β pelos parâmetros exógenos do modelo, pode-se mostrar que um aumento da taxa de crescimento da produtividade da mão de obra leva a um aumento de β , o que provocaria uma queda na meia vida para convergência. Isto poderia indicar que, no caso brasileiro, com o fim da reserva de inform'tica e abertura comercial, a aceleração do processo de inovação e introdução tecnológica que se pode esperar implicará em diminuição das desigualdades regionais.

Cabem também algumas observações sobre a amostra utilizada. Devido ao pequeno tamanho desta (1970 a 1990, sendo que este último foi estimado), não se pode chegar a uma conclusão definitiva a favor de um processo histórico de convergência entre o PIB *per-capita* dos estados brasileiros. Barro e Sala-i-Martin(1992a), por exemplo, levaram em consideração mais de um século de dados para os estados americanos, o que mostra as limitações de nosso estudo. Outra limitação do modelo está na ausência de migrações e comércio entre os estados. Nosso arcabouço teórico é desenvolvido considerando os estados como economias fechadas. A introdução de fluxos de fatores e bens provavelmente alteraria as estimativas da velocidade de convergência, uma vez que haveria um movimento de fatores em direção aos estados mais pobres. É nossa intenção estender esta pesquisa nesta direção.

Referências

Barro, R. J.(1991); "Economic Growth in a Cross Section of Countries, " *Quarterly Journal of Economics*, 106, May, pp. 407-43.

_____ e Sala-i-Martin, Xavier (1990); "Economic Growth and Convergence Across the United States;" NBER discussion paper

_____(1992a); "Convergence Across States and Regions," in Cukierman, A. Hercowitz Z. e L. Leiderman (ed.), *Political Economy, Growth, and Business Cycles*, MIT Press, Cambridge, MA

_____(1992b); "Convergence," *Journal of Political Economy*; 100, pp. 223-51.

Borges Ferreira, A.F. (1995); "A Distribuição Interestadual da Renda no Brasil," Mimeo, Cedeplar.

Cass, D. (1965); "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation," *Review of Economics Studies*; v.32, July-1965, pp. 233-40.

Cohen, D. (1992); "Tests of the "Convergence Hypothesis": A Critical Note," CEPR discussion paper 691

Koopmans, Tjalling C. (1965); "On the Concept of Optimal Economic Growth," in *The Econometric Approach to Development Planning*, North Holland, Amsterdam.

Levine, R. and D. Renelt (1992); "A Sensitivity Analysis of Long Run Growth," *American Economic Review*, 82, pp. 942-63

Lucas, R., (1988); "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22, pp.3-42.

Maddison, A. (1994); "Explaining the Economic Performance of Nations, 1820-1989," in Baumol, W., Nelson, R. e E. Wolff, *Convergence of Productivity: Cross-National Studies and Historical Evidence*, Oxford University Press.

Mankiw, G., Romer, D. and D. Weil. (1992); "A Contribution to the Empirics of Economics Growth," *Quarterly Journal of Economics*, v107(2), pp 407-438.

Prates Rodrigues, M. C(1993); ".O PIB dos Estados Brasileiros," *Conjuntura Econômica*, dezembro 1993.

Ramsey, F.P.(1927); "A Mathematical Theory of Saving;" *The Economic Journal*; v. XXXVIII, n.152, dec-1928, pp. 543-59.

Rebelo, S. (1991); "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth"; *Journal of Political Economy*, 99, 500-521.

Romer, P.. (1986); "Increasing Return and Long Run Growth;" *Journal of Political Economy*, 1002-37.