

CONVERGÊNCIA DE RENDA PARA OS MUNICÍPIOS DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO UMA ANÁLISE MARKOVIANA - 2010 A 2015

Alex Rilie Moreira Rodrigues

Doutorando em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (UNIR)

E-mail: alexrilie@hotmail.com

RESUMO

Este Artigo examina a hipótese de convergência de renda para os municípios da região Centro-Oeste brasileiro no período de 2010 a 2015. A metodologia utilizada é a técnica proposta por Quah (1993), a qual faz uso das Cadeias de Markov, Matrizes de transição e distribuições limite, buscando identificar as classes de renda e sua mobilidade. Foram abordadas cinco classes de renda, e os dados utilizados referem-se ao PIB *per capita* dos 466 municípios da região Centro-Oeste composta por quatro estados: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. Os resultados obtidos revelam que um percentual elevado de municípios de alto PIB *per capita*, tenderem a retroceder a classes de renda com menor PIB *per capita* no longo prazo, indicando um processo de divergência de renda entre ricos e pobres, e assim o aumento da desigualdade local.

Palavras-chave: Convergência de Renda, Cadeias de Markov, PIB *per capita*, Centro-Oeste.

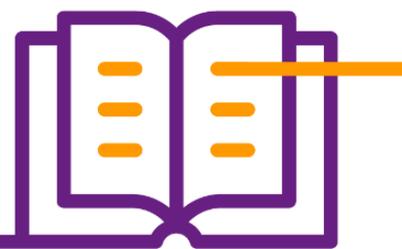
ABSTRACT

This article examines the hypothesis of income convergence for municipalities in the Brazilian Midwest region from 2010 to 2015. The methodology used is the technique proposed by Quah (1993), which makes use of Markov Chains, Transition Matrices and Limit Distributions, seeking to identify income classes and their mobility. Five income classes were addressed, and the data used refer to the GDP per capita of the 466 municipalities in the Midwest region, composed of four states: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás and the Federal District. The results reveal that a high percentage of municipalities with high GDP per capita tend to regress to income classes with lower GDP per capita in the long run, indicating a process of income divergence between rich and poor, and thus the increase of local inequality.

Keywords: Income Convergence, Markov Chains, GDP per capita, Midwest.

INTRODUÇÃO

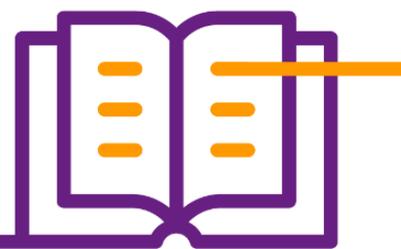
Na literatura encontramos inúmeros trabalhos recentes abordando a questão de convergência de renda *per capita*, e os resultados encontrados apresentam um processo lento



para sua convergência regional (criação de clubes de convergência) onde ricos e pobres formariam grupos distintos. Essas análises abordadas, partem do princípio que as hipóteses sobre a dinâmica da renda *per capita* regional e não uma análise focada na dinâmica desta renda. O presente trabalho estuda o comportamento dinâmico da renda *per capita* e de sua distribuição para os 466 municípios da região Centro-Oeste, onde temos quatro estados na região: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. No intuito de identificar a hipótese de convergência de renda entre os municípios do Centro-Oeste, este trabalho faz uso da metodologia proposta por Quah (1993), o qual utiliza o método de matrizes de Transição de Markov, para testar a hipótese de convergência de renda entre os municípios e em quais classes de renda os mesmos se concentram no longo prazo.

Na literatura existente sobre o tema o método de Corte Transversal vem sendo alvo de muitas críticas. Segundo Bernard e Durlauf (1996), os testes não acrescentam de forma significativa restrições ao comportamento criado pelo crescimento entre as regiões, quando comparado à técnica de Séries Temporais, onde o modelo deixa de dar importância ao estado estacionário das economias estudadas. Quah (1993) afirma que estes testes tendem a gerar dúvidas no resultado, tendo em vista à possível existência de vícios, uma vez que deixam de dar importância a dinâmica de mudança na distribuição de renda. A falácia de Galton (1886), Friedman (1992), mostra que apesar de ocorrer uma relação negativa, o modelo pode não encontrar uma redução da dispersão da renda (diretamente ou indiretamente). Duarte (2011), utiliza em seu trabalho uma forma alternativa de encontrar a existência de convergência, é a partir da utilização de técnicas de Séries Temporais. A definição de convergência de renda é comumente identificada não pelo confronto da renda inicial e o crescimento em um período t , e sim pela ocorrência de relação das previsões de longo prazo. Os testes mais usados nos trabalhos, é a verificação de raiz unitária e a análise de co-integração da série.

Bernard e Durlauf (1996), Durlauf e Quah (1999), em seus estudos, fazem críticas as técnicas de Séries Temporais, justo pelo motivo que esta técnica parte da premissa de que o processo estocástico gerador dos dados é invariante no tempo. Todavia, caso as economias estiverem em um momento de transição aos estados estacionários, será comprometida a



avaliação de convergência definida por uma média zero ou ausência de raiz unitária. Mesmo quando introduzido uma quebra estrutural nos testes de Raiz Unitária e se utilize a técnica de valores autorregressivo (método VAR), o método tende a uma tendência à rejeição da hipótese de convergência de renda tendo em vista que os testes possuem pouco poder.

Bernard e Durlauf (1996) em seu trabalho sugeriu, que na atualidade a evolução das técnicas de Corte Transversal e Séries Temporais estão defasadas e se faz necessário evolução. As técnicas atualizadas trariam uma integração da informação de transição do estudo de corte transversal da análise de estado estacionário da técnica de series temporais. Segundo os autores, a sugestão metodológica seria a abordada no trabalho de Quah (1993) o qual estima uma função geral de transição de Markoviana para os dados e infere uma distribuição-limite de corte transversal. Devido as abordagens discutidas anteriormente, optou-se por utilizar o método markoviano, que será abordado posteriormente na metodologia.

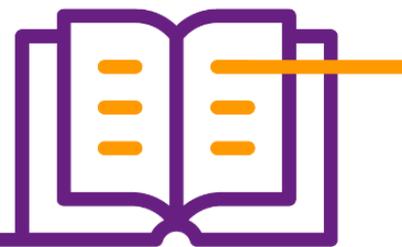
Após a introdução, o texto apresenta a revisão da literatura usada, onde será abordado a discussão sobre convergência de renda. O terceiro capítulo será apresentada a metodologia a ser utilizada e no quarto os resultados alcançados. Por último, será apresentado as considerações finais acerca do estudo.

REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de convergência se dá quando ocorre uma tendência positiva de diminuição progressiva no tempo das diferenças entre rendas Relativas das economias ricas e pobres.

Uma questão que emerge naturalmente nos estudos sobre o crescimento econômico tem a ver com a teoria que os países “atrasados” alcançaram os níveis de renda dos países avançados, isto é, se os níveis de renda entre eles convergirem, e, além disso, a que velocidade ou em quanto tempo, isso correria.

Baumol (1986) foi o precursor no debate de convergência de renda, o que posteriormente foi aperfeiçoado pelos trabalhos de Barro et al. (1991), Barro e Martin (1992) e outros autores.



Entre aos vários métodos de identificar a hipótese de ocorrência de convergência da renda, existe a tradicional, que é seguir abordagem proposta por Barro et al. (1991), Barro e Martin (1992), onde se aplica Mínimos Quadrados Ordinários da taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em relação ao log da renda *per capita* inicial do estudo.

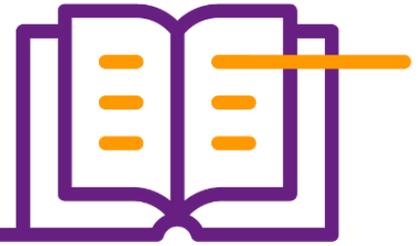
Para o Brasil, encontramos vários trabalhos abordando o tema da convergência de renda, entre eles pode-se citar: MELLO, 2010; LIMA et al., 2010; PENNA; LINHARES, 2013; SILVA et al. 2014; FIGUEIREDO; JUNIOR, 2015; FREITAS; ALMEIDA, 2015), dentre outros. Para convergência a nível municipal temos os trabalhos de: JUNIOR; RIBEIRO, 2000; LAURINI et al., 2003; CHAGAS; JR, 2003^a; JUNIOR; RIBEIRO, 2003; FERREIRA et al., 2008).

Podemos encontrar os testes de Markov nos trabalhos de Junior e Ribeiro (2003) e Fantinel (2016), onde mostram toda uma tendência a formação de clubes de convergência e a bimodalidade de pobres e ricos.

Chagas e Jr (2003b), aborda em seus estudos, os determinantes de crescimento econômico dos municípios brasileiros nos períodos de 1980 a 1991, onde comprovam a hipótese de convergência de renda entre os municípios no período analisado. Conforme a teoria de Solow (1956), aqueles de menor de menor renda *per capita*, cresceram taxas superiores àqueles de maior renda inicial, com os municípios das Regiões Norte e Nordeste apresentando um crescimento superior ao demais.

Já em trabalhos markoviano, o trabalho de Laurini et al. (2005) analisou a evolução da renda *per capita* dos municípios do Brasil no intervalo de 1970 e 1996, onde chegou ao resultado de tendências de formação de dois clubes de convergências distintos no período analisado. Ferreira et al. (2008), através do modelo de efeito limiar, no qual os grupos são selecionados de forma endógena para estudar a hipótese de convergência de renda, também verificaram a existência de clubes de convergência para os municípios brasileiros. Os testes identificaram a presença de 6 clubes nos municípios estudados.

E a partir desses o trabalho adota a técnica de matriz markoviana para análise da convergência de renda, como será abordado na metodologia.



METODOLOGIA

As matrizes de transição são uma maneira conveniente de resumir a evolução da distribuição global BARTHOLOMEW, 1967; COLLINS, 1975; BHAT; MILLER, 2002). De acordo com Bernard e Durlauf (1996), comenta em seu trabalho os pressupostos básicos do modelo de Cadeias de Markov: a teoria diz que a lei de movimento do processo deve ser inalterada no tempo e não deve apresentar memória. Uma particularidade observada neste método é que a distribuição estacionária da renda obtida por meio de estimações de probabilidades de transição nos mostra a direção de convergência de todo o sistema estudado.

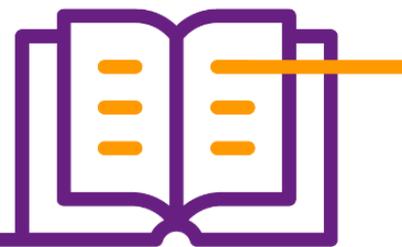
Bickenbach et al. (2001) define que em uma Cadeia de Markov como um processo estocástico tal que a probabilidade $P_{\alpha,\beta}$ de uma variável aleatória Y no estado β em qualquer ponto no tempo dependa apenas do estado α em que se encontra no tempo t , porém seja independente de momentos anteriores no tempo. Matematicamente, tem-se:

$$\begin{aligned} P\{Y(t+1) = \beta / Y(0) = \alpha_0, \dots, Y(T-1) = \alpha_{t-1}, Y(t) = \alpha\} &= P\{Y(t+1) \\ &= \beta / Y(t) = \alpha\} = P_{\alpha,\beta} \end{aligned} \quad (1)$$

Se o processo for constante no tempo, a Cadeia de Markov é completamente determinada pela matriz de transição markoviana Π , representada da seguinte forma:

$$\Pi = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{N1} & \dots & P_{NN} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Onde, $P_{\alpha\beta} \geq 0, \sum_{\beta=1}^N P_{\alpha\beta} = 1$



Os Parâmetros da equação (2) sintetizam todas as N^2 probabilidades de transição $P_{\alpha,\beta}$ ($\alpha, \beta = 1, \dots, N$) e a distribuição inicial $h_0 = (h_{10} + h_{20}, \dots, h_{N0})$, $\sum h_{\beta 0} = 1$ descreve a probabilidade inicial de vários estados.

Para o cálculo de matriz de transição markoviana, o estudo pretende usar como efeitos comparativos o PIB *per capita* para diferentes anos, onde utiliza-se o conceito de PIB *per capita* relativo, dividindo o PIB *per capita* de cada município pela do Estado a qual pertence em cada ano. Portanto:

$$y_t = \frac{y_t}{T_t} \quad (3)$$

y_t = é o PIB *per capita* relativo de cada município;

Y_t = é o PIB *per capita* de cada município;

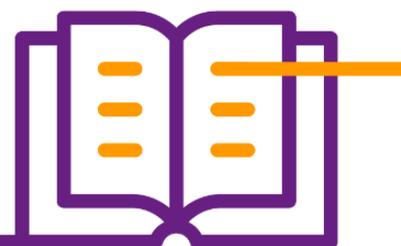
T_t = é o PIB *per capita* do Estado.

Toda série do PIB *per capita* relativo do intervalo analisado 2010 a 2015, deve ser dividida em N classes (ou estados). A probabilidade de transição de Markov é definida como a probabilidade $P_{\alpha\beta}$ de que um município faça parte de uma classe de renda β em $t+1$, dado que se situava na classe α em t .

Partindo da hipótese de que todo processo seja invariante no tempo estudado, a matriz de transição de Markov pode reproduzir a evolução da distribuição regional da PIB *per capita* sobre qualquer horizonte finito ou infinito do tempo.

Os dados do PIB *per capita* estadual e os municipais utilizados tiveram como fonte o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018), compreendendo a análise de 2010 a 2015.

Para o estudo utilizou-se os municípios agrupados em cinco classes de PIB *per capita* relativo: A, B, C, D e E. Onde as cinco classes estão definidas da seguinte forma:



A=[Min.; 0,68];

B=[0,68; 1,37];

C=[1,37; 2,05];

D=[2,05; 2,74];

E=[2,74; Max.].

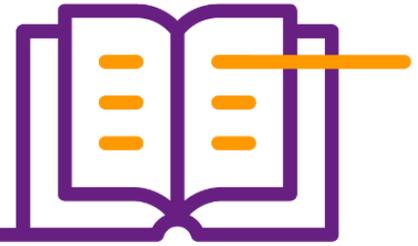
Onde: Min é o valor mínimo e Max é o valor máximo.

A classe A corresponde do valor mínimo até 50% do PIB *per capita*; A classe B corresponde do valor de 50% do PIB *per capita* até a média relativa do PIB *per capita* da região Centro-Oeste; A classe C corresponde à média relativa do PIB *per capita* da região Centro-Oeste até 50% acima da média relativa do PIB *per capita* da região Centro-Oeste; A Classe D corresponde o valor de 50% acima da média relativa do PIB *per capita* da região Centro-Oeste até o dobro do PIB *per capita* da região Centro-Oeste; A classe E corresponde ao valor do dobro do PIB *per capita* da região Centro-Oeste até o valor máximo.

Para essas cinco classes de renda, a matriz de transição markoviana pode ser representada da seguinte forma:

$$\Pi = \begin{pmatrix} P_{aa} & P_{ab} & P_{ac} \\ P_{ba} & P_{bb} & P_{bc} \\ P_{ca} & P_{cb} & P_{cb} \end{pmatrix} \quad (4)$$

A estimação da matriz pode ser estimada pelo método da Máxima Verossimilhança. Tendo em vista que existia apenas um período de transição, dado a distribuição inicial, tal que n_{β} seja o número absoluto de transições observadas de α para β , então a maximização de $Log_L = \sum_{\alpha, \beta=1}^N n_{\alpha, \beta} * Log P_{\alpha, \beta}$, sujeito às restrições $\sum p_{\alpha, \beta=1} e P_y \geq 0$ em relação a $P_{\alpha, \beta}$:



$$\phi_{\alpha\beta} = \frac{n_{\alpha\beta}}{\sum n_{\alpha\beta}} \quad (5)$$

$\phi_{\alpha\beta}$ é o estimador assintoticamente não viesado e comumente distribuído de máxima verossimilhança de $p_{\alpha,\beta}$.

Se a cadeia de markov for regular, pode-se então dizer que a distribuição convergirá em direção à distribuição de renda estacionária h^* , a qual é independente da distribuição inicial de renda h_0 .

A comparação entre a distribuição inicial da renda (h_0) e a distribuição estacionária (h^*) fornece indícios para concluir se as rendas tendem a convergir ou divergir. Ao observar a distribuição estacionária obtendo maiores frequências nas classes de renda médias do que nas distribuições iniciais, podemos evidenciar um processo de convergências de renda. Entretanto, quando observado altas frequência em classes de mais baixas e altas da distribuição estacionária os dados tendem a converter a uma divergência de renda.

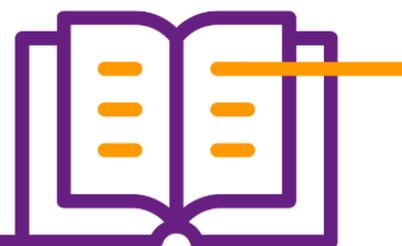
Π é a matriz de transição, e h , o vetor de variáveis estado, que demonstram as cinco classes anteriormente citadas. Para encontrar a distribuição de longo prazo ou distribuição limite do processo de Markov, deve-se primeiramente tomar a matriz identidade menos a transposta de Π e multiplicá-la pelo vetor h . Logo após chega-se a um sistema de equações linear com cinco equações e cinco variáveis para cada classe de PIB *per capita* (A, B, C, D e E), onde a soma das raízes das equações seja igual a um. Matematicamente, pode-se expressar esse sistema de equações da seguinte maneira:

$$\Pi_A = P_{aa} * \Pi_A + P_{ba} * \Pi_B + P_{ca} * \Pi_C + P_{da} * \Pi_D + P_{ea} * \Pi_E \quad (6)$$

$$\Pi_B = P_{ab} * \Pi_A + P_{bb} * \Pi_B + P_{cb} * \Pi_C + P_{db} * \Pi_D + P_{eb} * \Pi_E \quad (7)$$

$$\Pi_C = P_{ac} * \Pi_A + P_{bc} * \Pi_B + P_{cc} * \Pi_C + P_{dc} * \Pi_D + P_{ec} * \Pi_E \quad (8)$$

$$\Pi_D = P_{ad} * \Pi_A + P_{bd} * \Pi_B + P_{cd} * \Pi_C + P_{dd} * \Pi_D + P_{ed} * \Pi_E \quad (9)$$



$$\Pi_E = P_{ae} * \Pi_A + P_{be} * \Pi_B + P_{ce} * \Pi_C + P_{de} * \Pi_D + P_{ee} * \Pi_E \quad (10)$$

Como anteriormente apresentado, a soma das raízes das equações deve ser igual a um, Portanto:

$$\Pi_A + \Pi_B + \Pi_C + \Pi_D + \Pi_E = 1 \quad (11)$$

As soluções a ser obtida desse sistema linear tendem a gerar valores de longo prazo (*steady state*) para cada resultado de renda. $\Pi_A^*, \Pi_B^*, \Pi_C^*, \Pi_D^*, \Pi_E^*$ apresentam esses valores. Logo, o resultado, não deve ser nulo, e permite prever o comportamento no longo prazo das distribuições de PIB *per capita* dos municípios do Centro-Oeste brasileiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho abordou os municípios da região Centro-Oeste contendo 466 municípios em quatro estados pertencentes a região Centro-Oeste, e devido ao grande número de municípios, é interessante verificar, rigorosamente, a evolução em relação as distintas classes de renda. Para isso, na Tabela 1, estão dispostos os dados dos 5 maiores PIBS *per capita* e os 5 menores PIB *per capita* por estado da Federação com intuito descritivo dos cinco maiores e menores, para o ano de 2010 e a Tabela 2 para o ano de 2015.

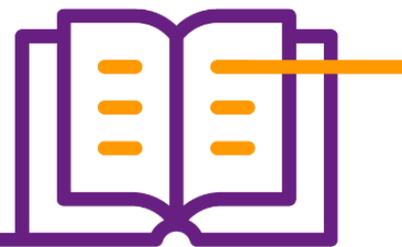
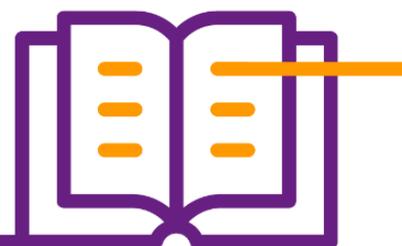


Tabela 1 – Estatísticas descritivas das séries de PIB *per capita* dos municípios - 2010.

	Mato Grosso	PIB <i>per capita</i> relativo	Mato Grosso do Sul	PIB <i>per capita</i> relativo	Goiás	PIB <i>per capita</i> relativo
Maiores	Santa Rita do Trivelato	3,7309	Selvéria	12,3270	Alto Horizonte	9,4967
	Campos de Júlio	3,2436	Chapadão do Sul	2,0539	Chapadão do Ceu	7,6789
	Alto Taquari	2,6111	Três Lagoas	2,0252	Perolândia	5,5239
	Itiquira	2,5738	Rio Brilhante	1,7837	São Simão	4,4353
	Sapezal	2,4670	Laguna Carapã	1,6441	Turvelândia	3,4694
Menores	Alto Paraguai	0,2987	Japorã	0,3088	Águas Lindas de Goiás	0,2774
	Acorizal	0,3180	Paranhos	0,3314	Novo Gama	0,2774
	Santa Terezinha	0,3411	Ladário	0,3716	Santo Antônio do Descoberto	0,2886
	Peixoto de Azevedo	0,3596	Coronel Sapucaia	0,3754	Teresina de Goiás	0,2989

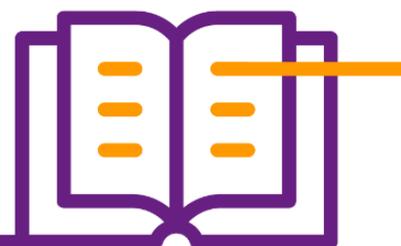


	São José do Povo	0,3641	Anastácio	0,4502	Buritinópolis	0,3161
--	------------------	--------	-----------	--------	---------------	--------

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das séries de PIB *per capita* dos municípios - 2015.

	Mato Grosso	PIB <i>per capita</i> relativo	Mato Grosso do Sul	PIB <i>per capita</i> relativo	Goiás	PIB <i>per capita</i> relativo
Maiores	Campos de Júlio	4,8069	Selvíria	7,8607	São Simão	6,1886
	Santa Rita do Trivelado	3,7987	Paraíso das Águas	2,7296	Davinópolis	3,9215
	Alto Taquari	2,9643	Três Lagoas	2,2077	Perolândia	3,8790
	Sapezal	2,5636	Chapadão do Sul	2,1284	Alto Horizonte	3,6236
	Reserva do Cabaçal	2,3077	Costa Rica	2,1173	Chapadão do Céu	3,5367
Menores	Alto Paraguai	0,2537	Japorã	0,3065	Novo Gama	0,2852
	Cotriguaçu	0,2951	Paranhos	0,3436	Bonfinópolis	0,3074
	São Pedro da Cipa	0,2953	Coronel Sapucaia	0,3816	Santo Antônio do Descoberto	0,3140
	São José do Povo	0,2987	Ladário	0,4092	Damianópolis	0,3140



	Barão de Melgaço	0,3103	Anastácio	0,5083	Águas Lindas de Goiás	0,3140
--	------------------	--------	-----------	--------	-----------------------	--------

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

Quando observado os municípios que aparecem com os maiores PIBs *per capita* relativos é possível identificar uma melhora nos valores dos municípios que ainda se apresentam em 2015 com os mais desenvolvidos. Já nos valores inferiores pode-se identificar uma mobilidade da renda onde-se observa ganho real de renda no tempo observado.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas das séries de PIB *per capita* dos municípios - 2010 a 2015.

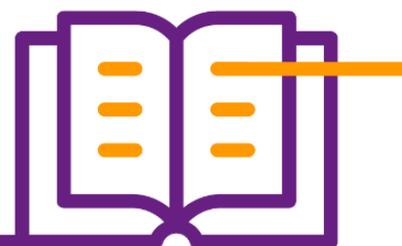
Ano	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
2010	12,327	0,2774	0,9285	0,9389
2011	9,7273	0,2809	0,9482	0,8787
2012	8,8734	0,2419	0,9603	0,8649
2013	9,7148	0,2473	0,9497	0,8055
2014	9,5999	0,2375	0,9212	0,7453
2015	7,8607	0,2537	0,9403	0,7246

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

A sequência obtida para os municípios da região Centro-Oeste revela algumas informações sobre a evolução da distribuição.¹ O desvio padrão tem caído em relação a 2010. Em 2010, a série concentra-se abaixo da média e nela são detectados dois grupos. Os números de grupos são ligados as (quebras na série) onde aumenta e a assimetria mantém-se. Em 2012 e 2013 mostram a criação de dois grupos, onde concentram grande parte dos municípios, sendo um logo abaixo da média da distribuição e outro logo acima, o que complementa a hipótese da criação de clubes de convergência com polarização.

Após a caracterização da estatística descritiva das mudanças de classes de renda, o trabalho parte direciona para o objetivo principal, que é o de estimar o percentual de municípios em cada faixa de PIB *per capita* relativo no longo prazo, no sentido de verificar se está havendo ou não convergência de renda.

¹ Os resultados obtidos aqui não são robustos a mudanças nos valores das janelas.



A matriz de transição markoviana (5x5) estimada para os dados dos 466 municípios da região Centro-Oeste entre os anos de 2000 e 2010 é:

$$\Pi = \begin{pmatrix} 0,9387 & 0,0613 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ 0,0744 & 0,8812 & 0,0433 & 0,0011 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,1762 & 0,7098 & 0,0984 & 0,0155 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,2195 & 0,6579 & 0,1316 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0299 & 0,1642 & 0,8060 \end{pmatrix} \quad (12)$$

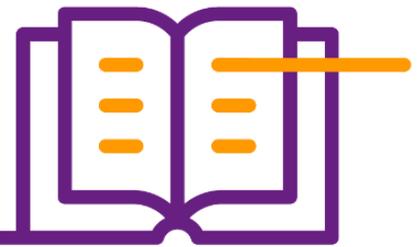
Onde cada linha da matriz deve somar o valor um, tendo em vista que cada uma dela representa a probabilidade de ocorrer a mobilidade de uma determinada classe de renda para todas disponíveis (nas cinco colunas de cada linha) como especificado anteriormente.

A matriz de probabilidade acima mostra o percentual de transição dos municípios do Centro-Oeste de 2010 para 2015. Por exemplo, 93,87% dos municípios que estavam na classe de renda mais baixa em 2010 (Classe A) continuaram na mesma situação em relação a estratos de renda. Já 6,13% deles melhoraram sua situação no período estudado, ou seja, "elevaram" do estado A para um superior (Classe B). Nenhum município conseguiu evoluir passando da classe de menor PIB *per capita* relativo (Classe A) para as três classes de maior renda *per capita* (Classe C, Classe D, Classe E).

A partir destes dados cria-se um sistema de equações lineares, a partir da matriz de transição, onde tem o intuito de determinar os percentuais de municípios que estarão em cada estrato de PIB *per capita* no longo prazo, é:

$$\begin{cases} \Pi_A = 0,9387 * \Pi_A + 0,0613 * \Pi_B \\ \Pi_B = 0,0744 * \Pi_A + 0,8812 * \Pi_B + 0,0433 * \Pi_C + 0,0011 * \Pi_D \\ \Pi_C = 0,1762 * \Pi_B + 0,7098 * \Pi_C + 0,0984 * \Pi_D + 0,0155 * \Pi_E \\ \Pi_D = 0,2195 * \Pi_C + 0,6579 * \Pi_D + 0,1316 * \Pi_E \\ \Pi_E = 0,0299 * \Pi_C + 0,1642 * \Pi_D + 0,8060 * \Pi_E \end{cases} \quad (13)$$

Para a seguinte afirmação:



$$\Pi_A + \Pi_B + \Pi_C + \Pi_D + \Pi_E = 1 \quad (14)$$

A resolução do sistema linear acima é revelada de acordo com os resultados abaixo:

$$\Pi_A=0,199923$$

$$\Pi_B=0,199923$$

$$\Pi_C=0,199919$$

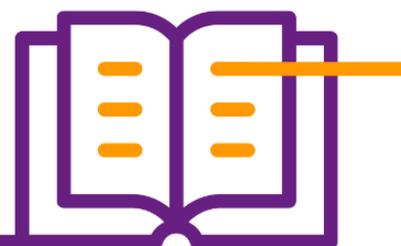
$$\Pi_D=0,200078$$

$$\Pi_E=0,200156$$

A Tabela 3, a qual apresenta frequências observadas dos municípios nas cinco classes de renda para os anos de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, além da estimada de longo prazo, deixa mais clara a dinâmica dos municípios do Centro-Oeste brasileiro durante o período analisado, no qual a tendência para a situação de *steady state*. A partir dos dados da equação (12), foi construído a matriz de transição, Π , deste processo de Markov.

$$\Pi_{(2)} = \begin{pmatrix} 0,8857 & 0,1116 & 0,0027 & 0,0001 & 0,0000 \\ 0,1353 & 0,7888 & 0,0691 & 0,0060 & 0,0008 \\ 0,0131 & 0,2803 & 0,5327 & 0,1374 & 0,0365 \\ 0,0000 & 0,0371 & 0,2919 & 0,4752 & 0,1959 \\ 0,0000 & 0,0053 & 0,0798 & 0,2433 & 0,6717 \end{pmatrix} \quad (15)$$

$$\Pi_{(3)} = \begin{pmatrix} 0,8397 & 0,1531 & 0,0067 & 0,0004 & 0,0001 \\ 0,1857 & 0,7156 & 0,0845 & 0,0117 & 0,0025 \\ 0,0331 & 0,3417 & 0,4203 & 0,1491 & 0,0558 \\ 0,0028 & 0,0841 & 0,3147 & 0,3735 & 0,2249 \\ 0,0004 & 0,0187 & 0,1281 & 0,2782 & 0,5746 \end{pmatrix} \quad (16)$$



$$\Pi_{(4)} = \begin{pmatrix} 0,7996 & 0,1876 & 0,0115 & 0,0011 & 0,0002 \\ 0,2275 & 0,6569 & 0,0935 & 0,0172 & 0,0049 \\ 0,0565 & 0,3772 & 0,3462 & 0,1490 & 0,0711 \\ 0,0088 & 0,1297 & 0,3124 & 0,3137 & 0,2353 \\ 0,0018 & 0,0391 & 0,1675 & 0,2900 & 0,5017 \end{pmatrix} \quad (17)$$

$$\Pi_{(127)} = \begin{pmatrix} 0,4498 & 0,3707 & 0,0934 & 0,0469 & 0,0393 \\ 0,4497 & 0,3707 & 0,0934 & 0,0470 & 0,0393 \\ 0,4495 & 0,3707 & 0,0935 & 0,0470 & 0,0394 \\ 0,4493 & 0,3707 & 0,0935 & 0,0471 & 0,0394 \\ 0,4492 & 0,3707 & 0,0936 & 0,0471 & 0,0395 \end{pmatrix} \quad (18)$$

$$\Pi_{(128)} = \begin{pmatrix} 0,4498 & 0,3707 & 0,0934 & 0,0469 & 0,0393 \\ 0,4497 & 0,3707 & 0,0934 & 0,0470 & 0,0393 \\ 0,4495 & 0,3707 & 0,0935 & 0,0470 & 0,0394 \\ 0,4493 & 0,3707 & 0,0935 & 0,0471 & 0,0394 \\ 0,4492 & 0,3707 & 0,0936 & 0,0471 & 0,0395 \end{pmatrix} \quad (19)$$

Obtemos que $M^{127} = M^{128}$. Deduzimos que $L - M^{127} = \log_{n \rightarrow \infty} M^n$.

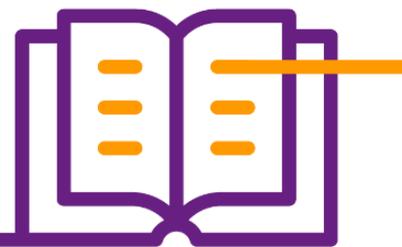
Quanto a distribuição de longo prazo temos a Tabela 4, após 127 interações, encontrou-se uma divisão com as classes seguintes: A, B, C, D e E. Enquanto os percentuais de 44,98% na classe A, 37,07% na classe B, 9,35% na classe C, 4,71% na classe D e 3,95% na classe E.

Tabela 4 - Distribuição de Longo Prazo, por classes de PIB *per capita* relativo.

A	B	C	D	E
44,98%	37,07%	9,35%	4,71%	3,95%

Fonte: Elaborado pelo Autor (2018)

A Tabela 3 mostra que, no longo prazo, deverá haver uma concentração de 82\% dos municípios nos dois estratos mais baixos (Classe A e Classe B), sendo que a (Classe A) será



aquela que ainda apresentará o maior número de municípios. Também é verificada uma redução no percentual dessas duas classes de renda no longo prazo, após a comparação com anos anteriores.

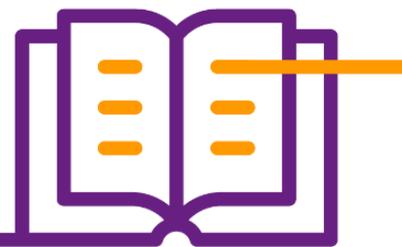
Espera-se uma diminuição do percentual na classe de mais alta renda (Classe E), no estágio *steady state*. Já as classes de rendas intermediárias-alta (Classe D) devem possuir um menor número de municípios, de acordo com o observado no modelo (12).

Portanto, pode-se negar a hipótese de convergência absoluta, não existindo uma classe única de renda para a qual todos os municípios se convirjam. O que podemos afirmar é que há uma migração de municípios das classes C, D e E para as classes em direção as classes A e B. Os estratos A e B, conforme destacado anteriormente, tender a ter um crescimento elevado na quantidade de municípios, afirmando a sua concentração alta em classes A e B.

Como observado, há um aumento no percentual de municípios nas classes (muito baixas - baixas) de renda e uma redução nas classes inferiores, é possível afirmar que há um processo de divergência ocorrendo para os municípios do Centro-Oeste brasileiro.

Objetivando descobrir quais são os fatores explicativos para a convergência de renda entre os municípios do Centro-Oeste, verificou-se, uma similaridade com o trabalho realizado por Fochezatto e Stulp (2008), onde utilizam as taxas de crescimento do VAB da agropecuária, da indústria, dos serviços e da população sobre o PIB *per capita* dos municípios.

Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados neste trabalho, o crescimento populacional foi variável foi a variável que mais impactou as diferenças entre os PIB *per capita* de 2010 e 2015. Ademais, Fochezatto e Stulp (2008), destaca que a variável de maior impacto sobre a convergência dos municípios, em termos de renda *per capita*, tem sido, e tende a perpetuar, o crescimento demográfico. Segundo os autores, esse fato decorre principalmente de ocorrerem migrações em direção às regiões em torno da região metropolitana das capitais.



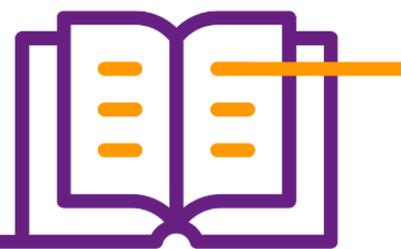
CONCLUSÃO

Aplicou-se neste estudo, a metodologia proposta no trabalho de David Quah aos dados do PIB *per capita* dos municípios da região Centro Oeste do Brasil. O objetivo do estudo é identificar a hipótese de convergência para os municípios da região. A metodologia aplicada se deu na técnica de Cadeias de Markov, matrizes de transição e distribuições limite com o intuito de verificar se haverá convergência de renda nos municípios do Centro-Oeste.

Os resultados sugerem que existirá um incremento no número de municípios que pertencerão às classes de renda A e B no Centro-Oeste, classes (muito baixas - baixas), respectivamente. Entretanto, o estrato de renda (muito baixo - baixo) será aquele que ainda possuirá a maior concentração de municípios do Centro-Oeste no longo prazo, percentual acima dos 70%. A classe de alto PIB *per capita*, classe (E), de acordo com o estudo teve uma queda considerável no longo prazo, representando 3,35% do total de 466 municípios.

É importante destacar que neste trabalho foi verificado que continua ocorrendo divergência do PIB *per capita* para os municípios tendo em vista a concentração da renda nas classes inferiores à média regional. No longo prazo houve a desconcentração dos valores (intermediários - alto) distribuindo os valores entre (muito baixo - baixo). Esse movimento mostra uma formação de municípios com alta desigualdade de renda entre 2010 a 2015.

Por fim, para a realização de trabalhos futuros, pode-se focar em analisar determinantes do processo de convergência de renda. Também será importante dar um maior enfoque espacial, já que há diferenças consideráveis no contexto regional do Centro-Oeste brasileiro. Um dos fatores que permeiam essa diferença regional se dá na heterogeneidade cultural, regional, geográfica e de acesso. Estudos também como esses são importantes para contribuir para que a região Centro-Oeste, em parceria com os setores público e privado, procure atuar mais precisamente na diminuição da desigualdade regional e de renda no momento mais adequado.



REFERÊNCIAS

BARRO, Robert J; MARTIN, Xavier Sala-i. Convergence. **Journal of political Economy**, The University of Chicago Press, v. 100, n. 2, p. 223–251, 1992.

BARRO, Robert J et al. Convergence across states and regions. **Brookings papers on economic activity**, JSTOR, p. 107–182, 1991.

BARTHOLOMEW, David J. Stochastic models for social processes. Wiley, 1967.

BAUMOL, William J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **The American Economic Review**, JSTOR, p. 1072–1085, 1986.

BERNARD, Andrew B; DURLAUF, Steven N. Interpreting tests of the convergence hypothesis. **Journal of econometrics**, Elsevier, v. 71, n. 1-2, p. 161–173, 1996.

BHAT, U Narayan; MILLER, Gregory K. **Elements of applied stochastic processes**. [S.l.]: Wiley-Interscience Hoboken eN. JNJ, 2002.

BICKENBACH, Frank; BODE, Eckhardt et al. **Markov or not Markov-This should be a question**. [S.l.], 2001.

CHAGAS, André Luís Squarize; JR, Rudinei Toneto. Fatores determinantes do crescimento local: evidências a partir de dados dos municípios brasileiros para o período 1980-1991. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2003.

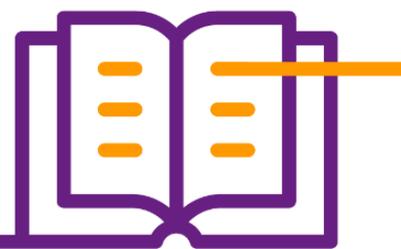
COLLINS, Lyndhurst. An introduction to markov chain analysis. In: GEO ABSTRACTSLTD. [S.l.], 1975.

DUARTE, Vilmar Nogueira. Convergência de renda: uma breve revisão dos principais conceitos e trabalhos empíricos. **Estudos do CEPE**, n. 34, p. 98–121, 2011.

DURLAUF, Steven N; QUAH, Danny T. The new empirics of economic growth. **Hand-book of macroeconomics**, Elsevier, v. 1, p. 235–308, 1999.

FANTINEL, Vinícius Dias. Convergência de renda entre os municípios gaúchos: uma análise markoviana—2001-10. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 44, n. 1, p. 9–16, 2016.

FERREIRA, Roberto Tatiwa; CRUZ, Mércia Santos da et al. Clubes de convergência na desigualdade de renda nos municípios brasileiros. In: ANPEC-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ECONOMIA [BRAZILIAN ASSOCIATION



OF GRADUATE PROGRAMS IN ECONOMICS]. **Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 36th Brazilian Economics Meeting]**. [S.l.], 2008.

FIGUEIREDO, Erik; JUNIOR, Sabino Porto. Persistência das desigualdades regionalismo brasil: polarização e divergência. **Nova Economia**, v. 25, n. 1, 2015.

FOCHEZATTO, Adelar; STÜLP, Valter J. Análise da convergência da renda per capita Municipal no rio Grande do Sul, utilizando modelo de markov-1985-98. **Ensaio FEE**. 29, n. 1, 2008.

FREITAS, Maria Viviana de; ALMEIDA, Eduardo. Existe realmente convergência de renda entre países? **Estudos Econômicos (São Paulo)**, SciELO Brasil, v. 45, n. 2, p.287–316, 2015.

FRIEDMAN, Milton. **Do old fallacies ever die?** [S.l.]: JSTOR, 1992.

GALTON, Francis. Regression towards mediocrity in hereditary stature. **The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland**, JSTOR, v. 15, p. 246–263, 1886.

JUNIOR, Sabino Porto; RIBEIRO, Eduardo. **Dinâmica espacial da renda per capita e crescimento entre os municípios da região Nordeste do Brasil-uma análise Markoviana**. [S.l.], 2003.

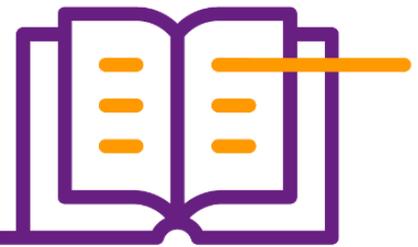
JÚNIOR, SdS Pôrto; RIBEIRO, Eduardo Pontual. Dinâmica de crescimento regional-uma análise empírica para a região sul. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, p.454–482, 2000.

LAURINI, Márcio et al. Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: uma análise não-paramétrica. **Documento presentado en el XXV Encuentro brasileño de econometría, Porto Seguro**, 2003.

LAURINI, Marcio; ANDRADE, Eduardo; PEREIRA, Pedro L Valls. Income convergence clubs for brazilian municipalities: a non-parametric analysis. **Applied Economics**, Taylor & Francis, v. 37, n. 18, p. 2099–2118, 2005.

LIMA, Luiz Renato; NOTINI, Hilton Hostalácio; GOMES, Fábio Augusto Reis. Empirical evidence on convergence across brazilian states. **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 64, n. 2, p. 135–160, 2010.

MELLO, Marcelo. Stochastic convergence across **Brazilian states**. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 30, n. 1, p. 23–52, 2010.



PENNA, Christiano; LINHARES, Fabrício. Há controvérsia entre análises de beta e sigma-convergência no Brasil? **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 67, n. 1, p. 121–145, 2013.

QUAH, Danny. Galton's fallacy and tests of the convergence hypothesis. **The Scandinavian Journal of Economics**, JSTOR, p. 427–443, 1993.

SILVA, Almir Bittencourt Da; FILHO, José Coelho Matos et al. A convergência da renda per capita nas microrregiões da região nordeste do Brasil. In: ANPEC-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CENTROS DE PÓSGRADUAÇÃO EM ECONOMIA [BRAZILIAN ASSOCIATION OF GRADUATE PROGRAMS IN ECONOMICS]. **Anais do XL Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 40th Brazilian Economics Meeting]**. [S.l.], 2014.

SOLOW, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, MIT Press, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.