**Educação e Crescimento Econômico: Evidências no modelo MRW ampliado**

*Angelo do Nascimento Nogueira[[1]](#footnote-2)*

*Carlos Enrique Carrasco-Gutierrez[[2]](#footnote-3)*

**Resumo**

A contribuição do capital humano para o processo de crescimento econômico e renda *per capita* é amplamente aceita na literatura econômica. Neste trabalho propõe-se uma versão alternativa ao modelo desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992) e posteriormente generalizado por Bernanke e Gürkaynak (2001) na qual incorporamos uma variável estruturante relacionado a aspectos de apoio à realização do capital humano. Utilizando uma base de dados em painel para os estados brasileiros no período de 1994 a 2016, avaliamos empiricamente a relevância da inclusão dessa variável e o seu impacto sobre o crescimento econômico. Os resultados mostram que o capital humano é um dos principais fatores de determinação do nível de renda, como apresentado na literatura, a variável capital estruturante apresenta-se estatisticamente significante na contribuição da taxa de crescimento da economia.

**Palavras-Chave**

Educação, crescimento econômico, modelo MRW ampliado.

**Abstract**

The contribution of human capital to the process of economic growth and per capita income is widely accepted in the economic literature. This paper proposes an alternative version to the model developed by Mankiw, Romer and Weil (1992) and later generalized by Bernanke and Gürkaynak (2001) in which we incorporate a structural variable related to aspects of support to the realization of human capital. Using a panel database for the Brazilian states from 1994 to 2016, we empirically evaluated the relevance of the inclusion of this variable and its impact on economic growth. The results show that human capital is one of the main factors determining the level of income, as presented in the literature, and the structural capital variable is statistically significant in the contribution of the growth rate of the economy.

**Keywords**

education, economic growth, generalized MRW model, extended MRW model

**1. Introdução**

O capital humano é considerado um fator importante na determinação da renda per capita e no crescimento econômico de um país, uma vez que possui influência direta sobre as habilidades do trabalhador e, consequentemente, sobre a produtividade do trabalho. Além disso, o capital humano também determina a renda por via indireta, afetando a quantidade de tecnologia disponível para ser utilizada no processo de produção. A contribuição do capital humano para o processo de crescimento econômico e renda *per capita* é amplamente aceita na literatura econômica.

O estudo do crescimento econômico tem, no trabalho seminal de Solow (1956), um importante marco teórico. Diversos modelos dele se derivaram, merecendo destaque o estudo de Mankiw, Romer e Weil (1992) – cujo modelo será doravante denominado MRW – que abordou a teoria do crescimento econômico incorporando a variável capital humano sobre a premissa de que diferenciais de renda entre países poderiam ser também explicados pelo nível de educação da população em cada um deles. Essa ampliação do modelo de Solow, incorporando o capital físico e humano como determinantes básicos do crescimento, contribuiu significativamente para o entendimento sobre as diferenças de renda per capita entre economias diversas. Muitos estudos foram desenvolvidos enfocando diversos aspectos desses capitais, na tentativa de não só obter as melhores *proxies* como também os melhores resultados econométricos.

Este trabalho tem por principal objetivo propor, a partir do MRW, um novo desdobramento dos fatores de produção com a inclusão de uma variável denominada capital estruturante, como uma importante parcela na contribuição da taxa de crescimento da economia. Partido do modelo MRW e incorporando esta variável encontramos as novas equações de equilíbrio. A essa nova proposta denominaremos doravante de *modelo MRW ampliado*. Finalmente testamos esta nova especificação para dados dos estados brasileiros.

A ideia da inclusão do capital estruturante se assenta na hipótese de que a realização do capital humano depende fundamentalmente de condições básicas de apoio e suporte. Sem elas, a renda crescerá em níveis menores, ou seja, o capital estruturante tem um grau de importância semelhante aos capitais físico e humano e, por conseguinte, também deverá ser considerado no modelo de crescimento econômico originário dos estudos de Solow e aprofundado em MRW.

A *proxy* a ser utilizada para testar a relevância da variável capital estruturante é composta de gastos de apoio à educação. Esses gastos são realizados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE[[3]](#footnote-4), e são compostos de uma cesta de programas e projetos educacionais: alimentação escolar, livro didático, dinheiro direto na escola, biblioteca da escola, transporte escolar, caminho da escola, reestruturação e aquisição de equipamentos para a rede escolar pública de educação infantil – Proinfância e construção e reestruturação de quadras escolares, entre outros. A centralização desses projetos no FNDE permite ganhos de escala na aquisição de bens e contratação de serviços destinados às unidades da federação.

Os resultados deste estudo indicam que evidências empíricas de que o capital estruturante resultou em impactos diretos e positivos sobre o PIB per capta. O capital humano continua sendo a parcela mais representativa do nível de renda.

Na *seção 2* apresentamos a revisão da literatura sobre crescimento econômico, com foco em capital humano, ou, mais especificamente, no fator educação. Em seguida, na *seção 3* desenvolvemos o modelo proposto com a inclusão da variável capital estruturante. A *seção 4* é destinada à apresentação dos resultados com a análise dos dados obtidos nos modelos estimados. A última seção se destina às considerações finais.

**2. Revisão da literatura**

Um importante ponto de partida para estudar crescimento econômico é o modelo de Solow (1956), já referenciado anteriormente. Esse autor desenvolveu em seguida muitas aplicações para esse modelo, o que lhe rendeu o Nobel de Economia por suas contribuições nesta área. Foi com base nesses estudos que surgiram os trabalhos seminais de Ted Schultz, Jacob Mincer e Gary Becker (Acemoglu, 2009, pg 85). Entretanto, uma das pesquisas mais influentes e amplamente citadas na literatura empírica sobre crescimento é o artigo de Mankiw, Romer e Weil (1992) "*A Contribution To The Empirics of Economic Growth*" cujo modelo proposto foi denominado de MRW. Eles realizaram uma avaliação empírica do modelo de Solow utilizando dados de vários países para um período de 1960 a 1985 e encontraram suporte para as previsões apontadas por esse modelo de referência. No estado estacionário e no longo prazo, o nível de produção real por trabalhador por país deveria estar correlacionado positivamente com a taxa de poupança e negativamente com a taxa de crescimento da sua força de trabalho. Os autores do modelo MRW concluíram que o modelo Solow aumentado, com a inclusão do capital humano, fornece melhores resultados para explicar o crescimento econômico dos países do que o modelo original.

Muitos outros autores vêm utilizando a estrutura de MRW para estudar o significado de fatores adicionais de produção. Merecem destaque, o modelo proposto por Bernanke e Gürkaynak (2001), pois, ao revisitarem MRW, concluíram que, em regra, esse modelo se aplica a quase todos os estudos sobre crescimento econômico, conforme mencionado anteriormente. Kesseler e Lülfesmann (2002) propuseram um estudo do capital humano sob os enfoques geral e específico, com base em MRW. O geral se refere à educação formal do indivíduo; o específico, aos cursos e treinamentos relacionados com a atividade laboral e que são geralmente fornecidos pela empresa onde o indivíduo trabalha. Ferreira, Issler e Pessoa (2003) testaram funções de produção para um painel de países, no período de 1960 a 1985, com base nos modelos MRW e de Mincer e concluíram que, para aquele caso específico, o modelo minceriano era mais apropriado do que o modelo de crescimento neoclássico generalizado (MRW). Nakabashi e Figueredo (2005) propuseram, com base em MRW, a utilização de uma *proxy* que incorporasse aspectos quantitativos ao capital humano, para um grupo de países produtores e não produtores de petróleo no período de 1960 a 1985. Concluíram que a utilização do IDH ou IDH2 como *proxy* para aspecto do capital trouxe melhores resultados do que os que foram apresentados originalmente no modelo MRW. Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010) estudaram, de forma comparativa, os modelos de MRW e de Mincer para os estados brasileiros no período de 1980 a 2002. Utilizando diferentes métodos de mensuração, estimaram o retorno marginal da educação e analisaram a importância do capital humano na determinação do PIB *per capta*.

Firme e Freguglia (2013) analisaram as condicionantes do crescimento dos municípios brasileiros para os anos de 1980, 2000 e 2010, utilizando MRW com uma especificação espacial de dados na forma de *cross-section*. Firme e Simão (2014), utilizando MRW, analisaram o crescimento da renda *per capta* dos municípios de Minas Gerais no período de 1991 a 2000. A inovação, neste caso, foi incluir controle para condições de saúde e controle robusto contra efeitos espaciais. Adicionalmente, discutiram sobre especificações de variáveis e as *proxies* mais utilizadas nos estudos para o Brasil. Cadil, Petkovová e Blatná (2014) analisaram a União Européia com base em dados estatísticos sobre o desemprego e crescimento, no período de 2007 a 2011. Concluíram que o capital humano não representou uma garantia de estabilidade econômica e rápida recuperação presumível em situações de crises, quando submetido ao efeito da sobre-educação - educação além das necessidades de uma dada região, por exemplo, a área rural.

Yoshino e Adidhadjaev (2016) utilizaram o modelo MRW para avaliar o impacto da infra-estrutura na economia. A análise empírica mostrou, nesse caso, que o investimento associado à formação em nível superior como *proxy* para o capital humano apresentou melhores resultados do que o vinculado ao nível médio de educação. Observaram que, para a infra-estrutura, o investimento público nos países em desenvolvimento teve um impacto positivo sobre a renda *per capta* nas duas últimas décadas, embora em magnitude fosse inferior ao investimento privado em aproximadamente um terço.

**3. O modelo MRW ampliado**

Partiremos, por simplificação, da hipótese de uma economia fechada e com apenas um bem final. Além disso, consideraremos as seguintes premissas:

a) Todas as famílias são idênticas, de modo que a economia admite um consumidor representativo, isto é, a demanda e a oferta de mão-de-obra da economia podem ser representadas como se resultassem do comportamento de uma única família;

b) Não são consideradas as preferências das famílias (funções de utilidade). Ao invés, assume-se inicialmente que eles economizam uma fração exógena constante de sua renda disponível, independentemente do que está acontecendo na economia. Esta é a mesma suposição usada em modelos keynesianos básicos e no Harrod-Domar;

c) Todas as empresas desta economia têm acesso à mesma função de produção para o bem final, ou seja, a economia admite uma empresa representativa, com uma função de produção agregada. Ademais, também assume-se que essa exibe retornos constantes de escala;

e) O capital é equivalente ao bem final da economia. Contudo, em vez de ser consumido, é usado no processo de produção de mais bens. Esse fator se subdivide em Capital Físico(Kt,), Capital Humano(Ht), Capital Estruturante(Qt);

f) A tecnologia (At), por outro lado, não tem unidade natural, ou seja, é um subproduto da atividade econômica e um mero deslocador da função de produção. Essa tecnologia é livre, o que implica que está disponível publicamente - não há custo - como um bem não-excludente e não rival.

Adicionalmente supõe-se que, para um determinado ente federativo, no tempo t, seu produto, Yt, depende de insumos, a saber: do trabalho bruto (Lt) e de quatro outros tipos de fatores acumulados: Kt, Ht, Qt e At. Os fatores de Kt, Ht e Qt são acumulados por meio do sacrifício de consumo corrente.

O capital físico é composto por infra-estrutura física, máquinas, equipamentos, ferramentas e quaisquer outros instrumentos de trabalho que contribuam para a produção do bem. O capital humano consiste na capacidade acumulada pelo trabalhador em razão da sua escolaridade e dos treinamentos e capacitações recebidos. Por sua vez, o capital estruturante representa as ações de apoio ao capital humano, representadas por políticas de melhoria educacional, que viabilizem o acesso à escola, a permanência efetiva do aluno nela e a melhoria das condições de ensino.

Os quatro fatores de produção se combinam para produzir um produto sob a hipótese de *retornos constantes de escala* (RCE) e na forma Cobb-Douglas[[4]](#footnote-5):

em que

: produto ou renda agregada,

Capital Físico;

Capital Humano;

Capital Estruturante;

tecnologia;

Trabalho bruto

A forma como o capital físico, humano e estruturante estão combinados pode ser obtida por meio dos coeficientes

O resultado do produto (ou a renda) tanto pode ser utilizada para consumo quanto transformado em capital físico (K), humano (H) e estruturante (Q):

Em que

: consumo no tempo t,

: derivada do capital físico no tempo t,

: derivada do capital humano no tempo t,

: derivada do capital estruturante no tempo t,

: taxa de depreciação do capital físico,

: taxa de depreciação do capital humano; e,

: taxa de depreciação do capital estruturante

A força de trabalho () cresce à taxa n, exógena,

A tecnologia (At) é acumulada de acordo com uma relação que vincula mudanças em A para um dado estado corrente da economia. Assim:

As hipóteses seguintes são que a economia segue uma *trajetória de crescimento equilibrado* (TCE), tendendo à condição de estacionaridade, em que depreciação constante do capital físico, humano e estruturante, denotado por , e respectivamente, ocorrem sobre o investimento bruto nos três bens de capital.

Sob a hipótese de RCE pode-se dividir (1) por para encontrar o produto por trabalhador:

Fazendo:

têm-se:

A dinâmica desse modelo é caracterizada pela dinâmica do capital pois At é exógena.

A equação fundamental no modelo de Solow com tempo contínuo é dada por:

Ou seja, o investimento é uma parcela da renda agregada. Daí decorre que a variação do capital, ou investimento bruto é obtida pela parcela da renda investida deduzida da parcela referente à depreciação do capital. Assim;

Derivando (7), (8) e (9) em relação a *t* e fazendo as devidas substituições com base em (11), (12) e (13), têm-se:

Sendo que , e correspondem, respectivamente, à parcela da renda investida em capital físico, humano e estruturante. A taxa de crescimento desses capitais, que, por simplificação, pode ser considerada constante ao longo da TCE, é dada por:

Neste caso, a taxa de crescimento do produto por trabalhador será:

Onde

Bernanke e Gürknaykan argumentam que como e são constantes ao longo da TCE, também deve ser constante. Então Y e K crescem a uma mesma taxa na TCE e, por similaridade, Y e H também crescem nessa mesma proporção. Adaptando ao que está sendo proposto, Y, K, H e Q compartilham uma taxa comum de crescimento "", de modo que:

Da equação (20), pode-se perceber então que *At*deve também crescer a uma mesma taxa constante, ou . A equação da tecnologia (At), sob a TCE, se reduz a:

Pode-se então resolver explicitamente para o produto por trabalhador na TCE. Sob a hipótese de taxas de crescimento iguais, no estado estacionário, e, como, por simplificação, , têm-se:

Sob condições de estado estacionário, as equações (14), (15) e (16) se igualam a zero, permitindo calcular:

Substituindo-se os valores de (25), (26) e (27) na equação de renda (10), e supondo, por simplificação, que todos os tipos de capitais aqui apresentados se depreciam a uma mesma taxa ou seja, chega-se à equação:

Aplicando log à equação (28) e efetuando as devidas simplificações, chega-se à equação MRW ampliada, correspondente ao produto por trabalhador, sob a condição de trajetória de crescimento equilibrado:

Definimos os parâmetros como:

; ; ; ;

O modelo pode ser testado por meio da equação:

**4. Análise Empírica**

**4.1 Dados**

A Tabela 2 resume as informações sobre as *proxies* utilizadas neste trabalho. Destaque-se que para capital físico, o consumo de energia elétrica industrial foi também adotado por Barreto e Almeida (2009), Keppe e Nakabashi (2009), Noronha et al (2010) e, por fim, Cangussu et al. (2010). Para capital humano, a *proxy* "média de anos de estudo" foi utilizada por Solow (1956), Lucas Jr (1988), Mankiw et al (1992), Coelho e Figueiredo (2007), Silva e Resente (2009) e Cangussu et al (2010) e Figueiredo (2011) e foi também a nossa opção. Com relação ao capital estruturante, variável que ainda não foi observada em outros estudos, utilizou-se o valor total das despesas com apoio à educação básica, representado por um conjunto de ações orçamentárias do governo federal brasileiro, nos seguintes programas: Alimentação Escolar, Transporte Escolar, Dinheiro Direto na Escola, Livro Didático, Programa de Ações Articuladas, ProInfância, entre outras. Essas ações orçamentárias foram selecionadas de 1994 a 2016 com foco na uniformidade dos dados de modo permitir uma comparação evolutiva dos gastos com educação ao longo desse período, segundo o conceito de despesas pagas.

Adicionalmente, tem-se uma variável composta, formada pelo somatório da taxa de variação populacional, acrescida da taxa média de depreciação de equipamentos e da taxa de crescimento tecnológica: . Calculou-se a taxa de crescimento populacional e, a esta, acrescentou-se uma taxa média de crescimento tecnológico, de 2%, e uma taxa de depreciação do capital, de 10%.

**Tabela 2 -** *Proxy*s utilizadas nos modelos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Variável | Nome | *Proxy* | Fonte |
|  | Renda *per capta* | PIB estadual *per capta a preços constantes* | Ipeadata e IBGE |
|  |  |  |  |
|  | Capital físico | Consumo de energia elétrica industrial por Estado | 1994 a 2004: Ipeadata  2005 a 2016: EPE |
|  |  |  |  |
|  | Capital humano | Média de anos de escolaridade para indivíduos acima de 25 anos | Ipeadata e IBGE |
|  |  |  |  |
|  | Capital Estruturante | Despesas com apoio à educação - conceito pago - valores constantes | Sigef/FNDE e RG/ FNDE |
|  |  |  |  |
|  | Mão-de-obra | População do estado | Ipeadata / IBGE |

*Fonte: elaborado pelo autor*

*Siglas: PIB - Produto Interno Bruto; IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Sigef - Sistema de Gestão Fiscal; FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação; RG - Relatório de Gestão; EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas.*

**4.2 Estatísticas descritivas**

A Tabela 3 apresenta as taxas de crescimento das variáveis utilizadas entre os anos 1996 e 2016. Podemos observar que a maior taxa de crescimento per capta observada foi no estado do Tocantins. Há várias explicações possíveis para esse resultado. Primeiro, trata-se de um estado muito jovem - foi criado em 1988 - com forte demanda por obras de infra-estrutura. Outro fator foi a crise econômica mundial que afetou o Brasil. Em razão dessa crise, estados mais industrializados tenderam a perder participação no PIB devido ao enfraquecimento do setor industrial enquanto aqueles com forte identidade agropecuária, como é o caso do Tocatins, foram menos impactados. Esses argumentos também servem para justificar o maior crescimento dos capitais físico e humano no Tocantins, em relação aos outros estados. A menor taxa de crescimento econômico foi observada no Amazonas, revelando indícios de que, além do efeito crise global de 2008, há uma perda de relevância da Zona Franca de Manaus como indutor do crescimento econômico naquela região.

Com relação ao capital humano, os estados que apresentaram as maiores taxas, além de Tocatins foram os da região nordeste de país. Como nesses estados o nível de escolaridade era muito baixo, e houve empenho de diversos governos, em termos de políticas públicas, para elevá-los, o esforço para sair de um patamar educacional mais baixo é geralmente menor do que o que ocorreria em estados que se encontram em patamares mais elevados e precisam continuar crescendo. Isso se deve ao fato de que as séries iniciais de ensino apresentam menores custos operacionais.

Com relação ao capital estruturante, a maior taxa se deu no Distrito Federal (DF). Esse fenômeno é explicado pela centralização de alguns importantes programas educacionais neste estado, cujos recursos financeiros ou materiais e serviços foram posteriormente repassados aos demais estados. Excetuando-se o DF, o Maranhão e o Pará também apresentaram taxas de crescimento mais altas e neste caso, a justificativa pode estar relacionada com os menores níveis de renda per capta. No entanto, é interessante observar que os estado em que houve o menor taxa de crescimento no repasse de recursos federais para educação foram Sergipe e Rio Grande do Norte, apesar de serem considerados como compondo o grupo dos mais pobres do país e com menor nível de escolaridade. É possível, portanto, supor que outros critérios, além de pobreza e escolaridade tenham sido estabelecidos para determinar a distribuição de recursos públicos com educação ao longo do período de 1994 a 2016.

**Tabela 3-** *Taxas de crescimento entre* 1994 a 2016



Fonte: elaboração do autor

**4.3 Resultados**

Consideramos na análise os modelos de pooled, efeito fixo e efeito aleatório. A escolha da melhor especificação definida usando os testes de LM Breusch-Pagan (BP), Chow e Hausman. O teste de BP escolhe entre os modelos de pooled e efeito aleatório. A estatística qui-quadrado do teste indicou o valor de 1744,36 e o pvalor do teste de 0,000 rejeitando a hipótese nula de o modelo seguir a especificação pooled. O teste Chow define a escolha entre o modelo pooled e efeito fixo. A estatística F do teste de Chow é F=45,08 e pvalor = 0,000 rejeitando novamente a hipótese nula de o modelo seguir a especificação pooled, sendo a melhor opção a escolha do modelo de efeito fixo. Finalmente o teste de Hausman define a escolha entre o modelo de efeito aleatório e modelo de efeito fixo. A estatística qui-quadrada do teste de Hausman é de 79.03 e o pvalor do teste é 0,000, indicando a rejeição da hipótese nula do modelo ser de efeito aleatório. Portanto, a melhor especificação é o modelo de efeito fixo que será estimado usando o estimador de efeitos fixos (within).

***Tabela 3 - Equação de MRW ampliado - Estados Brasileiros (1994-2016)***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *(1)*  *Pooled OLS* | *(2)*  *Fixed Effects* | *(3)*  *Random Effects* | *(4)*  *Fixed Effects with Instrum. Variables* | *(5)*  *Random Effects with Instrum. Variables* |
|  | Gross domestic product (GDP) | Gross domestic product (GDP) | Gross domestic product (GDP) | Gross domestic product (GDP) | Gross domestic product (GDP) |
|  | *lnGDPpc* | *lnGDPpc* | *lnGDPpc* | *lnGDPpc* | *lnGDPpc* |
| Physical Capital | 0.0682\*\*\* | 0.178\*\*\* | 0.0853\*\*\* | 0.136\*\*\* | 0.0622\*\*\* |
| (lnKfis) | (0.00793) | (0.0201) | (0.0131) | (0.0243) | (0.0147) |
|  |  |  |  |  |  |
| Human Capital | 2.315\*\*\* | 1.274\*\*\* | 1.606\*\*\* | 1.158\*\*\* | 1.525\*\*\* |
| (lnKhum) | (0.0555) | (0.0731) | (0.0658) | (0.100) | (0.0872) |
|  |  |  |  |  |  |
| Structuring Capital | -0.0297\*\* | 0.0478\*\*\* | 0.0242\*\* | 0.0722\*\*\* | 0.0456\*\*\* |
| (LnKest) | (0.0128) | (0.0112) | (0.0112) | (0.0128) | (0.0125) |
|  |  |  |  |  |  |
| Tx pop+tec+dep | 1.759\*\*\* | 1.662\*\*\* | 1.933\*\*\* | -0.641 | 0.477 |
| (Ln ) | (0.663) | (0.378) | (0.401) | (0.746) | (0.796) |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| cons | 5.427\*\*\* | 5.024\*\*\* | 5.518\*\*\* | 5.366\*\*\* | 5.602\*\*\* |
|  | (0.227) | (0.150) | (0.143) | (0.208) | (0.202) |
| N | 621 | 621 | 621 | 486 | 486 |
| R-sq | 0.838 | 0.816 |  |  |  |
| adj. R-sq | 0.837 | 0.806 |  |  |  |
| rmse | 0.239 | 0.141 | 0.151 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Mean VIF **a** | 1.81 |  |  |  |  |
| VIF lnKest | 2.63 |  |  |  |  |
| VIF lnKfis | 2.17 |  |  |  |  |
| VIF lnKhum | 1.33 |  |  |  |  |
| VIF lnPop | 1.10 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Heterocedasticity **b** | 7.15 |  |  |  |  |
| Prob>chi2 | 0.0075 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Autocorrelation **c** | 468.16 |  |  |  |  |
| Prob>F | 0.0000 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| F **d** | 45.08 |  |  |  |  |
| Prob >F | 0.0000 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Hausman |  | 79.03 **e** | 3.16 **f** | 67.64 **g** |  |
| Prob>X2 |  | 0.0000 | 0.5320 | 0.0000 |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Endogeneity **h:** |  |  |  |  |  |
| Physical Capital | 336.89 |  |  |  |  |
| Prob >F | 0.0000 |  |  |  |  |
| Human Capital | 336.89 |  |  |  |  |
| Prob >F | 0.0000 |  |  |  |  |
| Structuring Capital | 1026.28 |  |  |  |  |
| Prob >F | 0.0000 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Sargan Test **i** |  |  |  | 16.627 | 7.899 |
| Prob>X2 |  |  |  | 0.1642 | 0.7929 |

Standard errors in parentheses \* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

*Fonte : Elaborado pelo autor*

**(1)** e **(3)** : GDPpc defasado como variável independente

|  |  |
| --- | --- |
| Obs: | **a** Variance Inflactor Factor - VIF - testa ausência de Multicolinearidade (VIF < 10);  **b**Breuch-Pagan-Godfrey test- sob H0, distúrbios são homocedásticos;  **c** Wooldridge Test - sob H0, inexiste Autocorrelação de primeira ordem;  **d** F Test: OLS Pooled e Efeitos Fixos são consistentes. Sob H0, Pooled OLS é preferível;  **e** Hausman Test: efeitos fixos versus aleatórios. Sob H0, efeitos aleatórios é preferível;  **f** Hausman Test: efeitos fixos versus efeitos fixos com variáveis instrumentais. Sob H0, efeitos fixos com variáveis instrumentais é preferível  **g** Hausman Test: efeitos fixos com variáveis instrumentais versus efeitos aleatórios com variáveis instrumentais. Sob H0, efeitos fixos com variáveis instrumentais é preferível.  **h** Durbin-Wu-Hausman Test: sob H0, OLS é consistente, ou seja, não há indícios de endogeneidade;  **i** Sargan Test: sob H0, os instrumentos são válidos |

Foram feitos também testes de multicolinearidade por meio do fator de inflação (VIF). A Tabela 3 mostra esses resultados. Como o valor do VIF é menor do que 10 podemos afirmar que não existe multicolinearidade entre as variáveis.

Os testes também revelaram a possibilidade de endogeneidade nas variáveis independentes capital físico, capital humano, capital estruturante. A detecção se deu por meio do teste de Durbin-Wu-Hausman e para uma possível correção desse problema, Hausman (1983) sugere o uso de variáveis defasadas como variáveis instrumentais.

Como o teste de Hausman apontou que o modelo de efeitos fixos é o preferível, quando comparado com o modelo e efeitos aleatórios, e tendo sido confirmada a endogeneidade, optou-se por sua correção via os métodos de Efeitos Fixos com variáveis instrumentais e Efeitos Aleatórios com variáveis instrumentais. Novamente foi utilizado o teste de Hausman para esses dois últimos métodos e o de efeitos fixos com variáveis instrumentais se mostrou o mais indicado. Os dados estão dispostos, na Tabela 3. Dada a escolha do método de efeitos fixos com variáveis instrumentais (*coluna 4* da *Tabela 3*) como o mais adequado, segue-se à análise dos resultados.

Os capitais físico, humano e estruturante são significantes ao nível de 5%. Os sinais dos coeficientes para capital físico e humano estão compatíveis com os resultados obtidos por diversos outros estudos, inclusive nos modelos de Solow e MRW. O sinal positivo também é esperado para o capital estruturante, o que de fato ocorreu. O aumento de 1% no capital físico, que representa a utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas, eleva a renda *per capta* em aproximadamente 0,14%.

Para o capital humano, a média de anos de estudo no período de 1994 a 2016, para as 27 unidades da federação, foi de 6,2. Um ano de escolaridade, corresponde então a aproximadamente 16% do total de anos de estudo. O aumento médio de ano de escolaridade sobre a população brasileira eleva o PIB *per capta* em 18,52%. Espera-se que aumentos no nível de escolaridade tenham impactos cada vez maiores sobre o PIB, tendo em vista que tenderão a elevar a produtividade do trabalho de modo mais expressivo.

Com relação ao capital estruturante, além de estatisticamente significativo, seu impacto sobre o nível de renda é de mais da metade do representado pelo capital físico. Um aumento de 1% daquele, eleva o renda *per capta* em 0,07%.

Considere-se ainda a importância do capital estruturante pelo fato de que é ele que cria as condições básicas para que o capital humano -principal fator de produção- se realize.

A priori já é possível sugerir que os atuais critérios de repartição das receitas oriundas de algumas ações orçamentárias executadas pelo FNDE sejam revistos, de modo a elevar, relativamente, os recursos orçamentário financeiros destinados às regiões norte e nordeste. Espera-se, desse modo que mudanças na política pública possam resultar em convergência educacional entre as unidades da federação e, consequentemente, em um maior desenvolvimento das regiões mais pobres do país.

**6. Conclusões**

A primeira contribuição deste trabalho foi propor um modelo teórico - que denominamos de MRW ampliado - adicionando uma nova variável, ao que foi originalmente desenvolvido por Mankiw, Romer e Weil (1992). Em seguida, construiu-se, por meio da seleção das ações orçamentárias destinadas ao apoio à educação, uma *proxy* para essa nova variável, denominada de capital estruturante. O modelo foi avaliado empiricamente utilizando-se dados das 27 unidades da federação no Brasil, no período de 1994 a 2016. A *proxy* para a variável capital estruturante envolveu a ideia de se considerar um conjunto de ações orçamentárias, executadas pelo FNDE, de apoio ao capital humano, representadas por políticas de melhoria educacional, que viabilizam o acesso à escola, a efetiva permanência do aluno nela e a melhoria das condições de ensino.

Além de confirmar os resultados de diversos outros estudos anteriores de que o capital humano é relevante para o crescimento econômico, obteve-se evidências de que a variável capital estruturante é importante para a compreensão do desempenho do produto *per capta* na economia brasileira. O aumento 1% no capital estruturante gera uma elevação de 0,07% da renda agregada.

Por fim, após encontrar evidências de que o capital estruturante importa para o crescimento econômico, e considerando que a estrutura relativa de desigualdade educacional, comparando os anos de 2016 com 1994, não se alterou, com a permanência dos estados das regiões norte e nordeste do Brasil como os de menor nível de escolaridade, propõe-se que sejam revistos os atuais critérios de repartição das receitas públicas destinadas à educação de modo que haja elevação dos recursos orçamentário financeiros enviados a esses estados e seus respectivos municípios. Espera-se, desse modo que essa alteração da política pública possa resultar em convergência educacional entre as unidades da federação e, consequentemente, em redução desigualdades regionais no Brasil.

**Referências**

ACEMOGLU, D. Modern Economic Growth. New Jersey: Princeton University Press, 2009.

AGHION, P.; HOWITT, P. Amodel of growth through creative destruction. *Econometrica*, v. 60, n. 2, p. 323-351, 1992.

Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Empresa de Energia Elétrica - EPE Ministério das Minas e Energia. URL: Disponível em: *http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx*

BARBOSA FILHO, F.; PESSÔA, S. Educação e crescimento: o que a evidência empírica e teórica mostra? Revista Economia, Brasília (DF) v. 11, n.2, p.265-303, mai/ago 2010

BARRETO, R. C. S. & ALMEIDA, E. S. (2009), A contribuição do capital humano para o crescimento econômico e convergência espacial do pib per capita no ceará, in M. C. Holanda, E. B. S. Carvalho & M. P. Barbosa, eds, ‘Economia do Ceará em Debate 2008’, Fortaleza-CE: IPECE.

BARRETTO, E. S. d. S. & MITRULIS, E. (2001), ‘Trajetória e desafios dos ciclos escolares no país’, Estudos Avançados 15(42), 1–39.

BARRO, R.; LEE, J. International Comparison of Educational Attainment. *Journal of Monetary Economics*, v. 32, n. 3, p. 363-394, 2003.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. *Human capital and technology diffusion*. New York, NY Federal Reserve Bank of San Francisco, 2002. (Working Paper; 2003-02) Disponível em: <http://www.frbsf.org/publications/economics/papers/2003/

wp03-02bk.pdf>.

BERNANKE, Ben S.; GÜRKAYNAK, Refet S. 2001. "Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer and Weil Seriously". NBER Macroeconomics Annual 2001, Ben S. Bernanke and Julio J. Rotemberg, Eds.Cambridge, MA: The MIT Press, 11-57

BONELLI, R. Crescimento, desigualdade e educação: notas para uma resenha com referência ao Brasil. *Economia Aplicada*, v. 6, n. 4, p. 819-873, 2002.

CANGUSSU, R.C.; SALVATO, M. A. ; NAKABASHI, L. . Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus Mincer. *Estudos Econômicos*. Instituto de Pesquisas Econômicas, v. 40, n. 1, p. 153-183, 2010.

COELHO, R. L. P. & FIGUEIREDO, L. (2007), ‘Uma análise da hipótese da convergência para os municípios brasileiros’, Revista Brasileira de Economia 61(3), 331–352.

CRAVO, T. A. A importância do capital humano e inovação na convergência real entre países e entre os estados do Brasil. Jan., 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de Coimbra, Portugal.

DEATON, Angus. A grande saída: saúde, riqueza e as origens da desigualdade. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017.

EASTERLY, W.; LEVINE, R. What have we learned from a decade of empirical research on growth? It’s not factor accumulation: stylized facts and growth models. *The World Bank Economic Review*, v. 15, n. 2, p. 177-219, 2001.

FIGUEIREDO, L. (2011), ‘Incerteza sobre o impacto do capital humano na desigualdade de renda no brasil’, Economia & Tecnologia 7(1), 79–86.

FERREIRA, P. C.; ISSLER, J. V.; PESSÔA, S. A. Testing production functions used in empirical growth studies. *Economics Letters*, v. 88, issue 1, p. 29-35, April 2004.

FIRME, V. A. C. ;FREGUGLIA, R. S. (2013), Análise do crescimento dos municípios brasileiros utilizando dados em painel e controles espaciais sobre o modelo de Mankiw, Romer e Weil (1992) para o período de 1980 a 2010, *in*'XIX Fórum BNB / XVIII ANPEC Nordeste'.

FIRME,V.A.,; SIMÃO FILHO, C.J. (2014). Análise do Crescimento Econômico dos Municípios de Minas Gerais via modelo MRW (1992) com Capital Humano, Condições de Saúde e Fatores Espaciais, 1991–2000 Econ. Apl., 18 (4) (2014), pp. 679–716

IPEA (2012), Base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. URL: Disponível em *www.ipeadata.gov.br*

HAMERMESH, D. 1986. The demand for labor in the long run. In O. Ashenfelter and R. Layard, eds., Handbook of Labor Economics, pp. 429–471. Amsterdam: North Holland.

\_\_\_\_\_\_\_\_, 1993. Labor Demand. Princeton: Princeton University Press.

ISLAM, N. Growth empirics: a panel data approach. *The Quarterly Journal of Economics,* v. 110, n. 4, p. 1127-1170, 1995.

KAKWANI, N., SON, H. H.. Social welfare functions and developmente: measurment and policy applications. London: Palgrave Macmillan, 2016.

KLENOW, P.J.; RODRÍGUEZ-CLARE, A. The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far? In: BERNANKE, B. S.; ROTEMBERG, J. J. (Ed.). *NBER macroeconomics annual 1997.* Cambridge, MA: MIT press, 1997, p. 83-103.

KRUEGER, A. B.; LINDAHL. Education for growth: why and for whom? *Journal*

*of Economic Literature*, v. 39, n. 4, p. 1101-1136, 2001.

KYRIACOU, G. *Level and growth effects of human capital*. C. V. Starr Center for Applied Economics, New York University, 1991. (Working Paper n. 91-26).

LEMIEUX, T. The "Mincer Equation" Thirty Years after Schooling, Experience and Earnings". Paper. University of British Columbia and UC Berkeley. Outubro 2003.

LUCAS, R. E. Jr. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.

MANKIW, N. G., ROMER, D. and D.WEIL. 1992. "A Contribution To The Empirics of Economic Growth." The Quarterly Journal of Economics 107(May): 407-437.

MINCER, J., 1974. Schooling, Experience, and Earning, National Bureau of Economic Research, distributed by Columbia University Press

NAKABASHI, L. SALVATO, M.A. Human capital quality in Brazilian states. Revista Economia, May / Aug. 2007.

NAKABASHI, L.; FIGUEIREDO, L. Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento. *Economia Aplicada,*v. 12, n. 1, p. 151-171, 2008.

NORONHA, K., FIGUEIREDO, L. & ANDRADE, M. V. (2010), ‘Health and economic growth among the states of brazil from 1991 to 2000’, Revista Brasileira de Estudos de População 27(2), 269–283.

PRITCHETT, L. Where has all the education gone? *The World Bank Economic Review*, v. 15, n. 3, p. 367-391, 2001.

Relatórios de Gestão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE/MEC/Governo Federal - Anos de 1994 a 2016.

ROMER, P. Endogenous technological change. *The Journal of Political Economy*, v. 98, n. 5, p. 71-102, 1990a.

\_\_\_\_\_\_\_\_. Human capital and growth: theory and evidence. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, n.32, p.251-286, 1990b.

\_\_\_\_\_\_\_\_. Idea gaps and object gaps in economic development. *Journal of Monetary Economics*, v. 32, n. 3, p. 543-573, 1993.

SILVA, A. M. & RESENDE, G. M. (2009), ‘Crescimento econômico comparado dos municípios alagoanos e mineiros: Uma análise espacial’, Economia Polí- tica do Desenvolvimento 1(6), 133–160.

SOLOW, R. M. (1956), ‘A contribution to the theory of economic growth’, The Quarterly Journal of Economics 70(1), 65–94.

\_\_\_\_\_\_\_\_. (1957). Technical change and the aggregate production function. The Review of Economics and Statistics, v. 39, Aug.

TEMPLE, J. R. W. A positive effect of human capital on growth. *Economic Letters*, v. 65, n. 1, p. 131-134, 1999.

TROSTEL, P.A. Returns to scale in producing human capital from schooling. *Oxford Economic Papers*, 56, p. 461-484, 2004.

1. Universidade Católica de Brasília - UCB [↑](#footnote-ref-2)
2. Universidade Católica de Brasília - UCB [↑](#footnote-ref-3)
3. Autarquia vinculada ao Ministério da Educação – MEC. [↑](#footnote-ref-4)
4. Hammersmesh (1986; 1993) constatou, após comparar os resultados de diversos estudos, que a maioria das estimativas da elasticidade de demanda de trabalho corresponde a elasticidade de substituição capital-trabalho próxima de 1 e concluiu que a função de Cobb-Douglas é uma excelente aproximação da realidade. (1986 pg. 451-452, 467) . [↑](#footnote-ref-5)