Cadernos do FNDE, Brasília, v.1, n.1, jan-junh. 2020.

MENSURANDO O IMPACTO DO FNDE SOBRE OCRESCIMENTO ECONÔMICO

MEASURING THE IMPACT OF THE FNDE ON ECONOMIC GROWTH

Angelo do Nascimento Nogueira[1]
https://orcid.org/0000-0002-2525-1151
http://lattes.cnpq.br/1607031296609497
Universidade Católica de Brasília, UCB/DF, Brasil
E-mail: angelo.nogueira@fnde.gov.br

Resumo

A contribuição do capital humano para o processo de crescimento da renda per capita é amplamente aceita na literatura econômica. Neste trabalho, propõe-se uma versão alternativa aos modelos desenvolvidos por Mankiw, Romer e Weil (1992) e posteriormente generalizado por Bernanke e Gürkaynak (2001), na qual incorporou-se uma variável denominada estruturante, relacionada 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, avaliou-se empiricamente a relevância da inclusão dessa variável e seu impacto sobre o crescimento econômico. Os resultados mostram que o FNDE, por meio da variável capital estruturante, se apresenta estatisticamente significante para o crescimento da economia e que o capital humano continua sendo um dos principais fatores de determinação do nível de renda.

Palavras-chave: FNDE. Educação. Crescimento Econômico. MRW.

Abstract

The contribution of human capital to the process of per capita income growth is widely accepted in the economic literature. This work proposes an alternative version to the models developed by Mankiw, Romer and Weil (1992) and later generalized by Bernanke and Gürkaynak (2001), in which a variable called structuring was incorporated, related to aspects of support for human capital realization. Using a panel database for Brazilian states from 1994 to 2016, the relevance of including this variable and its impact on economic growth was empirically evaluated. The results indicate that the FNDE, through the structuring capital variable, is statistically significant for the growth of the economy and that human capital remains being one of the main factors in determining the level of income.

Keywords: FNDE. Education. Economic growth. MRV.

[1] Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Católica do Salvador (1995), mestrado em Economia pela Universidade Federal da Bahia (2003) e Doutorado Sanduíche pela Universidade Católica de Brasília e Florida Atlantic University- EUA (2019) . Atuou como professor universitário e de cursos para concursos. Autor de dois livros didáticos na área de Economia. Atualmente exerce o cargo de especialista em financiamento de projetos e programas educacionais no FNDE / Ministério da Educação.Desenvolve trabalhos de pesquisa e produção de relatórios sobre a Educação no Brasil.

Introdução

O capital humano é considerado um importante fator 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, a qualidade e o aperfeiçoamento da tecnologia disponível para ser utilizada no processo de produção.

O estudo do crescimento econômico tem, no trabalho seminal de Solow (1956), um relevante marco teórico que deu origem a outros modelos, merecendo destaque o estudo de Mankiw, Romer e Weil (1992) – doravante denominado MRW. Esses autores abordaram a teoria do crescimento econômico incorporando a variável capital humano, sob 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 incorporou o capital físico e humano como determinantes básicos do crescimento, e contribuiu significativamente para o entendimento sobre as diferenças de renda per capita entre economias diversas.

Este artigo tem por principal objetivo propor, a partir do MRW, um novo desdobramento dos fatores de produção com a inclusão da variável capital estruturante e a geração de novas equações de equilíbrio. A essa nova proposta denominou-se doravante de modelo MRW ampliado. Em seguida, testou-se essa nova especificação para dados dos estados brasileiros de modo a medir o impacto do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) sobre o crescimento econômico.

Mensurar o impacto do FNDE sobre a variação do Produto Interno Bruto (PIB) ganha relevância em razão do papel que essa autarquia desempenha, em termos de orçamento público, para a educação no Brasil, cujo montante em termos de dotação em 2019, supera os R$ 54 bilhões. Com isso, pretende-se verificar se, além da sua missão, de prestar assistência técnica e financeira e executar ações que contribuam para uma educação de qualidade a todos, essa execução financeira impactou no crescimento econômico no Brasil nos últimos anos.

A ideia da inclusão do capital estruturante se assenta na hipótese de que existe uma variável adicional, além do capital físico e humano, em que algumas de suas características estão conjuntamente presentes. Assim, trata-se de uma alternativa aos modelos de Solow e MRW. Também por hipótese a ser aqui testada, sem essa nova variável, a renda cresceria em níveis menores, ou seja, o capital estruturante tem um grau de importância semelhante aos capitais físico e humano e, por conseguinte, também deveria ser considerado no modelo de crescimento econômico originário de Solow e aperfeiçoado por MRW.

Para este estudo, utilizou-se como proxy da variável capital estruturante informações relacionadas aos gastos de apoio à educação. Essas informações foram obtidas por meio da base de dados do FNDE[1] , são oriundas dos programas e projetos educacionais gerenciados por esse Órgão, dispostos na Figura 1, que será posteriormente analisada na Seção 4.1.

A centralização desses projetos no FNDE permitiu ganhos de escala na aquisição de bens e contratação de serviços destinados às unidades da Federação, e pressupõe-se, por causa disso, que o capital estruturante teve impacto direto e imediato sobre o Produto Interno Bruto - PIB - brasileiro.

---

1 Autarquia vinculada ao Ministério da Educação – MEC.

Avaliou-se a relevância da inclusão da variável capital estruturante sobre o crescimento econômico, em estrutura de painel contendo informações sobre os estados brasileiros, de 1994 a 2016, com frequência anual.

Os resultados empíricos deste trabalho sugerem que o capital estruturante resultou em impactos estatisticamente significativos, diretos e positivos sobre a taxa de crescimento da economia. Além disso, as conclusões aqui apresentadas estão compatíveis com diversos outros estudos nessa área de pesquisa, que confirmam que o capital humano é um dos principais fatores de determinação do nível de renda.

Na seção 2, apresentou-se uma síntese da revisão de literatura mais recentesobre crescimento econômico, com foco em capital humano, mais especificamente, no fator educação.

Em seguida, na seção 3 propôs-se uma alteração do modelo MRW com a inclusão da variável capital estruturante. A seção 4 foi destinada à apresentação dos resultados com a análise dos dados obtidos nos modelos estimados. A última seção contém as considerações finais.

1 Revisão da literatura

O modelo de Solow (1956) se constitui em um importante ponto de partida para estudar crescimento econômico por avaliar a relação entre produto agregado, capital físico e variação populacional. Derivado dele com especial destaque para o capital humano há diversos estudos (Cass, 1965; Nelson e Phelps, 1966; Lucas, 1988; Becker et al, 1990, Romer, 1990; Barro, 1991, Kyriacou, 1991). 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. Com a inclusão da variável capital humano, esses autores encontraram evidências de que essa nova versão explicaria melhor o crescimento econômico dos países.

Uma importante questão que foi considerada neste trabalho foi o estudo de Bernanke e Gürkayak (2001), em que eles retomam a discussão sobre a validade dos modelos de crescimento exógeno no artigo: "O crescimento é exógeno? Considerando Mankiw, Romer e Weil mais seriamente". Naquele artigo demonstram que o modelo MRW se aplica amplamente a quase todos os modelos de crescimento econômico que admitem um caminho de crescimento equilibrado. Caselli (2001) entendeu a argumentação como elegante e com fundamentação lógica. Romer (2001) também concordou com as considerações de Bernanke e Gürkayak (2001) acrescentando que qualquer esforço bem-sucedido de análise do crescimento econômico exógeno deve levar em consideração grupos de países com características semelhantes. Com essa premissa, este estudo considerou que a análise envolvendo regiões de um mesmo país apresentaria estimativas mais realistas.

O MRW criou uma linha de pesquisa que resultou no desenvolvimento de novos estudos com diferentes enfoques. Há trabalhos que utilizam o modelo original, porém testaram quais seriam as melhores proxies[2] para capital humano. Foi o caso do estudo de Nakabashi e Figueredo (2008) que, na busca de uma medida que incorporasse aspectos qualitativos ao capital humano, utiliza o IDH em vez da escolaridade. O mesmo pode ser observado em Kesseler

2 Proxies são representações aproximadas de uma dada variável teórica de natureza econômica ou estatística. Por exemplo, educação pode ter como representações o número médio de anos de estudo, a renda média, a escolaridade dos pais, entre outros.

e Lülfesmann (2002), ao proporem que fossem considerados aspectos de educação formal e de treinamento para uma atividade laboral específica. Discussões sobre as melhores proxies também foram observadas em Firme e Simão (2014) e em Yoshino e Adidhadjaev (2016). Esses últimos também fizeram testes de proxies para capital físico. Mais recentemente, testes com novas proxies foram realizados por Pelinescu, 2015; Li e Wang, 2016; Kazmi et al, 2017 e Kolawole et al, 2018. Os resultados, em regra, apontam que a escolaridade vem apresentando resultados satisfatórios para medir o capital humano.

Identificou-se um segundo grupo de estudos que desenvolveu modelos teóricos que explicitamente levam em conta a interdependência tecnológica entre economias e examinam o impacto dos efeitos de localização e vizinhança sobre o crescimento econômico (Ertur e Koch, 2007; Firme e Freguglia, 2013; Firme e Simão, 2014; Gama, 2014). Esses estudos utilizam como principal instrumental de análise a econometria espacial.

Um terceiro grupo utilizou métodos de séries temporais por meio de técnicas de vetores auto regressivos e vetores de correção de erros (Salgueiro et al, 2011; Guimarães et al, 2017; Kazmi et al, 2017).

Há estudos que tiveram por foco verificar em que medida diferentes infraestruturas regionais, tanto derivadas do investimento público quanto do privado, podem ser determinantes para explicar a maior ou menor influência do capital humano sobre o crescimento (Cadil et al, 2014; Yoshino e Abidhadjaev, 2016). Esses compõem o chamado quarto grupo.

Por fim, tem sido cada vez mais frequente a estimação dos modelos derivados de Solow e MRW por meio de técnicas de Dados em Painel Dinâmico (Dynamic Panel Data – DPD), principalmente em razão da versatilidade de análise e consistência que essas técnicas produzem (Bond et al, 2001). Neste, aqui denominado de quinto grupo, observou-se como característica principal a utilização de DPD, como em Cangussu e Nakabashi, 2010; Castelló-Cimente, 2013; Silva e Sumarto, 2014; Bayraktar-Saglam e Bahar, 2016; Li e Wang, 2016; Irffi et al, 2016; Bondezan e Dias, 2016; Teixeira e Queirós, 2016, Fang et al, 2018 e Alexiou et al, 2018.

Este artigo pode ser enquadrado no quinto grupo de estudos, anteriormente mencionado. Seu objetivo é ampliar o MRW original, neste caso incluindo um novo tipo de capital denominado de estruturante e que aqui foi considerado como a principal variável a ser testada. Em razão das características da proxy que foi utilizada nos testes econométricos para o capital estruturante, optou-se por um modelo simplificado que não levou em consideração os efeitos espaciais. Definiu-se que a nova variável seria expressa por meio de um conjunto de ações orçamentárias do governo federal, listadas na Figura 1, que, conforme já dito, foi analisada na seção 4.1.

2 Aspectos metodológicos

2.1 O modelo MRW ampliado

Considerou-se por simplificação, a hipótese de uma economia fechada e com apenas um bem final e pautado nas 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 elas economizam uma fração exógena constante de sua renda disponível, independentemente do que está acontecendo na economia. Essa é a mesma suposição usada em modelos keynesianos básicos e no modelo de 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 se assume que essa função exibe retornos constantes de escala;

d) O capital é mensurado em termos do bem final da economia e se subdivide em Capital Físico (K_t,), Capital Humano (H_t), Capital Estruturante (Q_t);

e) A tecnologia (At) é poupadora de trabalho e, por isso, aparece na função de produção associado a este (A_t L_t).

Adicionalmente supõe-se que, para um determinado ente federativo, no tempo t, seu produto, Yt, depende de insumos, a saber: do trabalho bruto (L_t) e de quatro outros tipos de fatores acumulados: K_t, H_t, Q_t e A_t.

O capital físico é composto por infraestrutura física, máquinas, equipamentos e ferramentas que contribuam para a produção do bem. O capital humano consiste na capacidade produtiva acumulada pelo trabalhador em razão da sua escolaridade, dos treinamentos e das capacitações recebidas. Por sua vez, o capital estruturante apresenta características híbridas, caracterizadas por aspectos que se assemelham tanto ao capital físico, na média em que fornece infraestrutura, maquinas e equipamentos para aumento da produtividade, quanto ao capital humano, quando por meio de políticas de melhoria educacional e qualificação de mão-de-obra.

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[3] :

$$Y_t = K_t^{\alpha} H_t^{\beta} Q_t^{\gamma} (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (1)$$

Em que:

Y_t : produto ou renda agregada,

K_t : Capital Físico;

H_t : Capital Humano;

Q_t: Capital Estruturante;

A_t: Tecnologia;

L_t: Trabalho bruto

Hammersmesh (1986; 1993) constatou, após comparar os resultados de diversos estudos, que a maioria das estimativas da elasticidade de demanda de trabalho corresponde à 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). 3

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

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

$$Y_t = C_t + \dot{K}_t + \delta_K K_t + \dot{H}_t + \delta_H H_t + \dot{Q}_t + \delta_Q Q_t \qquad (2)$$

Em que:

C_t : consumo no tempo t,

$\dot{K}_t$: derivada do capital físico no tempo t,

$\dot{H}_t$: derivada do capital humano no tempo t,

$\dot{Q}_t$: derivada do capital estruturante no tempo t,

δ_K : taxa de depreciação do capital físico,

δ_H : taxa de depreciação do capital humano; e,

δ_Q : taxa de depreciação do capital estruturante

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

$$L_t = L_0 e^{nt} \qquad (3)$$

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

$$\dot{A}_t = a(A_t, K_t, \dot{K}_t, H_t, \dot{H}_t, L_t, \dot{L}_t, Q_t, \dot{Q}_t) \qquad (4)$$

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

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

$$\frac{Y_t}{L_t} = (A_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} K_t^{\alpha} H_t^{\beta} Q_t^{\gamma} (L_t)^{-\alpha-\beta-\gamma} \qquad (5)$$

Fazendo:

$$\frac{Y_t}{L_t} = y_t \qquad (6)$$

$$\frac{K_t}{L_t} = k_t \qquad (7)$$

$$\frac{H_t}{L_t} = h_t \qquad (8)$$

$$\frac{Q_t}{L_t} = q_t \qquad (9)$$

Têm-se:

$$y_t = (A_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} k_t^{\alpha} h_t^{\beta} q_t^{\gamma} \quad (10)$$

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

$$S_t = sY_t$$

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

$$\dot{K}_t = s_K Y_t - \delta_k K_t \quad (11)$$

$$\dot{H}_t = s_H Y_t - \delta_h H_t \quad (12)$$

$$\dot{Q}_t = s_Q Y_t - \delta_q Q_t \quad (13)$$

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

$$\dot{k}_t = s_K y_t - (n + \delta_K) k_t \quad (14)$$
$$\dot{h}_t = s_H y_t - (n + \delta_H) h_t \quad (15)$$
$$\dot{q}_t = s_Q y_t - (n + \delta_Q) q_t \quad (16)$$

em que s_K, s_H e s_Q 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:

$$g_k \equiv \frac{\dot{k}_t}{k_t} = s_k A_t^{1-\alpha-\beta-\gamma} k_t^{\alpha-1} h_t^{\beta} q_t^{\gamma} - (n + \delta_K) \quad (17)$$

$$g_h \equiv \frac{\dot{h}_t}{h_t} = s_h A_t^{1-\alpha-\beta-\gamma} k_t^{\alpha} h_t^{\beta-1} q_t^{\gamma} - (n + \delta_H) \quad (18)$$

$$g_q \equiv \frac{\dot{q}_t}{q_t} = s_q A_t^{1-\alpha-\beta-\gamma} k_t^{\alpha} h_t^{\beta} q_t^{\gamma-1} - (n + \delta_Q) \quad (19)$$

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

$$g_y \equiv \frac{\dot{y}_t}{y_t} = (1 - \alpha - \beta - \gamma) g_A + \alpha g_k + \beta g_h + \gamma g_q \quad (20)$$

Onde:

$$g_A = \dot{A}_t / A_t$$

Bernanke e Gürknaykan (2002) argumentaram que como g_K e δ_K+n são constantes ao longo da TCE, Y_t/K_t 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. Adaptandoao que está sendo proposto, Y, K, H e Q compartilham uma taxa comum de crescimento "g",de modo que:

$$g = g_K = g_H = g_Q = g_Y$$

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

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = g(s_K, s_H, s_Q, n, A_0, K_0, H_0, Q_0, L_0) \qquad (21)$$

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, $\delta_K = \delta_H = \delta_Q = \delta$, têm-se:

$$\frac{h_t}{k_t} = \frac{s_h}{s_k} \qquad (22)$$

$$\frac{q_t}{k_t} = \frac{s_q}{s_k} \qquad (23)$$

$$\frac{q_t}{h_t} = \frac{s_q}{s_h} \qquad (24)$$

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

$$k^* = \frac{s_k y_t}{n+g+\delta} \qquad (25)$$

$$h^* = \frac{s_h y_t}{n+g+\delta} \qquad (26)$$

$$q^* = \frac{s_q y_t}{n+g+\delta} \qquad (27)$$

Sejam:

$$s_k y_t = \hat{k} \quad ; \quad s_h y_t = \hat{h} \quad ; \quad s_q y_t = \hat{q} \qquad (28)$$

Substituindo-se os valores de (25), (26) e (27) na equação de renda (11), considerando (28), e supondo, por simplificação, que todos os tipos de capitais aqui apresentados se depreciam a uma mesma taxa δ, ou seja, δ_K= δ_H= δ_Q= δ chega-se à equação:

$$y_t = (A_t)^{1-\alpha-\beta-\gamma} \left(\frac{\hat{k}}{n+g+\delta}\right)^{\alpha} \left(\frac{\hat{h}}{n+g+\delta}\right)^{\beta} \left(\frac{\hat{q}}{n+g+\delta}\right)^{\gamma} \qquad (29)$$

Aplicando log à equação (29) e efetuando as devidas simplificações, chega-se à equação MRW ampliada, correspondente ao produto por trabalhador, sob a condição de trajetória de crescimento equilibrado:

$$\ln(y^*) = (1 - \alpha - \beta - \gamma) lnA_t + \alpha ln\hat{k} + \beta ln\hat{h} + \gamma ln\hat{q} - (\alpha + \beta + \gamma) \ln(n + g + \delta) \quad (30)$$

Definiu-se os parâmetros como:

$$\beta_0 = (1 - \alpha - \beta - \gamma) lnA_t; \quad \beta_1 = \alpha; \quad \beta_2 = \beta; \quad \beta_3 = \gamma$$
$$\beta_4 = -(\alpha + \beta + \vartheta + \gamma)$$

O resultado, conforme equação (30), foi utilizado neste estudo para as análises empíricas que serão apresentadas na próxima seção.

$$\ln(y^*) = \beta_0 + \beta_1 ln\hat{k} + \beta_2 ln\hat{h} + \beta_3 ln\hat{q} + \beta_4 \ln(n + g + \delta) + \varepsilon \quad (31)$$

Figura 1 - Ações[4] Orçamentárias que compuseram o Capital Estruturante

Ação[5]	Descrição	Característica Predominante	
		Capital Físico	Capital Humano
0048	Apoio às Entidades de Ensino Superior Não Federais	X	X
00O0	Concessão de Bolsas de Apoio à Educação Básica		X
00OW	Apoio à Manutenção da Educação Infantil	X	X
00PH	Concessão de Bolsas e Auxílio Financeiro na Educação de Jovens e Adultos		X
0509	Apoio ao Desenvolvimento da Educação Básica	X	X
0515	Dinheiro Direto na Escola para a Educação Básica	X	X
0920	Concessão de Bolsa para Equipes de Alfabetização		X
0969	Apoio ao Transporte Escolar na Educação Básica	X	X
09CW	Apoio à Reestruturação da Rede Física Publica da Educação Básica	X	
09HB	Contribuição da União, de suas Autarquias e Fundações para a Educação Básica	X	X
0A12	Concessão de Bolsa-Permanência no Ensino Superior		X
0A26	Concessão de Auxílio-Financeiro - Projovem		X
0E36	Complementação da União ao Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica – Fundeb (somente após 2007. De 1998 a 2006 vigorou o Fundef)	X	X
0E53	Aquisição de Veículos para o Transporte Escolar da Educação	X	
12KU	Apoio à Implantação de Escolas para Educação Infantil	X	
12KV	Implantação e Adequação de Estruturas Esportivas Escolares	X	
2000	Administração da Unidade	X	X
20GK	Fomento Ações de Graduação, Pós-Graduação, Ensino, Pesquisa		X
20RF	Tecnologia da Informação e Comunicação para a Educação Básica	X	X
20RH	Gerenciamento das Políticas de Educação	X	X
20RJ	Apoio à Capacitação e Formação Inicial e Continuada para a Educação Básica	X	X
20RO	Concessão de Bolsas de Apoio a Educação Básica		X
20RP	Apoio à Infraestrutura para a Educação Básica	X	
20RQ	Produção, Aquisição e Distribuição de Livros e Materiais Didáticos		X
20RS	Apoio ao Desenvolvimento da Educação Básica nas Comunidades Indígenas e Quilombolas	X	
20RU	Gestão Educacional e Articulação com os Sistemas de Ensino	X	X
20RW	Apoio à Formação Profissional, Cientifica e Tecnológica	X	X
213M	Apoio às Iniciativas de Valorização da Diversidade	X	X
214V	Apoio à Alfabetização, a Educação de Jovens e Adultos	X	X

4 O código e a descrição da ação integram o texto e as tabelas da Lei Orçamentária Anual - LOA -, responsável por fixar o valor máximo das despesas a serem realizadas pelo Governo.

Ação[5]	Descrição	Característica Predominante	
		Capital Físico	Capital Humano
2A95	Elevação da Escolaridade e Qualificação Profissional - Projovem	X	
6372	Infraestrutura de Tecnologia da Informação para A Educação	X	
8252	Educação Profissional e Tecnológica a Distancia		X
8652	Apoio à Rede Pública Não Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica	X	X
8744	Apoio à Alimentação Escolar na Educação Básica (Pnae)		X
8790	Apoio à Alfabetização e a Educação de Jovens e Adultos		X

Fonte: elaborado pelo autor com base no Cadastro de Ações das Leis Orçamentárias Anuais de 1994 a 2016

2.2 Dados utilizados

Sobre a escolha das proxies, para capital físico, o consumo de energia elétrica industrial foi adotado por Barreto e Almeida (2009), Keppe e Nakabashi (2009), Noronha et al (2010) e 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). Essas também foram as opções de proxies neste estudo, conforme podem ser observadas na Figura 3.

Com relação ao capital estruturante, variável que ainda não foi observada em outras pesquisas, utilizou-se o valor total das despesas com apoio à educação básica[5], representada por um conjunto de ações orçamentárias do governo federal brasileiro, nos programas listados na Figura 1, com as devidas adaptações temporais (inclusão e exclusão de ações).

Essas ações orçamentárias foram selecionadas de 1994 a 2016 com foco na uniformidade dos dados de modo a permitir uma comparação evolutiva dos gastos com educação ao longo desse período, segundo o conceito de despesas pagas[6].

Efetuou-se uma análise da descrição, forma e detalhamento da implementação das 35 ações orçamentárias que integraram a função 12 - Educação Básica da Unidade Orçamentária, 26298 - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, referente às Leis Orçamentárias Anuais de 1994 a 2016. O resultado foi apresentado na Figura 1, classificando essas ações, com base no conceito apresentado no modelo MRW (1992) e segundo suas características de execução financeira, em Capital Físico e Capital Humano.

5 No Brasil, a educação básica compreende a educação infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

6 O empenho é o valor que o órgão público reserva para efetuar um pagamento planejado, podendo ocorrer após a assinatura de um contrato de prestação de serviço por exemplo. Quando cada serviço for executado o valor é liquidado, e quando o prestador de serviço receber o valor do serviço concluído este é considerado o valor pago.

Adicionalmente, utilizou-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: (n+g+δ). Calculou-se a taxa de crescimento populacionale, a esta, acrescentou-se uma taxa média de crescimento tecnológico, de 2%, e uma taxa de depreciação do capital, de 10%. [7]

A Figura 3 apresenta detalhes sobre as proxies que foram utilizadas para as estimações.

Figura 3 - Proxies utilizadas nos modelos

Variável	Nome	Proxy	Fonte
y_{-it}	Renda per capita	PIB estadual per capita a preços constantes	Ipeadata e IBGE
K_{-it}	Capital físico	Consumo de energia elétrica industrial estadual per capita	1994 a 2004: Ipeadata 2005 a 2016: EPE
E_{-it}	Capital humano	Média de anos de estudo para indivíduos acima de 25 anos	Ipeadata e IBGE
Q_{-it}	Capital Estruturante	Despesas com apoio à educação - conceito pago - valores constantes - per capita	Sigef/FNDE e RG/ FNDE
L_{-it}	Mão-de-obra	População total 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 Integrado de Gestão Financeira; FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação; RG - Relatório de Gestão; EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas.

3 Resultados

3.1 Estatísticas descritivas

A Tabela 1 apresenta as taxas de crescimento das variáveis utilizadas entre os anos 1994 e 2016.

Pode-se constatar que a maior taxa de crescimento do PIB per capita ocorreu no estado do Tocantins. Há pelo menos duas explicações possíveis para esse resultado. Uma delas trata-se de um estado muito jovem - foi criado em 1988 - com forte demanda por obras de infraestrutura. Outra questão é que ele foi menos impactado pela crise econômicamundial de 2008: estados mais industrializados tenderam a perder participação no PIB devido ao enfraquecimento do setor industrial, enquanto aqueles com forte identidade agropecuária

7 Em relação às taxas de depreciação seguimos aquelas que a Secretaria da Receita Federal do Brasil adota para a maioria dos equipamentos industriais δ=10%. Para o progresso tecnológico (g), utilizamos para os estados brasileiros g = 2%, estimativa baseada em dados da OECD apresentados Blanchard (2017, p. 256 e 257).

não tiveram tanto impacto, como é o caso do estado do Tocantins[8]. Esses argumentos também justificam o maior crescimento dos capitais físico e humano naquele estado, em relação aos demais. 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. [9]

Com relação ao capital humano, os estados que apresentaram as maiores taxas de crescimento foram os da região nordeste do país. Como nesses estados o nível de escolaridade era muito baixo, o empenho governamental, em termos de políticas públicas, para elevá-lo, representou um menor esforço do que nos estados em que o patamar escolar era mais alto. Isso se deveu ao fato de que as séries iniciais de ensino apresentaram menores custos operacionais.

Tabela 1 - Taxas de crescimento estadual das variáveis utilizadas no modelo MRW, 1994 a 2016

	PIB pc			Capital Humano pc			Capital Físico pc			Capital Estruturante pc		
Estado	1994	2016	% Cresc	1994	2016	% Cresc	1994	2016	% Cresc	1994	2016	% Cresc
Acre	5,8	18,00	210%	5,6	6,9	23%	12,3	39,6	222%	40,4	175,7	335%
Alagoas	4,2	14,6	248%	3,8	5,8	53%	1630,2	2041,4	25%	26,5	237,4	796%
Amapá	9,2	19,3	110%	5,2	8,7	67%	109,6	47,4	-57%	42,8	83,2	94%
Amazonas	12,2	23,4	92%	5,7	8,2	44%	538,9	1551,8	188%	31,3	293,2	837%
Bahia	5,6	16,9	202%	3,6	6,8	89%	5687,6	9634,2	69%	25,8	271,2	951%
Ceará	4,7	15,4	228%	3,4	6,7	97%	1172,9	2697,8	130%	25,9	299,5	1056%
Distrito Federal	18,7	79	322%	7,6	10,1	33%	219	613,2	180%	41,7	268,2	543%
Espírito Santo	10,9	32,4	197%	4,9	7,9	61%	2597,9	3830,2	47%	20,6	89	332%
Goiás	7,5	27,8	271%	4,9	7,7	57%	1351,7	5057,2	274%	28,3	96,5	241%
Maranhão	2,6	12	362%	3,1	6,2	100%	5911	1114,9	-81%	31	569,1	1736%
Mato Grosso	8,1	34,8	330%	4,6	7,8	70%	382,5	1912,3	400%	24,5	128,4	424%
Mato Grosso do Sul	9,6	33,1	245%	5	7,8	56%	432,2	1083	151%	26,7	114,7	330%
Minas Gerais	10	26,2	162%	4,7	7,8	66%	18170	28257,5	56%	20,9	95,1	355%
Pará	7,3	16,9	132%	5	6,9	38%	6226,2	12671,9	104%	30,5	455	1392%
Paraíba	4	14,9	273%	4,3	6,7	56%	479	1460,4	205%	26,3	168,7	541%
Paraná	11,6	35,6	207%	4,9	8,1	65%	4955,3	11683,4	136%	20	113,4	467%
Pernanbuco	5,8	17,7	205%	4,1	7,1	73%	1686,3	3491,5	107%	21,8	166,5	664%
Piauí	2,8	12,8	357%	3,2	6,2	94%	91,8	237,4	159%	27,7	328,9	1087%
Rio de Janeiro	14,1	41,9	197%	6,5	8,9	37%	9119,8	8381,3	-8%	14,5	118,5	717%
Rio Grande do Norte	4,8	17,6	267%	4	6,7	68%	554,4	1248,8	125%	26,1	73,6	182%
Rio Grande do Sul	15,4	35,6	131%	5,7	8	40%	5450,6	9398	72%	16,6	102,1	515%
Rondônia	5,5	21,9	298%	5,3	7,4	40%	48,2	414,1	759%	24	83,4	248%
Roraima	4,4	21,8	395%	6,5	8,6	32%	6,7	26	288%	28,5	74,1	160%
Santa Catarina	12,6	38,7	207%	5,3	8,4	58%	3937,3	9465,9	140%	19,1	125,3	556%
São Paulo	16,9	46	172%	5,9	8,9	51%	35758,3	46507,8	30%	16,4	133,6	715%
Sergipe	6,1	18,2	198%	4,1	6,6	61%	692,2	1400,3	102%	29,1	75,3	159%
Tocantins	3,1	20,2	552%	3,2	7,4	131%	28,2	290	928%	34,1	110,8	225%
Mínimo			92%			23%			-81%			94%
Média			243%			61%			176%			580%
Máximo			552%			131%			928%			1736%

Fonte: elaborado pelo autor

Obs: O PIB per capita está expresso em R$; o Capital Humano em média de anos de estudo acima dos 25 anos; o capital físico, em mhz de consumo de energia elétrica, por habitante. O capital estruturante per capita, em R$.

8 Sobre esse tema, ver Abdal, 2017.

9 A importância da Zona Franca de Manaus é discutida em Araújo, 2009.

Referente ao capital estruturante, a maior taxa se deu no Maranhão, Pará, Piauí e Ceará com os menores níveis de renda per capita. No entanto, é interessante observar que os estados em que houve a menor taxa de crescimento no repasse de recursos federais para educação foram Sergipe e Rio Grande do Norte, apesar de integrarem 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 na área da educação ao longo do período entre 1994 a 2016.

Analisando os dados apresentados na Tabela 2, abaixo, pode-se observar que, em termos de log, o capital estruturante se correlaciona positivamente com o capital humano e o com o PIB per capita.

Tabela 2 - Correlação entre as variáveis do modelo MRW ampliado

	lnYPIBpc	lnKhum	lnKfis	lnPop	lnKestr
lnYPIBpc	1.0000				
lnKhum	0.8956	1.0000			
lnKfis	0.2714	0.1096	1.0000		
lnPop	-0.0200	-0.0021	-0.2770	1.0000	
lnKestr	0.3534	0.4958	0.0597	-0.1410	1.0000

Fonte: elaborado pelo autor

3.2 Testes no modelo MRW ampliado

A estrutura que comporta dados em painel com a variável dependente defasada vem sendo cada vez mais associada a modelos de crescimento econômico derivados de MRW em razão da característica notadamente dinâmica de tais modelos e da sua flexibilidade, conforme anteriormente mencionado na seção que tratou da revisão da literatura.

As estimações para avaliar o impacto do capital humano e do capital estruturante sobre o crescimento econômico foram dispostas nesta seção de três modos distintos. Primeiro avaliou-se o método pooled, confrontando-o com o de efeitos fixos e efeitos aleatórios. Em seguida, inseriu-se as estimações via efeitos fixos. E, finalmente, as de Painel Dinâmico.

No método de Painel Dinâmico, optou-se pelo estimador difference-GMM, proposto por Arellano-Bond (1991). A outra opção, o estimador system-GMM apresenta como uma das suas principais desvantagens a proliferação de instrumentos (mais instrumentos doque quando se emprega o difference-GMM), o que cria um trade-off entre viés (overfitting de variáveis endógenas) e eficiência (condições adicionais de momento), e pode causar estimativas com baixa precisão nas matrizes de variância e covariância, conforme discutido por Roodman (2009) e Bontempi et al (2012). Além disso, alguns autores orientam que se tenha um número de instrumentos igual ou menor que o número de grupos de indivíduos (Labra e Torrecillas, 2014; Lillo e Torrecillas, 2018). Na presente pesquisa, o número de grupos foi de 27 (número de estados brasileiros) e para o difference GMM obteve-se 8 instrumentos contra 256 no system-GMM tradicional ou 14 no system-GMM collapsado (Roodman, 2006).

O Método dos Momentos Generalizado - GMM – enquanto técnica econométrica de estimação de parâmetros, é indicado principalmente em situações em que se observa indícios de endogeneidade entre as variáveis explicativas do modelo, como ocorreu neste artigo.

Os métodos que envolvem GMM são adequados, em regra, (Roodman, 2006) quando existe um intervalo de tempo inferior ao número de indivíduos, uma relação linear funcional, variável dependente com características dinâmicas, efeitos individuais fixos e heterocedasticidade e autocorrelação nos indivíduos, porém não entre eles. Essas características estão presentes no modelo aqui analisado. Para a verificação da validade dos instrumentos utilizou-se o teste de Hansen.

As informações relevantes dos modelos de pooled, efeito fixo e o Painel Dinâmico Arellano - Bond, estão dispostos na Tabela 7. O estudo da melhor especificação iniciou-se com os testes de LM Breusch-Pagan (BP), Chow e Hausman. O teste de BP indicou a melhor opção entre os modelos de pooled e efeito aleatório. A estatística qui-quadrado do teste indicou o valor de 1744,36 e o p-valor do teste de 0,000 rejeitando a hipótese nula de o modelo seguir a especificação pooled. O teste Chow definiu a escolha entre o modelo pooled e efeito fixo. A estatística F do teste de Chow é F=41,82 e p-valor = 0,000 rejeitando novamente a hipótese nula de o modelo seguir a especificação pooled, sendo a opção mais adequada a escolha do modelo de efeito fixo. Por fim, o teste de Hausman definiu a escolha entre o modelo de efeito aleatório e o modelo de efeito fixo. A estatística qui-quadrada do teste de Hausman é de 86.88 e o p-valor do teste é 0,000, indicando a rejeição da hipótese nula do modelo ser de efeito aleatório.

Foram feitos também testes de multicolinearidade por meio do fator de inflação (VIF). A Tabela 3 mostrou esses resultados.

Como o valor do VIF é menor do que 10, pode-se afirmar que não há indícios de multicolinearidade entre as variáveis. Os testes também revelaram a possibilidade de endogeneidade nas variáveis independentes: capital físico, capital humano e 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 (VI). Essa estratégia de correção de endogeneidade foi adotada por Barro e Sala I-Martin (1995), Barro e Lee (2003), Ferreira, Issler e Pessoa (2004) e Cangussu, Salvato e Nakabashi (2010). Essa também foi a opção aqui adotada, por meio do método de painel dinâmico - Arellano e Bond, utilizando-se como instrumentos a defasagem de cada variável independente em dois lags.

Tabela 3 - Testes de Multicolinearidade

Variável independente	FIV
Mean VIF	1,23
VIF lnKfis	1,10
VIF lnKhum	1,35
VIF lnKest	1,36
VIF lnPop	1,11
Referenciais FIV<10: não há indícios de multicolinearidade	

Fonte: elaborado pelo autor

Os testes de especificação de estatística J de Hansen e os testes de autocorrelação de primeira e segunda ordem de Arellano Bond vêm sendo utilizados pela literatura para verificação da qualidade do ajustamento do modelo. Na Tabela 5, os testes de Hansen não rejeitam a hipótese nula de que os instrumentos são válidos para as especificações utilizadas (>0,05). Na Tabela 4, os resultados rejeitam a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem (<0.05) e não rejeitam a hipótese nula de ausência de autocorrelaçãode segunda ordem para as especificações utilizadas (>0,05). Os dois resultados apresentam indícios de que os instrumentos são estatisticamente válidos, não estão correlacionados com o termo de erro e, portanto, presume-se que há uma adequada qualidade da especificação.

Tabela 4 - Teste Arellano-Bond para ausência de autocorrelação dos erros em primeira diferença

Order	z	Prob > z
z	-2.4958	0.0126
1	-2.1003	0.0857

H0: no autocorrelation

As estimativas da regressão foram dispostas na Tabela 5. Dada a escolha do método de painel dinâmico - Arellano Bond (coluna 3 da Tabela 5) como o mais adequado, na avaliação final, segue-se a 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, elevou a renda per capita em aproximadamente 0,03%.

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. Neste caso, um ano de escolaridade correspondeu a aproximadamente 16,13% do total de anos de estudo[10]. O aumento médio de um ano de escolaridade da população brasileira elevou o PIB per capita em 8%. Esse resultado está bem próximo do encontrado por Nakabashi (2005): 9,3% de retorno e Cansussu et al (2010), com estimativa de 8,5%. Outro ponto a ser observado é que o coeficiente para capital humano encontrado no método de painel dinâmico - Arrellano Bond para o capital humano (0,481) encontra-se bem próximo a todos os métodos apresentados por Firme e Freguglia (2013) para estimação em dois estágios considerando a autocorrelação espacial (Pooled OLS = 0,4884; efeito fixo = 0,4951; efeito aleatório = 0,4884; primeira diferença = 0,4119) em um estudo sobre crescimento econômico para os municípios brasileiros com dados em painel e controles espaciais sobre o MRW.

10 Para uma média de 6,2 anos de estudos, 1 ano corresponde a aproximadamente 16% dessa média. Multiplicando-se 0.16 pelo coeficiente do capital humano (0,481) chega-se ao valor aproximado de 0,08.

Em seguida, efetuaram-se simulações dos dados para os estados brasileiros, de 1994 a 2016, com base no modelo de Solow, no MRW original para em seguida compará-lo com o MRW ampliado ora proposto. Foram realizados os mesmos testes citados anteriormente para identificação do método mais indicado entre poled OLS, efeito fixo e efeito aleatório. Nos três modelos os resultados parciais apontaram para o efeito fixo como o mais adequado e detectaram indícios de endogeneidade. Por isso, também no modelo de Solow e no MRW original, a correção se deu por meio do painel dinâmico - Arellano Bond. A Tabela 6 resume os resultados encontrados.

Tabela 5 - Equação de MRW ampliado - Estados Brasileiros (1994-2016)

	(1) MQO PIB per capita (lnPIBpc)	(2) Efeitos Fixos PIB per capita (lnPIBpc)	(3) Painel Dinâmico Arellano Bond PIB per capita (lnPIBpc)
Capital Físico	0,0516***	0,186***	0.0324**
(lnKfis)	(0,00571)	(0,0199)	(0.0134)
Capital Humano	2,409***	1,180***	0.481***
(lnKhum)	(0,0585)	(0,0749)	(0.0277)
Capital Estruturante	-0,0781***	0,0697***	0.127***
(lnKest)	(0,0117)	(0,0129)	(0.00351)
Tx pop+tec+dep	0,555	0,342	-0.619***
	(0,721)	(0,392)	(0.0583)
L.lnYPIBpc			0.226***
			(0.00645)
Constante	5,277***	5,946***	6.029***
	0,129	0,141	(0.0564)
N	621	621	567
R-sq	0.844	0.814	
adj, R-sq	0.843	0.804	
Média FIV[a]	1,23		
Heterocedasticidade[b]	7,38		
Prob>chi2	0,0066		
Autocorrelação[c]	542,55		
Prob>F	0,0000		
F[d]	41,82		
Prob >F	0,0000		
Teste de Hausman	86,88		

	(1) MQO PIB per capita (lnPIBpc)	(2) Efeitos Fixos PIB per capita (lnPIBpc)	(3) Painel Dinâmico Arellano Bond PIB per capita (lnPIBpc)
Prob>X[2]	0,0000		
Endogeneidade[h]:			
Capital Físico	387,52		
Prob >F	0,0000		
Capital Humano	387,52		
Prob >F	0,0000		
Capital Estruturante	852,19		
Prob >F	0,0000		
Teste de Hansen			11.9158
Prob>chi2			0.1800
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

As taxas de crescimento da população, de depreciação do capital e de avanço tecnológico combinadas apresentaram sinal negativo, compatível com os testes originais em Solow (1956) e MRW (1992). Comparando os modelos MRW original e ampliado, observa-se que a inclusão do capital estruturante provoca redução dos coeficientes tanto do capital físico quanto do capital humano, já esperado, em razão das características da proxy que foi utilizada para a formação daquele, conforme apresentado na seção 4.1.

Tabela 6 - Painel Dinâmico - Comparativo Solow x MRW x MRW Ampliado - Estados Brasileiros, 1994-2016

Painel Dinâmico Arellano - Bond	(1) SOLOW PIB per capita (lnPIBpc)	(2) MRW PIB per capita (lnPIBpc)	(3) MRW Ampliado PIB per capita (lnPIBpc)
L.lnYPIBpc	0.526***	0.233***	0.226***
	(0.00907)	(0.00439)	(0.00645)
Capital Físico (lnKFis)	0.291***	0.126***	0.0324**
	(0.00844)	(0.0147)	(0.0134)
Tx pop+tec+dep	-1.488***	-0.621***	-0.619***
	(0.0395)	(0.0245)	(0.0583)
Capital Humano (lnKhum)		1.005***	0.481***
		(0.0347)	(0.0277)
Capital Estruturante (lnKest)			0.127***
			(0.00351)
Constante		4.864***	6.029***
		(0.0542)	(0.0564)
N			

Standard errors in parentheses * p<0,10 ** p<0,05 *** p<0,01 Fonte

: Elaborado pelo autor

Na Tabela 7, estão dispostos os testes de autocorrelação dos erros para os modelos de Solow, MRW e MRW ampliado. Nos três casos, os resultados rejeitam a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem (<0.05) e não rejeitam a hipótese nula de ausência de autocorrelação de segunda ordem para as especificações utilizadas (>0,05).

Tabela 7 - Teste Arellano-Bond para ausência de autocorrelação dos erros em primeira diferença

Order	Solow		MRW		MRW Ampliado	
	z	Prob > z	z	Prob > z	z	Prob > z
1	-2.1753	0.0296	-2.6267	0.0086	-2,4958	0.0126
2	-.12436	0.9010	-.75154	0.4523	-2.1003	0,0857

H0: no autocorrelation

4 Conclusão

Este artigo apresentou como proposta um novo desdobramento dos fatores de produção para o processo de crescimento econômico. Além do capital físico e do capital humano, considerou-se no modelo MRW a inclusão de uma variável denominada *capital estruturante* que incorpora informações relacionadas aos gastos com apoio à educação básica. A inclusão desta variável no modelo proposto foi testada em uma estruturade painel, para dados econômicos e sociais das 27 unidades da federação no Brasil, no período de 1994 a 2016.

Além de confirmar os resultados de diversos outros estudos anteriores, de que o capital humano é o fator mais relevante para o crescimento econômico, obteve-se evidências de que a variável *capital estruturante – que representou os gastos com educação executados pelo FNDE* - é importante para a compreensão do desempenho do produto per capita na economia brasileira. Dos resultados encontrados pode-se afirmar que o aumento de 1% no capital estruturante gera uma elevação de 0,127% da renda agregada enquanto, para uma mesma elevação percentual do capital físico, a renda agregada tenderia a crescer em 0,0324%. Para o capital humano, o aumento médio de um ano de escolaridade da população brasileira elevou o PIB per capita em 8%, percentual próximo do encontrado por Nakabashi (2005) e Cangussu *et al* (2010).

O MRW ampliado com o capital estruturante permitiu que uma característica presente no modelo original de Solow pudesse ser utilizada: uma *proxy* que contivesse elementos de capital físico e humano, conjuntamente. Ao mesmo tempo, também possibilitou evidenciar a principal característica do modelo MRW, ou seja, separar o capital em pelo menos duas naturezas distintas: física e humana. Neste sentido, a principal contribuição do modelo aqui desenvolvido consiste em ampliar a compreensão sobre a natureza dos modelos de crescimento econômico exógeno. Essa contribuição reforça a ideia apresentada por Bernanke e Gürkaynak (2001) por meio de testes empíricos, e considera os pressupostos teóricos e metodológicos que eles propuseram. Além do mais, e principalmente, identifica e mensura a importância do FNDE como relevante indutor do crescimento econômico no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABDAL, Alexandre. Desenvolvimento Regional no Brasil Contemporâneo. **Revista Novos Estudos**. Cebrap – São Paulo. V36:02 – 107-126. Julho, 2017

ALEXIOU, Constantinos; VOGIAZAS, Sofoklis; NELLIS, Joseph G. Reassessing the relationship between the financial sector and economic growth: Dynamic panel evidence. **International Journal of Finance and Economics**: Volume23, Issue2. April 2018, Pages 155-173. 2018.

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. Acesso em: 10/07/2018. 2018.

ARAÚJO, E.S. Desenvolvimento Urbano Local – O caso da Zona Franca de Manaus. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. V. 1, N.1 . 2009

ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **Review of Economic Studies**, v. 58, n. 2, p. 277-297, April 1991.

ARELLANO, M.; BOVER, O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. **Journal of Econometrics**, v. 68, n. 1, p. 29-51, July 1995.

BARRETO, R. C. S. & ALMEIDA, E. S. 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. 2009.

BARRO, Robert J. Economic growth in a cross section of countries. **The quarterly journal of economics**, v. 106, n. 2, p. 407-443, 1991.

BARRO, Robert J.; SALA-i-MARTIN, X. **Economic Growth**. McGraw Hill, Boston MA. 1995.

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

BAYRAKTAR-SAĞLAM, Bahar. The Stages of Human Capital and Economic Growth: Does the Direction of Causality Matter for the Rich and the Poor?. **Social Indicators Research**, v. 127, n. 1, p. 243-302, 2016.

BECKER, Gary S.; MURPHY, Kevin M.; TAMURA, Robert. Human capital, fertility, and economic growth. **Journal of political economy**, v. 98, n. 5, Part 2, p. S12-S37, 1990.

BERNANKE, Ben S.; GÜRKAYNAK, Refet S. 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. 2001.

BLANCHARD, O.; **Macroeconomic**. 7th ed. Massachusetts: Pearson, 2017.

BOND, Stephen; HOEFFLER, Anke; TEMPLE, Jonathan. **GMM estimation of empirical growth models**, 2001.

BONDEZAN, Kezia de Lucas; DIAS, Joilson. Crescimento Econômico no Brasil: Uma abordagem sobre o papel da acumulação de capital físico e humano. **Revista de Economia**, v. 42, n. 3, 2016.

BONTEMPI, Maria Elena; MAMMI, Irene. **A strategy to reduce the count of moment conditions in panel data GMM**. 2012.

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.

ČADIL, Jan; PETKOVOVÁ, Ludmila. Human capital, r&d and growth – some empirical findings **The 8th International Days of Statistics and Economics**, Prague, September 11-13, 308, 2014.

CASS, D. Optimum Growth in an Aggegative Model of Capital Accumulation. **Review of Economic Studies**, XXXII, 1965, 233-40. 1965.

CASSELLI, Francesco. In: 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. 2001.

CASTELLÓ-CLIMENT, Amparo; MUKHOPADHYAY, Abhiroop. Mass education or a minority well educated elite in the process of growth: The case of India. **Journal of Development Economics**, v. 105, p. 303-320, 2013.

CHKRAVARTY, S.R. A Generalized Human Development Index. **Review of Development Economic**, 7(1), 99-114, 2003.

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

COMBES, P.P.; OVERMAN, H.G. The spatial distribution of economic activities in the European Union. **Handbook of Regional and Urban Economics**, v. 4, cap 64, p. 2845-2909, 2004.

ERTUR, C. ; KOCH, W. Growth, Techonological Interdependence and Spatial Externalities: Theory and Evidence. **Journal of Applied Econometrics**, 22, 1033-1062. 2007.

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.

FANG, Chuangli; WANG, Shaojian; LI, Guangdong. Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Volume 81, Part 2, January 2018, Pages 2144-2159. 2018.

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. 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**'. 2013.

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

GAMA, Victor Azambuja. **Os efeitos da qualidade da educação sobre a acumulação de capital humano e o crescimento econômico no Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2014.

GRAMMY, A.P.; ASSANE, D. New Evidence on the effect of human capital on economic growth, **Applied Economics Letters**, 4:2, 121-124, 1997

GONZAGA, E. T. de; AVILA, M. L. de. Atores, interesses e desafios na formulação do FUNDEB. **Cadernos do FNDE,** v. 1, n. 1, p. 27–50, 2020.

HAMERMESH, D. 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. 1986

_____. **Labor Demand**. Princeton: Princeton University Press. 1993

HAUSMAN, J.A. Specification and estimation of simultâneos equation models. In: GRILICHES, Zvi; INTRILIGATOR, M.D.(Ed.). **Handbook of Econometrics**. Amsterdam: North Holland, 1983, v.1.

IPEA Base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. URL: Disponível em **www.ipeadata.gov.br**. Acesso em: 10/07/2018. 2018.

IRFFI, Guilherme et al. Impactos da abertura comercial e contribuição dos diferenciais de escolaridade sobre o nível de renda dos municípios cearenses, no período 1997-2005. **Ensaios FEE**, v. 37, n. 1, p. 217-254, 2016.

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.

KAZMI, Syed Mohsin; ALI, Kazim; ALI, Ghamze. **Impact of Human capital on Economic Growth**: Evidence from Pakistan. 2017.

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. 1997.

KOLAWOLE, Ogundaria; AWOKUSE, Titus. Human capital contribution to economic growth in Sub-Saharan Africa: Does health status matter more than education?

Economic Analysis and Policy. Volume 58, June 2018, Pages 131-140, 2018.

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, (**Working Paper** n. 91-26), 1991.

LABRA, R; TORRECILLAS, C. Guia Cero para datos de panel. Un enfoque pratico. **UAM**, v. 16, p.1-57, 2014.

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

LI, Tingting; WANG, Yong. Growth channels of human capital: A Chinese panel data study. **China Economic Review**, 2016.

LILLO, R. L.; TORRECILLAS, C. Estimating dynamic panel data. A practical approach to perform long panels. **Revista Colombiana de Estadistica**, v. 41, n 1, p. 31-52, 2018.

LJUNGQVIST, L.; SARGENT, T.J. **Recursive macroeconomic theory**. 3rd ed. Massachusetts: The MIT Press, 2012.

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. A Contribution To The Empirics of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics** 107(May): 407-437. 1992.

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

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.

NELSON, Richard R.; PHELPS, Edmund S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. **The American Economic Review**, v. 56, n. 1/2, p. 69-75, 1966.

NIZAM, Saiyidatul Saadah Ahmad; AHMAD, Rohanin; AZIZ, Nur Arina Bazilah. The Effect of the Influx of Foreign Labour in Malaysia by Augmented MRW Model. **Jurnal Teknologi**, 76:13,61–66, 2015.

OSBERG, L. SHARPE, A. An index of economic well-being for selected oecd countries. **Review of Income and Wealth** Series 48, Number 3, September, 2002.

PELINESCU, Elena. The impact of human capital on economic growth. **Procedia Economics and Finance**, v. 22, p. 184-190, 2015.

PNUD - **Relatórios Anuais** - 2017. Disponível em: http://www.br.undp.org/content/

brazil/pt/home/library/relatoriosanuais/relatorio-anual-pnud-brasil-2017.html. Acesso em: 16/10/2018.

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

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Relatório de Gestão.** Brasília/DF, anos de 1994 a 2016.

ROODMAN, David. A note on the theme of too many instruments. **Oxford Bulletin of Economics and statistics**, v. 71, n. 1, p. 135-158, 2009

_____. How to do xtabond2: An introduction to Difference and System GMM in Stata. 2006.

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.

_____. In (comment): Bernanke, Ben S.; Gürkaynak, Refet S. "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. 2001

SALGUEIRO, Ariene da S.; NAKABASHI, Luciano; DE PRINCE, Diogo. O papel do capital humano no crescimento: uma análise espacial para o Brasil. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 7, n. 4, 2011.

SIGEF – Sistema Integrado de Gestão Financeira – Sistema do Fundo de Desenvolvimento da Educação – FNDE/MEC.

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

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

_____. Technical change and the aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, Aug. 1957.

TEIXEIRA, Aurora; QUEIRÓS, Anabela. Economic growth, human capital and structural change: A dynamic panel data analysis. **Research policy**, v. 45, n. 8, p. 1636-1648, 2016.

YOSHINO, N.; ABIDHADJAEV, U. Explicit and Implicit Analysis of Infrastructure Investment: Theoretical Framework and Empirical Evidence. **American Journal of Economics** 2016, 6(4): 189-199. 2016.