

TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 270

**CAPITAL HUMANO:
UMA NOVA *PROXY* PARA INCLUIR ASPECTOS QUALITATIVOS**

**Luciano Nakabashi
Lízia de Figueiredo**

Julho de 2005

Ficha catalográfica

330.34 Nakabashi, Luciano.
N163c Capital humano: uma nova proxy para incluir
2005 aspectos qualitativos / Luciano Nakabashi, Lízia de
Figueiredo. - Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2005.

36p. (Texto para discussão ; 270)

1. Desenvolvimento econômico - Modelos econométricos. 2. Macroeconomia - Modelos econométricos. 3. Capital humano - Modelos econométricos. I. Figueiredo, Lízia de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. III. Título. IV. Série.

CDU

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL**

**CAPITAL HUMANO:
UMA NOVA *PROXY* PARA INCLUIR ASPECTOS QUALITATIVOS**

Luciano Nakabashi

Professor do departamento de economia da Universidade Federal do Paraná e das
Faculdades Eseei. E-mail: lucianonakabashi@ig.com.br

Lízia de Figueiredo

Professora Adjunta do departamento de economia da
Universidade Federal de Minas Gerais.

**CEDEPLAR/FACE/UFMG
BELO HORIZONTE
2005**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. IMPORTÂNCIA EMPÍRICA DO CAPITAL HUMANO NO PROCESSO DE CRESCIMENTO.....	7
3. O MODELO.....	12
3.1. Estado estacionário.....	12
3.2. Convergência.....	13
4. DADOS E METODOLOGIA	14
5. RESULTADOS.....	17
6. TESTES DAS REGRESSÕES	21
7. INTRODUÇÃO DE ANOS DE ESCOLA	22
8. DADOS.....	23
9. RESULTADOS.....	23
10. TESTES DAS REGRESSÕES	26
11. CONCLUSÕES	27
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
13. ANEXOS	31
Anexo 1	31
Anexo 2	34

RESUMO

Apesar de já existir um razoável consenso de que o papel do capital humano sobre o nível de renda e taxa de crescimento dos países é crucial, os resultados empíricos não são tão favoráveis a essa idéia. Muitos estudos empíricos não encontram uma relação positiva significativa entre nível ou taxa de crescimento da renda e nível de capital humano. Aparentemente, os dois principais motivos para que isto aconteça é o fato de que a relação entre essas variáveis pode ser mais complexa do que é sugerido por alguns modelos de crescimento endógeno do tipo Lucas-Uzawa e pela *proxy* que geralmente é usada. O objetivo do presente trabalho foca nesse segundo problema através da utilização de uma *proxy* que incorpore características quantitativas e qualitativas do fator capital humano. O trabalho e dados de Mankiw, Romer e Weil (1992) são utilizados como base de comparação dos resultados.

Palavras chaves: Capital humano, resultados empíricos, nova *proxy*.

ABSTRACT

The role of human capital on the development process has been recognized as a crucial element by many researchers. Nevertheless, many empirical results have showed no correlation between human capital and income per capita level or between human capital and growth rates. It is argued that the interaction between the two variables is more complicated than predicted by endogenous model of growth as the one developed by Lucas-Uzawa. Other problem that is usually mentioned is the proxy's lack of quality because it does not take into account the disparities in the educational system when different nations are compared. The main goal of this paper is to employ a proxy for human capital that tries to take into account this characteristic and compare with Mankiw, Romer and Weil 1992's results.

Key words: Human capital, empirical results, new proxy.

JEL Classification: C21, E10, I20, O11, O41, O50.

1. INTRODUÇÃO

O capital humano é tido como um fator importante sobre o crescimento pois, como enfatizado por Lucas-Uzawa (1988), ele afeta diretamente as habilidades do trabalhador. Um trabalhador mais preparado pode fazer o mesmo serviço, utilizando as mesmas técnicas, máquinas e equipamentos, obtendo um produto final maior do que outro que não esteja tão bem preparado. O capital humano também afeta indiretamente a produção, dadas as externalidades por ele geradas, que atenuam os efeitos dos rendimentos decrescentes do capital, como presente no modelo de Lucas (1998). Além disso, trabalhadores mais qualificados aceleram o processo de difusão, questão crucial para os países em desenvolvimento, como salientando por Nelson e Phelps (1966) e Barro e Sala-i-Martin (1997). Uma quarta via é a da capacitação dos indivíduos que estão engajados nos processos de P&D ou qualquer outro processo que afeta a criação de tecnologia. Este é um efeito indireto da educação sobre o crescimento. Assim P&D depende da quantidade de capital humano das pessoas empregadas nesse processo, como ressaltado por Romer (1990).

O objetivo desse trabalho é o de se utilizar uma *proxy* para capital humano que leve em conta aspectos quantitativos e também qualitativos para se medir com um maior nível de precisão os impactos diretos desse fator sobre o diferencial do nível de renda entre os países. O estudo empírico será feito através de uma análise comparativa com o modelo de Solow estendido, conforme apresentado no trabalho de Mankiw, Romer e Weil (1992). Assim, o foco principal está apenas na análise dos efeitos diretos.

O método proposto de mensuração das *proxies* para capital humano consiste em multiplicar a *proxy* de Mankiw, Romer & Weil (1992)¹ pelo IDH e pelo IDH², procedendo da mesma forma com a *proxy* anos de escola, de Barro e Lee (2001). A suposição por trás da utilização dessa *proxy* é de que a qualidade do sistema educacional depende do nível de desenvolvimento do país em questão, sendo o IDH a variável utilizada para tal mensuração. O emprego do IDH se deve por este ser um indicador bem estabelecido na literatura sobre desenvolvimento econômico e para o qual os dados estão disponíveis para uma ampla gama de países, além dos dados que compõem o IDH serem de razoável confiabilidade. Portanto, nosso objetivo é mensurar o impacto dessas *proxies* sobre o nível² e sobre a taxa³ de crescimento da renda per capita do grupo de países utilizado por Mankiw, Romer & Weil (1992)⁴, no mesmo período (1960-1985), fazendo uma análise comparativa com o trabalho desses autores.

Além dessa introdução, o artigo faz uma breve revisão da literatura empírica sobre o capital humano, na seção II. Na seção III, faremos nosso teste empírico do impacto do capital humano no nível e na taxa de crescimento da renda testando a robustez da nova variável ao comparar com os resultados do trabalho de MRW, além de se fazer um balanço das mudanças dos resultados quando se leva em conta a diferença na qualidade de ensino.

¹ Fração da população matriculada no ensino secundário da UNESCO yearbook vezes a população em idade de estar no ensino secundário dividida pela população em idade de trabalhar.

² Quando se considera que os países estão no estado estacionário.

³ Quando se considera a possibilidade de convergência condicional.

⁴ MRW daqui para frente.

2. IMPORTÂNCIA EMPÍRICA DO CAPITAL HUMANO NO PROCESSO DE CRESCIMENTO

Em períodos anteriores ao século XIX já existiam evidências que apontavam para a possível importância do investimento em capital humano no processo de desenvolvimento das nações

Within Europe the most advanced nations educationally, those in northern and western Europe, were the ones that developed first. Not until the end of the nineteenth century did most of southern and eastern Europe start to approach educational levels comparable to the initial levels in the north and west, and it was around this time that these nations began to develop. With regard to the overseas descendants of Europe the picture is the same: the leader in schooling is the leader in development, the United States. Within Latin America, Argentina, the most developed nation there today, took the lead in educational growth in the last half of the nineteenth century. In Asia, Japan's nineteenth-century educational attainment is clearly distinctive, and this was true even before the Meiji Restoration, though important reforms were introduced in 1872 (Easterlin, 1981, p. 7).

Krueger (1968) fez uma análise sobre o diferencial do nível de renda dos Estados Unidos em relação a alguns países subdesenvolvidos⁵ no intuito de verificar quais os fatores relevantes na explicação da disparidade de renda existente entre eles, com a conclusão de que as *proxies*⁶ para capital humano explicam mais de cinquenta por cento da mesma.

Fazendo uso dos dados de Summers e Heston (1988), a base de dados do Banco Mundial (1979 apud Barro 1991), e mais algumas outras fontes, Barro (1991) utiliza várias regressões para analisar o papel do capital humano no processo de crescimento. Os resultados encontrados não rejeitam a hipótese de que o capital humano, medido pelas taxas de matrícula nos ensino primário e secundário (1960, início do período analisado), afeta positiva e significativamente a taxa de crescimento da renda per capita (1960-1985). A taxa de alfabetização também apresenta coeficiente positivo e significativo, mas apenas quando as duas *proxies* para capital humano anteriores não são consideradas.

Também para o período de 1960-1985, fazendo uso da base de dados de Summers e Heston (1988) e do Banco Mundial (*World Tables e World Development Report 1988* apud Mankiw et al. 1992), outro estudo que mostra que o capital humano é importante na explicação da diferença de renda per capita entre os países é o realizado por MRW, utilizando o modelo ampliado de Solow. São feitas regressões para três diferentes amostras de países, com a primeira formada por 98 países não produtores de petróleo. A segunda é derivada da primeira, excluindo os países que não possuem dados confiáveis (n = 75) e a terceira é formada pelos países da OCDE⁷ (n = 22). Os resultados encontrados são compatíveis com a teoria

The augmented Solow model says that differences in saving, education, and population growth should explain cross-country differences in income per capita. Our examination of the data indicates that these three variables do explain most of the international variation (p. 433).

⁵ Na época, pois ela inclui países como, por exemplo, Japão, Coreia do Sul e Israel. O único país que já possuía um elevado grau de desenvolvimento, fora os Estados Unidos, era o Canadá.

⁶ Krueger utilizou três *proxies* para medir a diferença de capital humano entre os países: a faixa etária das pessoas que estão cursando o primeiro e segundo graus, além da graduação; anos de escola; e a estrutura setorial da economia, que é a distribuição da população entre residentes urbanos e do campo.

⁷ Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

Barro (2000), usando dados de Barro e Lee (2001) para capital humano⁸ e controlando para variáveis como renda inicial, consumo do governo, medida de abertura comercial, taxa de inflação, taxa de fecundidade, termos de troca e índice para medir o grau de aplicabilidade da lei de propriedade privada, encontra uma relação positiva e significativa entre ensino secundário e de nível superior, para homens com 25 anos ou mais, no início do período, e taxa de crescimento da renda per capita.

Não se pode, porém, tirar conclusões de que o crescimento é uma consequência direta do processo de educação da força de trabalho. Resultados adversos – seja em relação à direção de causalidade, sinal e significância do coeficiente e presença de externalidades - foram encontrados em inúmeros trabalhos, levando a uma certa incredulidade na forma em que o capital humano afeta o crescimento da renda

...there seems to be a general sense that the “human capital revolution” in development has been a disappointment, and that growth-accounting measures of the effects of education do not help us understand much of the variation in growth rates observed in the world. (Romer, 1990b, p. 274).

Entre os resultados adversos estão vários estudos que apontam a possibilidade de uma relação inversa de causalidade “... diversos autores manifestaram um certo desconforto em relação à direção da causalidade no relacionamento entre escolaridade e crescimento, sendo a possibilidade de causalidade reversa explicitamente considerada.” (Bonelli, 2002, p. 842). Bils e Klenow (2000) analisam o impacto do capital humano sobre a renda per capita⁹ controlando para o fato de que expectativas de maior crescimento da renda no futuro possam afetar investimentos em capital humano no presente concluindo que: “*differences in growth rates of human capital explain a relatively small fraction of the cross-country relationship between schooling and subsequent growth.*” (p.173). Isso acontece mesmo quando se considera o fato de que o capital humano facilita a absorção de tecnologia.

Em outros estudos não se confirma a existência de uma correlação entre crescimento e aumento do nível educacional ou se encontra até mesmo uma correlação negativa, como sugerido por Pritchett (2001) em um estudo em que ele utiliza séries para capital humano por ele elaboradas:

“Cross-national data show no association between increases in human capital attributable to the rising educational attainment of the labor force and the rate of growth of output per worker.” (p. 367) Esse autor concede que outros autores antes dele já haviam encontrado resultados surpreendentes ao examinar a relação entre educação e crescimento. Assim, Benhabib e Spiegel (1994) obtiveram um coeficiente negativo para a escolaridade em uma regressão para explicar a taxa de crescimento econômico. O próprio World Bank Development Report de 1995 (Figure 2.4) não encontrou uma correlação (parcial) entre crescimento e expansão educacional. (Bonelli, 2002, p. 842).

⁸ Ele utiliza o PIB per capita e, posteriormente, a taxa de investimento em relação ao PIB como variáveis dependentes para a média de três períodos: 1965-75, 1975-85 e 1985-95 (1985-92 para investimento).

⁹ O período de análise vai de 1960 a 1990.

Em um estudo para uma série de países, no período de 1960 a 1985, com os dados para a renda nacional compilados por Summer e Heston (1988), empregando como *proxy* para capital humano a taxa de alfabetização¹⁰ da *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) e corrigindo para erros de medida¹¹, Romer (1990b) não encontra um coeficiente significativo para a variável capital humano na explicação do crescimento da renda: “*Once instrumental variables are used to correct for measurement error in both the initial level of income and the literacy rate, neither is significantly related to the rate of output growth.*” (p. 277).

Benhabib e Spiegel (1994) fazem uma série de regressões para testar a importância do capital humano na renda per capita. Os resultados encontrados são diferentes daqueles esperados pela teoria do capital humano

Our findings shed some doubt on the traditional role given to human capital in the development process as a separate factor of production. In our first set of results, we find that human capital growth has an insignificant and usually negative effect in explaining per capita income growth. This result is robust to a number of alternative specifications and data sources, as well as to the possibility of bias, which is encountered when regressing per capita income growth on accumulated factors of production. (p. 144).

Resultados semelhantes são encontrados por Islam (1995), utilizando a base de dados montada por Summer e Heston (1988) e para capital humano a de Barro e Lee (1993), por De Gregorio (1992), em um trabalho com doze países da América Latina¹², no período 1950-1980, empregando o método de dados de painel, e por Hall e Jones (1998), em uma análise empregando o método da contabilidade do crescimento.

O debate empírico não é, portanto, conclusivo com relação à importância do capital humano sobre o crescimento, havendo necessidade de avanço no mesmo. Mesmo em estudos que encontram um papel não-significativo do capital humano na renda (taxa ou crescimento), há reservas em relação aos resultados:

The small role indicated for human capital in the standard growth equations is somewhat troubling. Human capital accumulation is commonly cited as a prerequisite for development and most countries have government policies which encourage human capital accumulation (Benhabib e Spiegel 1994, pp. 154-155).

Temple (1999, p. 131) acredita na existência de erros de especificação nos estudos macroeconômicos. Adicionalmente, evidências no nível micro sugerem que aumentos salariais acompanhando a escolaridade adicional são universais, contribuindo para a noção de que aumentos na escolaridade causam crescimento da produtividade e eleva, desse modo, o crescimento da renda: “*The*

¹⁰ “*Literacy was chosen partly because it is a variable that is available for a broad sample of countries, and partly because cross-country measures of literacy should be more comparable than cross-country measures of educational attainment. Finally, literacy has the advantage that its level at any time is easily measured.*” (p. 273).

¹¹ Romer (1990b) considera a possibilidade da existência de consideráveis erros de medida no nível inicial de renda (1960) e na taxa de alfabetização. Para lidar com esses problemas ele utiliza variáveis instrumentais correspondente as duas anteriormente citadas, que são, respectivamente, a quantidade de rádios por mil habitantes e a quantidade de consumo per capita de jornais impressos, ambas em 1960.

¹² Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, México, Peru, Uruguai e Venezuela.

most extensively documented feature of embodied human capital is the relationship between education and wages. Studies of earnings in advanced capitalist economies typically find that each extra year of schooling raises earnings by five to ten percent.” (Dowrick, 2003, p. 2).

Outro problema é que as *proxies* para capital humano, em geral, não levam em consideração a capacitação dos indivíduos no trabalho e a diferença de qualidade no ensino dos vários países. Um exemplo disto é a base de dados construída por Barro e Lee (2001)

Our estimates of educational attainment provide a reasonable proxy for the stock of *schooling* capital for a broad group of countries. However, these data have a number of shortcomings. First, the measure of educational attainment does not take account of the skills and experienced gained by individuals after their formal education. Second, ... [it] does not take account of differences in the quality of *schooling* across countries. (p. 554).

De maneira geral, nos estudos onde não se encontra uma relação significativa ou se encontra, mas com o sinal contrário ao esperado, é fornecida alguma explicação para o fenômeno de modo a preservar a possível importância da relação entre elas. As explicações geralmente vão em duas direções

One is to point out the discrepancy between the theoretical variable H in the production function and the actual variable used in regressions. The enrollment rates were always very partial measures of the rate of investment in human capital and, more importantly, did not account for differences in the quality of *schooling*.... The second response is to think of richer specification of the production function with respect to human capital. (Islam, 1995, p. 1153).

Segundo Islam (1995), a baixa qualidade das *proxies* para capital humano, quando se adiciona a dimensão temporal na análise faz com que a relação positiva entre este e a renda se dissipe e isso acontece porque

Although, measured by such rates (enrollment rates), many (particularly the less developed) countries appear to have made much progress, the true levels of human capital (and hence the output levels) in these countries have actually not increased by that much. Statistically this results in a negative temporal relationship between the human capital variable used and economic growth within countries. The results of the pooled regression already show that this negative temporal relationship is strong enough to outweigh the positive cross-sectional relationship (p. 1153).

A literatura empírica sobre capital humano tem, em função dessas considerações, procurado: a) estabelecer diferentes especificações para os modelos econométricos, em particular, buscando explicitar os efeitos indiretos do capital humano; b) questionar as formas de estimação dos modelos, causalidades e problemas amostrais e c) aprimorar as *proxies* para o capital humano.

Os estudos têm, em geral, procurado uma diferente especificação para explicar a relação entre capital humano e renda, tanto pela dificuldade em se mensurar a qualidade do ensino em diferentes países, quanto pela existência de modelos alternativos que explicam a variação tecnológica a partir da educação, como o de Nelson e Phelps (1966). Desse ponto de vista, o fator capital humano afeta diretamente a variação tecnológica para depois, através desta, ou seja, de forma indireta, causar impactos sobre a renda.

Considerar a possibilidade de dupla causalidade também pode ser importante na análise do capital humano sobre o crescimento. Em um estudo para o período 1960-1990 com intervalo de cinco anos e utilizando a mesma base de dados de MRW e Islam (1995), Freire-Serén (2001) chega à conclusão que capital humano é um fator que afeta o nível de renda de forma direta mesmo quando se considera o papel do crescimento da renda sobre o capital humano utilizando o método dos mínimos quadrados não-linear em dois estágios. Os resultados mudam significativamente quando se introduz a variável instrumental na análise (valores preditos da *proxy* para capital humano), com o coeficiente da *proxy* para capital humano aumentando de modo considerável e passando a ser significativo.

Apesar de serem minoria, alguns estudos tentam analisar o impacto da educação sobre o crescimento controlando para a sua qualidade. Um exemplo é o estudo de Hanushek e Kimko (2000), onde eles utilizam como base teórica na análise empírica os modelos de crescimento endógeno em que o motor do crescimento é a acumulação de capital humano, como o de Lucas-Uzawa, e introduzem a variável que mede a qualidade do ensino. Os resultados encontrados indicam uma forte relação entre qualidade da educação e crescimento da renda per capita

The corresponding estimates with the additional of our alternative measures of labor-force quality, found in the remaining columns, indicate a very strong relationship between quality and per capita growth rates. In the simplest form, adding either quality measure (QL1 or QL2) boosts the adjusted R^2 to about 0.7, a substantial increase from the simpler models (p. 1190).

A base de dados utilizada para mensurar a qualidade educacional é composta por resultados de testes internacionais em ciências e matemática, para uma série de países (39 no total), que foi construída por Hanushek e Kimko (2000)¹³. Barro (2000), utiliza o TIMMS¹⁴ para estudantes e o IALS¹⁵ para adultos como *proxies* para qualidade do capital humano. Ele encontra uma relação positiva entre os testes e taxas de crescimento da renda real per capita em dados de corte. Com a introdução da *proxy* para a qualidade, a *proxy* que mede a quantidade de educação perde importância e continua apenas marginalmente significativa o que o leva a concluir que “... *quality and quantity of schooling both matter for growth but that quality is much more important.*” (p. 24).

Em um estudo para 48 estados americanos separados em cinco regiões, para o período 1880, 1900, 1920 e 1950, Connolly (2004) utiliza como *proxy* para capital humano os gastos reais anuais (em dólares de 1967) baseado em um modelo de estoques perpétuos (*perpetual inventory model*). Segundo ela, essa *proxy* é interessante, pois o volume de gastos anuais, além de medir o nível de investimento no setor, indiretamente também capta o nível dos salários dos professores, a extensão do período de aulas, a relação professor/aluno, ou seja, características que refletem a qualidade do sistema de ensino de uma região. Outra variável é utilizada como *proxy* para experiência no trabalho¹⁶. A

¹³ A variável que mede a qualidade do setor educacional é composta por testes de matemática e ciências. Quatro desses testes foram realizados pelo International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) e dois pelo International Assessment of Educational Progress (IAEP).

¹⁴ The Third International Mathematics and Science Study in 1994 and 1995.

¹⁵ International Adult Literacy Survey.

¹⁶ Os dados utilizados para mensurar a média de experiência no trabalho em cada estado são os dados do perfil de idade da força de trabalho apresentado por Kuznets and Thomas (1957 apud Connolly 2004, p. 18) e os anos de escola e alfabetização do U.S. Censuses.

equação de regressão é baseada em Benhabib e Spiegel (1994). O coeficiente para gastos em educação é significativo nas três regressões e as estimativas do parâmetro são semelhantes nas três regiões. Para as outras três regressões, onde se utiliza outra variável, que é uma interação entre a *proxy* para capital humano e para experiência, se encontra que esta é significativa, indicando que o aumento de produtividade devido à experiência do trabalhador é maior quanto mais capital humano embutido ele tiver. Os resultados encontrados são robustos, de acordo com uma série de testes realizados por Connolly.

3. O MODELO

3.1. Estado estacionário

MRW incluem a variável capital humano de maneira explícita no modelo formal, que eles chamam de modelo ampliado de Solow, além de considerarem as distintas taxas de crescimento da força de trabalho entre os países. Diferentemente do modelo de Lucas-Uzawa, a inclusão do capital humano não leva a um aumento da taxa de crescimento de longo prazo e, portanto, não gera crescimento endógeno. Esse resultado é decorrente da hipótese de que a soma de ambos os capitais não é o suficiente para trazer crescimento sustentado e que a soma deles com o fator trabalho trazem retornos constantes de escala, de acordo com a equação abaixo

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

em que K_t , H_t e L_t são as respectivas quantidades de capital físico, humano e de trabalho no período t , e α , β e $1 - \alpha - \beta$ são as participações dos fatores capital humano, físico e trabalho na renda, respectivamente. Dividindo ambos os lados da equação (1) pela quantidade efetiva de trabalho (AL), chega-se a

$$\hat{y} = \hat{k}^\beta \hat{h}^\alpha \quad (2)$$

em que $\hat{y} = Y/AL$, $\hat{k} = K/AL$ e $\hat{h} = H/AL$ são as quantidades por unidades efetivas de trabalho. Com as mesmas suposições do modelo de Solow (1956), mas utilizando a função de produção dada pela equação (1), e utilizando s_k e s_h para denominar a fração da renda investida em capital físico e humano, respectivamente, as evoluções da acumulação dos capitais físico e humano são determinadas por

$$\dot{\hat{k}} = s_k \hat{y} - (\delta + n + g) \hat{k} \quad (3a)$$

$$\dot{\hat{h}} = s_h \hat{y} - (\delta + n + g) \hat{h} \quad (3b)$$

em que n é a taxa de crescimento populacional, g a taxa de progresso tecnológico e δ a taxa de depreciação do capital. No estado estacionário, as equações (3a) e (3b) se igualam a zero, formando um sistema de duas equações e duas variáveis endógenas: as quantidades de capital humano e físico, por unidades efetivas de trabalho. Resolvendo para essas variáveis, obtêm-se

$$\hat{k}^* = \left(\frac{s_k^{1-\alpha} s_h^\alpha}{\delta + n + g} \right)^{1/1-\alpha-\beta} \quad (4a)$$

$$\hat{h}^* = \left(\frac{s_k^\beta s_h^{1-\beta}}{\delta + n + g} \right)^{1/1-\alpha-\beta} \quad (4b)$$

em que o sobrescrito $*$ denota que a variável se encontra no estado estacionário. Substituindo as equações (4a) e (4b), lembrando que $A_t = A_0 e^{gt}$, na equação (2) e transformando ambos os lados da equação em \ln , chega-se à:

$$\ln y^* = \ln A(0) + gt + \left(\frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(s_k) + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(s_h) - \left(\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(\delta + n + g) \quad (5)$$

em que y^* é a renda per-capita no estado estacionário. É feita a suposição de que g e δ são constantes entre os países. Como o termo $A(0)$ representa não somente tecnologia, mas também dotação de recursos, clima, instituições e outras variáveis, ele deve variar entre os países. Assim, MRW assumem que

$$\ln A(0) = a + \varepsilon \quad (6)$$

em que a é uma constante e ε representa a especificidade de cada país. Substituindo essa equação em (5), chega-se à:

$$\ln(y^*) = a + gt + \left(\frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(s_k) + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(s_h) - \left(\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \right) \ln(\delta + n + g) + \varepsilon \quad (7)$$

A equação (7) é utilizada para as regressões no trabalho de MRW e será utilizada para testarmos a nova *proxy* para capital humano.

3.2. Convergência

Como não há nenhuma garantia que os países estejam no estado estacionário, é importante que se inclua a possibilidade de convergência, ou seja, de que eles estejam em um período de transição. Próximo ao estado estacionário a velocidade de convergência é dada por

$$\frac{d \ln(\hat{y}_t)}{dt} = \lambda \left[\ln(\hat{y}^*) - \ln(\hat{y}_t) \right] \quad (8)$$

em que $\lambda = (n+g+\delta)(1 - \alpha - \beta)$ e \hat{y}^* é a renda em unidades efetivas de trabalho no estado estacionário. A equação (8) implica em

$$\ln(\hat{y}_t) = (1 - e^{-\lambda t}) \ln(\hat{y}^*) + e^{-\lambda t} \ln(\hat{y}_0) \quad (9)$$

em que \hat{y}_0 é a renda em unidades efetivas de trabalho, em um dado período inicial. Subtraindo $\ln(\hat{y}_0)$ de ambos os lados da equação (9) e substituindo $\ln(\hat{y}^*)$, que pode ser derivado da equação (7), chega-se a

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}_t) - \ln(\hat{y}_0) &= (1 - e^{-\lambda t}) \left(\frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \right) \ln(s_k) + (1 - e^{-\lambda t}) \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \right) \ln(s_h) \\ &- (1 - e^{-\lambda t}) \left(\frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \right) \ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln(\hat{y}_0) + (1 - e^{-\lambda t}) \varepsilon \end{aligned} \quad (10)$$

O coeficiente do $\ln(\hat{y}_0)$ do lado direito da equação (10) testa a hipótese de que os países estão fora do estado estacionário e de que há convergência.

4. DADOS E METODOLOGIA

A análise feita abrange o mesmo período do estudo de MRW (1960-1985) e os dados para capital físico e humano, PIB por adulto nos anos de 1960 e 1985 e a taxa de crescimento da população em idade de trabalhar foram retirados do artigo acima mencionado e estão disponíveis no apêndice do mesmo¹⁷. A variável que serve de *proxy* para capital humano é a porcentagem da população em idade de trabalhar que está matriculada no ensino secundário¹⁸. Os dados de MRW estão divididos em três amostras: a primeira para os países não produtores de petróleo cujos dados estavam disponíveis ($n = 98$); a segunda retirando os países em que os dados receberam nota D por Summers e Heston e com uma população abaixo de um milhão de habitantes; e a terceira pelos países da OCDE.

¹⁷ Os dados, por sua vez são provenientes base de dados de Summers e Heston (1988), do Banco Mundial (World Tables e World Development Report 1988) e os dados para capital humano são da UNESCO yearbook.

¹⁸ “We begin with data on the fraction of the eligible population (aged 12 to 17) enrolled in secondary school... We then multiply this enrollment rate by the fraction of working-age population that is of school age (aged 15 to 19).

Para as seguintes variáveis MRW utilizam o valor médio do período de estudo: crescimento da população em idade de trabalhar; investimentos como proporção da renda; e a *proxy* para capital humano (*School*). Iremos transformar a *proxy* de capital humano de MRW através do uso do IDH. O IDH é o Índice de Desenvolvimento Humano das Nações Unidas (Human Development Report 2003)¹⁹, estando disponível para o período 1975 – 1985, em intervalos de cinco anos. O valor deste também é calculado como a média do período. No entanto, como o período é menor, o IDH utilizado é composto pela média aritmética dos anos 1975, 1980 e 1985. Para os países que não possuem os valores do IDH para esses anos, mas os têm para outros anos, os valores foram calculados de acordo com a média de crescimento do IDH dos países para os quais os dados estão disponíveis. Na amostra equivalente à maior de MRW não constam Somália e Libéria por eles não possuírem dados do IDH. Assim a maior amostra é composta por 96 países, enquanto que as demais são constituídas pelos mesmos grupos de países em relação ao trabalho de MRW.

O emprego do IDH é feito no intuito de se mensurar o grau de desenvolvimento do país em questão. A suposição por detrás da *proxy* é que quanto mais desenvolvido ele for, melhor é o seu sistema formador de capital humano. As novas variáveis introduzidas para mensuração do capital humano são compostas pela multiplicação da *proxy* utilizada por MRW vezes o IDH médio, como definido anteriormente, e pelo IDH médio ao quadrado. Na construção da primeira *proxy* se considera que a qualidade no ensino é proporcional ao desenvolvimento do país, enquanto que na segunda a suposição é que a qualidade é mais do que proporcional. Pode-se também argumentar que o IDH não reflete com exatidão a diferença no nível de desenvolvimento dos países e que caso a diferença fosse maior do que a mensurada pelo IDH seria melhor empregar o IDH².

Os estudos que empregam algum tipo de *proxy* para mensurar a diferença na qualidade da escolaridade encontram uma grande limitação no que diz respeito à qualidade dos dados e à gama de países para os quais eles estão disponíveis. Diante desses fatos, utilizar uma *proxy* que compreenda uma grande quantidade de países e esteja baseada em dados que já são amplamente aceitos e de boa qualidade – caso do IDH – pode ser de grande valia.

Pela variável a ser utilizada como *proxy* para capital humano seria de se esperar alguns problemas básicos, como um maior nível de correlação entre ela e a variável dependente (no modelo econométrico a ser testado exposto na Equação (7)) pelo simples fato desta estar incluída na construção do IDH. Mas ela deixa de ser espúria se, de fato, os países com maior PIB per capita são os mais desenvolvidos. Assim, a parcela do IDH formada pelo PIB per capita estaria capturando esse maior desenvolvimento. Adicionalmente, *proxies* para capital humano que possuem aspectos meramente quantitativos trazem erros que podem acarretar em grandes alterações dos resultados. Pela tabela abaixo, com valores da variável *SCHOOL* de MRW²⁰, vemos que cada uma das colunas é formada por grupos que supostamente teriam o mesmo nível de capital humano.

¹⁹ O IDH é um índice composto pela expectativa de vida ao nascer, taxa de alfabetização das pessoas acima de 15 anos, por um composto das taxas de matrícula do ensino primário, secundário e terciário, e pela renda per capita corrigida pela paridade do poder de compra.

²⁰ Apesar de Bahrain, Barbados e Guiana estarem no apêndice de MRW e serem apresentados na Tabela 1, eles não são utilizados nas regressões.

TABELA 1
Variável *School* de MRW para Países Selecionados

Grupo 1	<i>School</i>	Grupo 2	<i>School</i>	Grupo 3	<i>School</i>
Algéria	4,5	Egito	7,0	Bahrain	12,1
Colômbia	6,1	Equador	7,2	Barbados	12,1
Zimbabwe	4,4	Peru	8,0	Filipinas	10,6
Gana	4,7	Síria	8,8	Guiana	11,7
Argentina	5,0	Sri Lanka	8,3	Jamaica	11,2
Portugal	5,8	Venezuela	7,0	Panamá	11,6
Suíça	4,8	Alemanha	8,4	Austrália	9,8
		Áustria	8,0	Canadá	10,6
		Espanha	8,0	Dinamarca	10,7
		França	8,9	EUA	10,9
		Itália	7,1	Holanda	10,7
		Reino Unido	8,9	Noruega	10
		Suécia	7,9	Nova Zelândia	11,9

Fonte: Mankiw, Romer e Weil (1992).

A introdução da nova variável só tende a amenizar esse problema servindo como um ponderador da quantidade de capital humano nos diversos países.

Em relação à especificação da equação (10), cabe lembrar que a possibilidade da existência de correlação espúria pelo fato da renda per capita fazer parte do IDH é remota, pois o IDH utilizado é uma média composta por períodos anteriores em relação à variável dependente e, caso se tenha convergência condicional²¹, seria de se esperar exatamente o oposto, ou seja, uma correlação negativa.

A não utilização de variáveis instrumentais para controlar para a possível existência de dupla causalidade entre renda per capita e capital humano é pelo fato de se estar utilizando um período defasado para a *proxy* que representa capital humano, o que minimiza a chance de nossos resultados estarem captando a causalidade reversa, e também para se ter uma comparação direta com os resultados de MRW. De qualquer maneira, nas regressões onde a variável dependente é crescimento da renda per capita, não há muitos motivos para se preocupar com dupla causalidade, pelo menos nos casos em que a *proxy* para capital humano é uma medida de estoque, pois é de se esperar que o nível da renda afete o estoque de capital humano, enquanto que o crescimento da renda seja correlacionado, de forma a determinar, apenas o investimento em capital humano e não o seu nível²². Esses argumentos também são válidos para os próximos dois artigos, principalmente para o último, onde só trabalhamos com crescimento da renda como variável dependente e a *proxy* para capital humano é apenas uma medida de estoque. Um problema adicional seria encontrar uma variável instrumental adequada que fosse correlacionada com o capital humano e não sofresse influência da renda.

²¹ O que ocorre de fato como podemos ver nos resultados das regressões.

²² O mesmo sendo válido quando o nível de renda é a variável dependente e a taxa de investimento em capital humano é empregada como uma das variáveis explicativas.

5. RESULTADOS

Todas as variáveis estão em **ln**, nas tabelas a serem apresentadas no decorrer do trabalho. A Tabela 2 mostra os resultados de MRW²³ (teste do modelo econométrico exposto em (7)). Eles são apresentados para fins de comparação com os resultados obtidos empregando as novas *proxies* para capital humano: *scidh* para o **ln** de *school* vezes IDH; e *scidh2* para o **ln** de *school* vezes IDH ao quadrado. Nas três primeiras colunas estão os resultados de MRW sem a consideração da variável capital humano. A diferença entre as três regressões é o tamanho da amostra, que pode ser visto na linha definida por N. As três últimas levam em conta capital humano. Na primeira coluna estão as variáveis explicativas, onde I/GDP denota a quantidade de investimentos dividida pelo PIB, $n+g+\delta$ representa a depreciação efetiva do capital físico, com n sendo a taxa de crescimento populacional, g a taxa de progresso tecnológico, δ a taxas de depreciação do capital e *school* é a *proxy* de MRW para capital humano.

TABELA 2
Modelo de Solow e de Solow Ampliado – Resultados de MRW

Variável dependente: ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	1,424 (9,95)**	1,318 (7,71)**	0,500 (1,15)	0,697 (5,25)**	0,700 (4,65)**	0,276 (0,71)
n+g+δ	-1,990 (3,53)**	-2,017 (3,78)**	-0,742 (0,87)	-1,745 (4,20)**	-1,500 (3,72)**	-1,076 (1,42)
<i>school</i>				0,654 (9,00)**	0,731 (7,67)**	0,768 (2,62)*
Cons,	-1,128 (0,79)	-0,722 (0,55)	5,719 (2,13)*	0,622 (0,58)	1,202 (1,18)	3,830 (1,56)
N	98	75	22	98	75	22
R ²	0,60	0,60	0,11	0,79	0,78	0,35
R ² a.	0,59	0,59	0,01	0,78	0,77	0,24

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

A *proxy* para capital humano entra significativamente nas três amostras. Sua introdução reduz o coeficiente do capital físico, além de melhorar o ajuste da regressão, principalmente para os países da OCDE. De forma geral, a introdução da *proxy* para capital humano melhora a eficiência do modelo de Solow. A Tabela 3 apresenta os resultados com a variável *scidh* e *scidh2*. As regressões são equivalentes às três últimas da Tabela 2. As três primeiras colunas são os resultados com a variável *scidh*, enquanto que nas demais *scidh2* é empregada.

²³ Os valores das constantes são diferentes do trabalho de MRW porque no cálculo de $n+g+\delta$ foi utilizada a variável crescimento da população em idade de trabalhar de MRW dividida por 100 e somada a 0,05.

TABELA 3
Modelo de Solow Ampliado Utilizando Nova Variável (SCIDH)

Variável dependente: ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	0,578 (4,53)**	0,519 (3,58)**	0,189 (0,52)	0,495 (3,99)**	0,424 (2,98)**	0,130 (0,38)
n+g+δ	-1,463 (3,85)**	-1,258 (3,37)**	-0,841 (1,22)	-1,348 (3,73)**	-1,119 (3,13)**	-0,613 (0,95)
Scidh	0,532 (10,35)**	0,614 (9,18)**	0,775 (3,34)**			
Scidh2				0,443 (11,32)**	0,509 (10,00)**	0,723 (3,88)**
Cons.	2,191 (2,20)*	2,841 (2,89)**	4,886 (2,24)*	3,051 (3,16)**	3,844 (3,95)**	5,947 (2,92)**
N	96	75	22	96	75	22
R ²	0,82	0,82	0,45	0,84	0,83	0,51
R ² a.	0,82	0,81	0,36	0,83	0,83	0,43

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Comparando os resultados da Tabela 3 com os de MRW é interessante notar que todos os coeficientes diminuem, inclusive o do capital humano, com exceção da regressão 3. Ainda assim, a estatística t se eleva para a variável capital humano, em todos os casos, e a *proxy* para capital humano passa a ser significativa ao nível de 1%, em todas as regressões. O efeito do capital físico sobre a renda per capita se reduz ainda mais e há uma melhora no ajuste da regressão, principalmente para os países da OCDE²⁴. A alteração na *proxy* para capital humano tem, desse modo, um efeito similar ao da introdução da variável *school* no trabalho de MRW. Os resultados da utilização de *scidh2* são os mesmos, só que ainda mais acentuados.

Na Tabela 4 estão os resultados de MRW para o modelo de Solow nas três primeiras colunas e Solow ampliado nas três últimas. Todas as regressões consideram convergência condicional (modelo econométrico da Equação (10)) e as variáveis de controle estão do lado esquerdo da referida tabela. A variável dependente passa a ser a diferença do ln da renda em 1985 e ln da renda em 1960, de acordo com a equação (10). Na primeira coluna, além das variáveis anteriores estão Y60, que é o ln da renda per capita, em 1960, e λ , que é a velocidade de convergência.

²⁴ Por ser um estudo comparativo e estarmos substituindo uma *proxy* de capital humano por outra tendo, conseqüentemente, o mesmo número de variáveis explicativas, tanto faz utilizar o R² ou R² ajustado para verificar se ocorre ou não um melhor ajuste da regressão.

TABELA 4
Convergência Condicional: Modelo de Solow e Solow Ampliado – Resultados de MRW

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0,141 (2,71)**	-0,228 (3,98)**	-0,350 (5,32)**	-0,288 (4,68)**	-0,366 (5,43)**	-0,398 (5,67)**
I/GDP	0,647 (7,47)**	0,646 (6,22)**	0,390 (2,21)*	0,524 (6,03)**	0,538 (5,26)**	0,332 (1,91)
n+g+δ	-0,302 (0,99)	-0,457 (1,49)	-0,766 (2,22)*	-0,506 (1,75)	-0,545 (1,89)	-0,863 (2,56)*
School				0,231 (3,89)**	0,270 (3,37)**	0,228 (1,57)
Cons.	-1,061 (1,46)	-0,725 (1,03)	0,344 (0,28)	-0,455 (0,65)	-0,012 (0,02)	0,179 (0,15)
λ	0,0061	0,0104	0,0173	0,0137	0,0182	0,0203
N	98	75	22	98	75	22
R ²	0,40	0,38	0,68	0,49	0,47	0,72
R ² a.	0,38	0,35	0,62	0,46	0,43	0,65

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Os resultados indicam a existência de convergência condicional, pois os coeficientes do ln da renda em 1960 (Y60) são negativos e significativos em todas as regressões, além de λ ser positivo em todos os casos. A letra λ corresponde ao quanto cada país reduz, em cada ano, o *gap* da renda per capita entre o período em questão e o estado estacionário. Por exemplo, na primeira regressão a redução do *gap* é de 0,6% ao ano, aproximadamente. Comparando as três primeiras regressões com as demais se pode ver que a introdução da *proxy* para capital humano aumenta a velocidade de convergência, indicando que os países que têm mais capital humano possuem maiores taxas de crescimento no período de transição, *ceteris paribus*. Além disso, reduz o coeficiente do capital físico e melhora o ajuste da regressão.

Na Tabela 5 podem ser vistos os resultados das regressões com o emprego das novas *proxies* para capital humano. Nas três primeiras colunas estão os resultados quando se utiliza a *proxy* scidh, enquanto que nas três subseqüentes estão os resultados com o emprego da *proxy* scidh2.

TABELA 5

Convergência Condicional: Modelo de Solow Ampliado para as Novas *Proxies* para Capital Humano

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0,343 (5,44)**	-0,414 (5,89)**	-0,420 (5,82)**	-0,372 (5,78)**	-0,442 (6,16)**	-0,439 (5,93)**
1/GDP	0,516 (5,96)**	0,477 (4,60)**	0,306 (1,79)	0,486 (5,58)**	0,439 (4,18)**	0,286 (1,69)
n+g+ δ	-0,438 (1,59)	-0,519 (1,85)	-0,794 (2,45)*	-0,437 (1,62)	-0,494 (1,79)	-0,721 (2,27)*
Scidh	0,201 (4,26)**	0,254 (3,95)**	0,239 (1,87)			
Scidh2				0,179 (4,64)**	0,224 (4,27)**	0,233 (2,08)*
Cons.	0,329 (0,47)	0,751 (1,01)	0,671 (0,58)	0,756 (1,05)	1,286 (1,63)	1,150 (0,97)
λ	0,0168	0,0214	0,0218	0,0186	0,0233	0,0231
N	96	75	22	96	75	22
R ²	0,53	0,49	0,73	0,54	0,51	0,74
R ² a.	0,51	0,46	0,67	0,52	0,48	0,68

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Um dos efeitos da introdução das novas *proxies* é o aumento, em valor absoluto, do coeficiente de Y60 e de λ , indicando uma maior velocidade de convergência, com o efeito para scidh2 sendo mais acentuado. Isso mostra que a qualidade do sistema formador de capital humano afeta a taxa de crescimento dos países de tal modo que quanto melhor a qualidade, mais rápido é a sua taxa de crescimento, considerando tudo mais constante. Para melhor se entender essa elevação na velocidade de convergência, note que quando se compara uma ampla gama de países, não há convergência, caso não se controle para nenhuma outra variável além do nível inicial da renda per capita, como constatado por MRW. Com a inclusão de outras variáveis de controle, podemos verificar a existência de convergência condicional. De modo similar, quando não se leva em conta o fato de que existem aspectos qualitativos no fator capital humano, a velocidade de convergência é menor. Isso acontece porque caso os países que possuem um maior nível de capital humano são aqueles que crescem mais, quando se leva em conta apenas uma *proxy* que captura aspectos quantitativos pode ocorrer de países com um elevado índice de anos de escola não cresçam muito porque a qualidade do ensino não é boa. Mas quando se controla para a qualidade, verifica-se que o nível de capital humano não é tão elevado, explicando porque a performance do país é relativamente fraca, o que aumenta a velocidade de convergência.

É curioso notar que a velocidade de convergência passa a ser maior nos países da amostra intermediária²⁵, estando em acordo com a previsão do modelo logístico utilizado por Benhabib e Spiegel (2002), onde uma maior velocidade de convergência ocorre para os países que não estão muito distantes ou muito próximos do grau de desenvolvimento dos países mais avançados (fronteira

²⁵ Os países eliminados da amostra intermediária por terem uma pior qualidade nos dados são, em geral, os mais pobres. Assim, a amostra de países intermediários também é, em certa medida, composta por países de renda intermediária.

tecnológica) .Para esses autores, esse resultado decorreria da difusão de tecnologia, enquanto a especificação utilizada no presente trabalho supõe que o processo de convergência está associado aos efeitos da acumulação de ambos os tipos de capital sobre suas respectivas produtividades marginal.

O coeficiente do capital físico diminui em todos os casos, assim como o da depreciação efetiva (em termos absolutos). O coeficiente da *proxy* para capital humano se reduz nas duas primeiras amostras e se eleva na terceira, além de sua significância aumentar em todos os casos, passando a ser significativo até mesmo no caso dos países da OCDE, quando se faz uso de *scidh2*. O ajuste da regressão aumenta marginalmente. Em todas as situações os efeitos da utilização de *scidh2* vão na mesma direção dos efeitos da substituição de *school* por *scidh*, mas eles são mais acentuados.

6. TESTES DAS REGRESSÕES

A multicolinearidade infla a variância dos estimadores levando à não rejeição da hipótese nula com mais facilidade, podendo levar a erros quando se realizam testes de hipótese. Para medir o grau de multicolinearidade foi utilizado o fator inflação da variância. Como uma regra prática para mensurar o problema, ele é considerado grave quando o fator inflação da variância é maior do que 10. Isso não acontece em nenhuma das equações acima²⁶. O valor mais elevado é 3,97 para a variável *scidh2* da quarta regressão da Tabela 5.

Apesar da heterocedasticidade não afetar a propriedade de não viés dos estimadores por MQO, estes já não são eficientes e podem levar a conclusões errôneas quando se faz uso de testes de hipótese. Esse problema também não é sério visto que, ao nível de 1% de significância, não se rejeita a hipótese nula de que os resíduos são homocedásticos em nenhuma das equações acima. Ao nível de 5% e mesmo de 10% só se rejeita a hipótese nula para as amostras intermediárias nos casos onde se considera convergência.

Analisando a assimetria e curtose para testar a normalidade dos resíduos, não se rejeita a hipótese de que eles são normais em nenhuma das regressões, ao nível de 5%. Esses resultados são extremamente importantes visto que todos os testes de hipóteses e, portanto, suas validades dependem dessa hipótese. Não foi avaliado se existe o problema de autocorrelação dos resíduos por se tratar de dados de corte.

Apesar dos problemas analisados não serem graves foram feitas regressões com resíduos robustos corrigidos pelo método de White para corrigir para possíveis problemas de heterocedasticidades. Os resultados estão nas Tabelas A1, A2 e A10 do apêndice 1. Eles são muito semelhantes aos apresentados nas tabelas anteriores. Assim, pode-se concluir que, caso se tenha algum grau de heterocedasticidade, esse problema não está alterando os resultados dos testes de hipóteses de forma significativa.

²⁶ Todos os resultados estão no apêndice 1.

7. INTRODUÇÃO DE ANOS DE ESCOLA

A utilização de taxa de matrícula não parece ser a melhor *proxy* para mensurar a quantidade de capital humano de uma determinada economia: “*The enrollment rates were always very partial measures of the rate of investment in human capital*” (Islam, 1995, p. 1153). Pritchett também lança duras críticas ao trabalho de MRW pela escolha dessa *proxy*:

... in Mankiw and others (1992), secondary enrollment rates alone were used – but without any clear or compelling reasoning as to why both primary and tertiary enrollment rates should have been excluded. Second, enrollment rates are a terrible proxy for growth in years of schooling. (2001, pp. 380).

O objetivo dessa seção é introduzir a variável anos de escola de Barro e Lee (2001) para avaliar se os resultados continuam favorecendo a importância do capital humano no processo de crescimento da renda per capita. Essa variável parece ser uma medida do estoque do capital humano e não da taxa de investimento na formação desse fator, como supostamente é a *proxy* utilizada por MRW. Das equações (4) e (7) pode ser derivada a equação

$$\ln y^* = a + gt + \left(\frac{\beta}{1-\beta}\right)\ln(s_k) + \left(\frac{\alpha}{1-\beta}\right)\ln(\hat{h}^*) - \left(\frac{\beta}{1-\beta}\right)\ln(\delta + n + g) + \varepsilon \quad (12)$$

Ao compararmos as equação (12) e (7), vemos que, com o emprego de uma *proxy* para estoque de capital humano, os coeficientes de ambos os tipos de capital devem sofrer uma redução, assim como o coeficiente da depreciação efetiva do capital, em termos absolutos. Quando comparado com a equação (7), para os coeficientes acima mencionados, o denominador é maior na equação (12), além do numerador da depreciação efetiva do capital ser menor, em valor absoluto. Se for considerado que H da equação (1) é composto por qualidade e quantidade de capital humano, ele pode ser pensado como sendo igual a Q*M (H = Q*M), onde Q corresponde à qualidade e M à quantidade de capital humano. Substituindo na equação (12) e lembrando que o montante de capital humano está em unidades efetivas de trabalho, tem-se

$$\begin{aligned} \ln y^* = & \left(\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}\right)a + gt + \left(\frac{\beta}{1-\beta}\right)\ln(s_k) + \left(\frac{\alpha}{1-\beta}\right)\ln\left(\frac{QM}{L}\right) - \left(\frac{\beta}{1-\beta}\right)\ln(\delta + n + g) \\ & + \left(\frac{1-\alpha-\beta}{1-\beta}\right)\varepsilon \end{aligned} \quad (13)$$

A equação (13) corresponde ao modelo econométrico que será testado utilizando-se a variável anos de escola multiplicada pelo IDH ou IDH².

8. DADOS

Os dados utilizados são os mesmos do exercício anterior com exceção da *proxy* para capital humano que passa a ser anos de escola para pessoas com 25 anos de idade ou mais, que são provenientes de Barro e Lee (2001), estando disponíveis em intervalos de cinco anos. Nove são os países da amostra utilizada por MRW para os quais os dados de anos de escola não estão disponíveis: Angola, Burkina Faso, Chad, Costa do Marfim, Madagascar, Marrocos, Somália, Nigéria e Tanzânia. Portanto, a maior amostra é composta por 89 países, enquanto que a intermediária por 70, e da OCDE por 22. Para se calcular a *proxy* que leva em conta a qualidade do ensino se perde uma observação adicional na amostra maior pelo fato da Libéria não possuir dados do IDH. A quantidade de anos de escola é a média do período 1960-1985. Para os países que não tinham dados para alguns anos iniciais, o cálculo foi feito pela média do crescimento de anos de escola dos demais países para os quais os dados estão disponíveis, dividida por dois²⁷.

9. RESULTADOS

A Tabela 6 apresenta os resultados utilizando anos de escola. As três primeiras colunas não utilizam *proxy* para capital humano, mas os resultados são ligeiramente diferentes em relação às três primeiras colunas da Tabela 2 pelo fato das amostras conterem menos países. As outras três colunas mostram os resultados utilizando-se *anos de escola* (*s25*) como *proxy* para o nível de capital humano.

TABELA 6
Modelo de Solow e de Solow Ampliado – Proxy Anos de Escola

Variável dependente: ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	1,390 (9,16)**	1,301 (7,06)**	0,500 (1,15)	0,516 (3,53)**	0,507 (2,80)**	0,017 (0,07)
n+g+δ	-2,179 (3,74)**	-2,037 (3,68)**	-0,742 (0,87)	-1,175 (2,77)**	-1,039 (2,42)*	-0,573 (1,22)
s25				0,713 (8,94)**	0,721 (6,76)**	0,837 (6,71)**
Cons.	-1,506 (1,03)	-0,719 (0,52)	5,719 (2,13)*	2,928 (2,57)*	3,351 (2,89)**	6,149 (4,16)**
N	89	70	22	89	70	22
R ²	0,60	0,58	0,11	0,80	0,76	0,74
R ² a.	0,59	0,56	0,01	0,79	0,75	0,70

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

²⁷ A divisão foi feita pelo fato dos países que não possuem dados para alguns anos iniciais serem mais pobres e, no geral, registrarem menor média de crescimento dos anos de estudo.

Qualitativamente os resultados são semelhantes aos da Tabela 2. Os coeficientes do capital físico e da depreciação efetiva se reduzem (em valor absoluto), com redução significativa para os países da OCDE, embora ele já não fosse significativo na terceira coluna da Tabela 6. O capital humano entra de forma significativa em todas as equações ao nível de 1%, além da melhora no ajuste da regressão em todos os casos. Como seria de se esperar pelas equações (7) e (12), os coeficientes do capital físico e da depreciação efetiva do capital se reduzem, em termos absolutos, em relação aos resultados das regressões de MRW, enquanto que os do capital humano caminham em direção oposta à esperada. Há uma notável melhora no ajuste da regressão para os países da OCDE, onde o R^2 passa de 0,11 para 0,74. A Tabela 7 apresenta os resultados com o emprego da variável \ln dos anos de escola multiplicada pelo IDH ($s25idh$) nas três primeiras colunas e multiplicadas pelo IDH^2 ($s25idh2$) nas demais.

TABELA 7
Modelo de Solow Ampliado – Novas Proxies para Capital Humano

Variável dependente: \ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	0,458 (3,25)**	0,370 (2,15)*	-0,012 (0,05)	0,420 (3,07)**	0,311 (1,87)	-0,027 (0,11)
$n+g+\delta$	-1,050 (2,65)**	-0,905 (2,27)*	-0,364 (0,80)	-1,020 (2,67)**	-0,850 (2,22)*	-0,204 (0,45)
$s25idh$	0,553 (9,83)**	0,601 (8,06)**	0,743 (7,07)**			
$s25idh2$				0,449 (10,47)**	0,496 (8,75)**	0,660 (7,20)**
Cons.	3,882 (3,58)**	4,518 (4,03)**	7,132 (4,97)**	4,359 (4,10)**	5,135 (4,66)**	7,888 (5,50)**
N	88	70	22	88	70	22
R^2	0,83	0,80	0,76	0,84	0,81	0,77
R^2_a	0,82	0,79	0,72	0,83	0,80	0,73

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Os resultados da introdução das *proxies* que mensuram quantidade e qualidade do capital humano são muito semelhantes ao caso anterior, onde era empregado a *proxy* de MRW. Todos os coeficientes se reduzem (em valor absoluto), mas com um aumento na significância das *proxies* para capital humano. Os coeficientes do capital físico passam a ser negativos para os países da OCDE, embora não sejam significativos. Há também uma melhora no ajuste da regressão. Todos os efeitos são mais acentuados quando se utiliza $s25idh2$.

A Tabela 8 expõe os resultados considerando a situação em que os países estão fora do estado estacionário. Para fins de comparação, foram feitas regressões semelhantes às três primeiras apresentadas na Tabela 4, mas com menos países nas duas primeiras regressões. As outras três correspondem ao modelo ampliado de Solow com o emprego de anos de escola como *proxy* para capital humano.

TABELA 8

Convergência Condicional: Modelo de Solow e Solow Ampliado – Anos de Escola como *Proxy* para Capital Humano

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0,151 (2,91)**	-0,229 (4,03)**	-0,350 (5,32)**	-0,295 (4,20)**	-0,328 (4,09)**	-0,469 (3,55)**
I/GDP	0,625 (7,04)**	0,643 (5,99)**	0,390 (2,21)*	0,493 (4,97)**	0,567 (4,48)**	0,299 (1,53)
n+g+δ	-0,329 (1,06)	-0,445 (1,43)	-0,766 (2,22)*	-0,348 (1,16)	-0,431 (1,40)	-0,723 (2,08)
s25				0,213 (2,89)**	0,147 (1,46)	0,192 (1,04)
cons.	-0,972 (1,33)	-0,672 (0,94)	0,344 (0,28)	0,247 (0,30)	0,192 (0,21)	1,426 (0,89)
λ	0,0065	0,0104	0,0172	0,0139	0,0159	0,0253
N	90	71	22	89	70	22
R ²	0,39	0,38	0,68	0,44	0,41	0,70
R ² a.	0,37	0,35	0,62	0,42	0,37	0,62

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Os resultados das três primeiras regressões são muito semelhantes aos resultados das três primeiras colunas da Tabela 4. A introdução dos anos de escola aumenta a velocidade de convergência e diminui os coeficientes do capital humano. Apesar do coeficiente da *proxy* para capital humano ser positivo, ele só é significativo na maior amostra, enquanto que a variável *school* de MRW também entra significativamente na amostra intermediária. É interessante notar que, em relação às regressões que empregam a variável *school*, a velocidade de convergência é maior. O coeficiente do capital humano é menor, como seria de se esperar, com exceção da amostra de países intermediários. Apesar do ajuste da regressão ser melhor, ele não é tão bom quanto nas regressões que fazem uso da variável *school*. A Tabela 9 exhibe os resultados utilizando as variáveis *s25idh* nas três primeiras colunas e *s25idh2* nas demais.

TABELA 9

Convergência Condicional: Modelo de Solow Ampliado – Novas Variáveis como *Proxy* para Capital Humano

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0,341 (4,77)**	-0,383 (4,62)**	-0,503 (3,94)**	-0,364 (5,04)**	-0,415 (4,99)**	-0,519 (4,26)**
I/GDP	0,489 (4,91)**	0,499 (3,89)**	0,267 (1,38)	0,470 (4,74)**	0,459 (3,59)**	0,248 (1,30)
n+g+ δ	-0,329 (1,13)	-0,417 (1,38)	-0,650 (1,87)	-0,339 (1,18)	-0,410 (1,38)	-0,585 (1,68)
s25idh	0,186 (3,30)**	0,178 (2,25)*	0,216 (1,38)			
s25idh2				0,163 (3,64)**	0,172 (2,73)**	0,214 (1,62)
Cons,	0,792 (0,95)	0,898 (0,93)	2,018 (1,19)	1,096 (1,29)	1,368 (1,38)	2,449 (1,40)
λ	0,0167	0,0193	0,0280	0,0181	0,0214	0,0293
N	88	70	22	88	70	22
R ²	0,48	0,43	0,71	0,49	0,45	0,72
R ² a.	0,45	0,40	0,64	0,47	0,42	0,65

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

Não há muita novidade nos resultados. A velocidade de convergência aumenta, os coeficientes do capital físico e humano se reduzem, com exceção do coeficiente do capital humano, na menor amostra. As *proxies* para capital humano se tornam mais significativas e o ajuste das regressões melhora de forma marginal. Os resultados não são tão bons quanto àqueles que utilizam a variável *school* multiplicada pelo IDH e IDH², mas mesmo assim dão suporte à nova *proxy* utilizada para capital humano.

É interessante notar que a utilização da variável anos de escola de Barro e Lee nas regressões, multiplicada ou não pelo IDH e IDH², parece ter um desempenho superior em relação às regressões que utilizam a variável *school*, no modelo em que se supõe que os países estão no estado estacionário, enquanto que para o modelo que leva em consideração que eles possam estar em um processo de convergência ocorre o oposto.

10. TESTES DAS REGRESSÕES

Apesar de, em média, o fator inflação da variância ser maior do que o das regressões anteriores (utilizando a variável *school*), o problema não é grave²⁸. O valor mais elevado é de 5,15 para a variável s25idh2 da quinta coluna da Tabela 9. A heterocedasticidade já é um problema mais severo do que antes. Agora já se rejeita a hipótese nula de homocedasticidade ao nível de 1% para a amostra dos países intermediários quando se utilizam as variáveis s25 e s25idh. Ao nível de 5% só não

²⁸ Todos os resultados estão no apêndice 2.

se rejeita H_0 para os países da OCDE, quando se utiliza s_{25} no estado estacionário e quando se emprega s_{25idh2} na maior amostra, considerando convergência. Os testes de normalidade também apresentam alguns problemas: rejeita-se a hipótese nula de normalidade dos resíduos ao nível de 5% nas amostras intermediárias quando se considera convergência, embora isso não aconteça ao nível de 1%.

De uma forma geral, há mais problemas nas regressões quando é utilizada a variável anos de escola. O mais grave é a heterocedasticidade, podendo prejudicar os testes de hipóteses baseados na estatística t. Ainda assim, os valores dos testes t das regressões com resíduos robustos são muito semelhantes²⁹, dando suporte aos resultados encontrados anteriormente. Assim, o problema de heterocedasticidade não é grave o suficiente para alterar as conclusões que se pode chegar a partir dos resultados encontrados anteriormente. Preferimos deixar os resultados corrigidos no apêndice para manter a comparabilidade com MRW e pelo fato dos resultados obtidos serem, praticamente, os mesmos.

11. CONCLUSÕES

A introdução das novas *proxies* para capital humano foi feita no sentido de se tentar obter resultados empíricos mais confiáveis em estudos que buscam avaliar o papel do capital humano sobre a renda e a taxa de crescimento econômico. O diferencial de qualidade no sistema de formação de capital humano é uma característica marcante quando se considera uma gama tão diversa de países e, portanto, é essencial ser levado em consideração. Além disso, como alertado por Islam (1995), a não consideração do fator qualidade na *proxy* para capital humano pode levar a resultados onde a conclusão é de que esse fator não é importante de forma direta para o crescimento econômico, pelo menos em estudos que fazem uso de séries temporais.

A utilização do IDH foi no sentido de mensurar o nível de desenvolvimento dos países. A suposição sobre o efeito do IDH na qualidade do sistema formador de capital humano é a de que países mais desenvolvidos possuem uma melhor infra-estrutura educacional, professores mais preparados, entre outros fatores que façam com que o sistema formador de capital humano seja mais desenvolvido. De fato, o emprego das novas *proxies*, no presente estudo, trouxe uma melhora no ajuste das regressões. Todos os resultados confirmaram aqueles encontrados por Mankiw, Romer e Weil (MRW), mas o capital humano é um fator ainda mais importante do que se pôde concluir no trabalho dos autores acima mencionados. Ele mostrou ser importante na explicação do diferencial de renda per capita dos países em questão e foi mais significativo do que no estudo de MRW. O capital físico também perde importância com a utilização das novas *proxies*, possivelmente por ele estar explicando parte do papel que cabe ao fator capital humano no trabalho de MRW.

A elevação da velocidade de convergência também é um indicativo de que a introdução das novas *proxies* melhora os resultados do modelo, pois é de se esperar que quando se leva em conta diferenças qualitativas existentes na formação desse fator, a velocidade de convergência seja maior. Um exemplo seria dois países em transição, A e B, com semelhantes nível de investimento, taxa de

²⁹ Eles podem ser vistos no apêndice 2.

depreciação efetiva de capital e, de acordo com uma medida puramente quantitativa, o mesmo nível de capital humano por trabalhador. Suponha que A possua um nível de renda por trabalhador inicial ligeiramente maior e que ele cresça mais rapidamente. Nesse caso, não há convergência condicional quando se controla pelas variáveis acima listadas. Mas se o capital humano é, realmente, maior no país A e a tal medida para esse fator não captura essa diferença, devido a elementos qualitativos, é provável que se tenha convergência condicional, de fato.

A possibilidade de se estar obtendo correlação espúria pela introdução do IDH pelo fato deste conter a renda per capita na sua construção é minimizada pelo fato dele estar sendo utilizado apenas como um ponderador e até mesmo descartada, nas regressões onde os países se encontram fora do estado estacionário, pelo fato do IDH ser uma média composta por períodos anteriores, já que foi confirmada a presença de convergência condicional e, desse modo, seria de se esperar uma correlação negativa entre o nível da renda per capita em períodos anteriores e a taxa de crescimento desta no último período (1985). A desconsideração de possíveis problemas de causalidade é pelo fato da *proxy* para capital humano ser uma medida composta por uma média de períodos anteriores ao da variável dependente (renda per capita em 1985) e pela falta da relação causal da taxa de crescimento afetando o nível de capital humano, quando os países estão em um processo de convergência condicional.

A similaridade dos resultados das regressões com resíduos robustos corrigidos pelo método de White, que é utilizado para remediar problemas de heterocedasticidade, confirmam e dão suporte aos resultados encontrados. De uma forma geral, a utilização das novas *proxies* tornam os resultados mais confiáveis por se ter uma melhor medida de capital humano.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barro, R.J. 2000. Education and Economic Growth. *Working Paper*, Department of Economics, Harvard University, Cambridge-MA.
- Barro, R.J. 1991. Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 407-443.
- Barro, R.J. & Lee J.W. 2001. International Data on Educational Attainment: Update and Implications. *Oxford Economic Papers*, 53(3): 541-563.
- Barro, R.J. & Lee J.W. 1993. International Comparisons of Educational Attainment. *Journal of Monetary Economics*, 32(3): pp. 363-394.
- Barro, R., Sala-i-Martin, X., 1997. Technological Diffusion, Convergence, and Growth *Journal of Economic Growth*, 2: 1-27.
- Benhabib, J., Spiegel, M.M., 2002. Human Capital and Technology Diffusion. *Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper 2003-02*.
- Benhabib, J., Spiegel M.M. 1994. The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2): 143-173.
- Blomström, M., Kokko, A., 1998. Multinational Corporations and Spillovers. *Journal of Economic Surveys*, 12 (2): 1-31.
- Bils, M., Klenow P.J., 2000. Does *Schooling* Cause Growth? *The American Economic Review*, 90(5): 1160-1182.
- Bonelli, R., 2002. Crescimento, Desigualdade e Educação: Notas para uma Resenha com Referência ao Brasil. *Economia Aplicada, Brazilian Journal of Applied Economics*, Departamento de Economia FEA-USP/FIPE, 6(4): 819-873.
- Connolly, M. P. 2004. Human Capital and Growth in the Post-Bellum South: A Separate but Unequal Story. *Journal of Economic History*, 64(2): 1-39.
- De Gregorio, J. 1992. Economic Growth in Latin America. *Journal of Developments Economics*, 39(1): 59-84.
- Dowrick, S. 2003. Ideas and Education: Level or Growth Effects? *NBER Working Paper*, 9709: 1-30.
- Easterlin, R.A. 1981. Why Isn't the Whole World Developed? *The Journal of Economic History*, 41(1): 1-21.
- Freire-Séren, M.J. 2001. Human Capital Accumulation and Economic Growth. *Investigaciones Económicas*, 25(3): 585-602.
- Hall, R.E. & Jones, C.I. 1998. Why Some Countries Produce so Much More Output per Worker than Others? *NBER Working Paper*, 6564: 1-49.
- Hanushek, E.A. & Kimko D.D. 2000. *Schooling*, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations. *The American Economic Review*, 90(5): 1184-1208.

- Human Development Report 2003. *Millennium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. United States: Oxford University Press, United Nations Development Program, 367 p.
- Islam, N. 1995. Growth Empirics: A Panel Data Approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4): 1127-1170.
- Krueger, A.O. 1968. Factor Endowments and Per Capita Income Differences among Countries. *The Economic Journal*, 78(311): 641-659.
- Lucas, R.E.Jr. 1988 On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1): 3-42.
- Mankiw, N.; Romer, D. & Weil, D. 1992. A contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2): 407- 437.
- Nelson, R.R. & Phelps E.S. 1966. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth *The American Economic Review*, 56(2): pp. 69-75.
- Nehru, V.; Swanson, E. & Dubey, A. 1995. A New Database on Human Capital Stock in Developing and Industrial Countries: Sources, Methodology, and Results” – *Journal of Development Economics*, 46: 379-401.
- Pritchett, L. 2001. Where Has All the Education Gone? *The World Bank Economic Review*, 15(3): 367-391.
- Romer, P. 1990. Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), Part 2: S71-S102.
- Romer, P. 1990b. Human Capital and Growth: Theory and Evidence. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, North Holland, 32: 251-286.
- Sachs, J.D. & Warner, A.M. 1997. Fundamental Sources of Long-Run Growth. *The American Economic Review*, Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association, 87(2): 184-188.
- Summers, R. & Heston, A. 1991. The Penn World Table (Mark 5): An expanded Set of International Comparisons, 1950-1988. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2): 327-368.
- Summers, R. & Heston, A. 1988. A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels: Estimates for 130 Countries. *Review of Income and Wealth*, 34(1): 1-25.
- Temple, J.R.W., 2001. Heterogeneity and Growth Process. Generalizations that Aren't? Evidence on Education and Growth. *European Economic Review*, 45(4-6): 905-918.
- Temple, J.R.W., 1999. A Positive Effect of Human Capital on Growth. *Economic Letters*, 65(1): 131-134.
- Uzawa, H. 1965. Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth. *International Economic Review*, 6(1): pp. 18-31.

13. ANEXOS

Anexo 1

Os resultados do apêndice 1 são das regressões que utilizam a variável de MRW (*school*) Os resultados das três próximas tabelas correspondem aos das regressões usando resíduos robustos de White para corrigir possíveis problemas de heterocedasticidade. Na primeira tabela estão os resultados para o modelo ampliado de Solow de MRW. As três primeiras colunas correspondem às regressões no estado estacionário, enquanto que as três seguintes consideram a possibilidade de convergência condicional. A segunda tabela apresenta os resultados, no estado estacionário, quando se empregam as novas variáveis para mensurar capital humano, enquanto que na terceira tabela estão os resultados fazendo o uso dessas variáveis no caso de convergência.

TABELA A1
Resultados Robustos usando Variável *School*

Variável dependente: ln da renda per capita 1985 nas três primeiras colunas e ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960 nas demais						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60				-0,288	-0,366	-0,398
				(5,31)**	(6,24)**	(5,27)**
I/GDP	0,697	0,700	0,276	0,524	0,538	0,332
	(4,69)**	(4,57)**	(0,78)	(4,88)**	(3,98)**	(1,47)
n+g+δ	-1,745	-1,500	-1,076	-0,506	-0,545	-0,863
	(5,07)**	(4,39)**	(1,59)	(2,14)*	(2,36)*	(3,42)**
<i>School</i>	0,654	0,731	0,768	0,231	0,270	0,228
	(8,83)**	(7,52)**	(1,69)	(3,48)**	(3,12)**	(1,82)
Cons.	0,622	1,202	3,830	-0,455	-0,012	0,179
	(0,69)	(1,33)	(1,52)	(0,87)	(0,02)	(0,19)
N	98	75	22	98	75	22
R ²	0,79	0,78	0,35	0,49	0,47	0,72

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

TABELA A2**Resultados Robustos usando as Variáveis Scidh e Scidh² no Estado Estacionário**

Variável dependente: ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	0,578 (4,00)**	0,519 (3,54)**	0,189 (0,56)	0,495 (3,54)**	0,424 (2,98)**	0,130 (0,42)
n+g+δ	-1,463 (4,76)**	-1,258 (3,90)**	-0,841 (1,74)	-1,348 (4,62)**	-1,119 (3,55)**	-0,613 (1,41)
Scidh	0,532 (10,22)**	0,614 (9,01)**	0,775 (2,42)*			
Scidh2				0,443 (11,29)**	0,509 (9,86)**	0,723 (3,29)**
Cons.	2,191 (2,60)*	2,841 (3,15)**	4,886 (2,79)*	3,051 (3,72)**	3,844 (4,26)**	5,947 (3,69)**
N	96	75	22	96	75	22
R ²	0,82	0,82	0,45	0,84	0,83	0,51

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

TABELA A3**Resultados Robustos usando as Variáveis Scidh e Scidh² em Convergência**

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0.343 (5.99)**	-0.414 (6.89)**	-0.420 (5.24)**	-0.372 (6.28)**	-0.442 (7.30)**	-0.439 (5.21)**
I/GDP	0.516 (4.59)**	0.477 (3.40)**	0.306 (1.45)	0.486 (4.26)**	0.439 (3.05)**	0.286 (1.43)
n+g+δ	-0.438 (1.95)	-0.519 (2.32)*	-0.794 (3.23)**	-0.437 (1.99)*	-0.494 (2.23)*	-0.721 (2.81)*
Scidh	0.201 (3.67)**	0.254 (3.55)**	0.239 (2.09)			
Scidh2				0.179 (3.97)**	0.224 (3.82)**	0.233 (2.28)*
cons.	0.329 (0.59)	0.751 (1.24)	0.671 (0.73)	0.756 (1.25)	1.286 (1.87)	1.150 (1.13)
N	96	75	22	96	75	22
R ²	0.53	0.49	0.73	0.54	0.51	0.74

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

As Tabelas A4 e A5 apresentam os valores do fator de inflação da variância, As três primeiras colunas da Tabela A4 mostram os resultados, no estado estacionário, do modelo de MRW, As três seguintes apresentam os resultados quando se utiliza a variável scidh, enquanto que as últimas são para as regressões que empregam scidh2 como *proxy* para capital humano, A Tabela A5 é similar, mas considerando convergência, A inicial M corresponde à maior amostra, I à amostra intermediária e O à formada pelos países da OCDE,

TABELA A4
Fator Inflação da Variância – Estado Estacionário

Variável	M	I	O	M	I	O	M	I	O
scidh2							2,02	1,99	1,09
scidh				1,91	1,83	1,07			
iy	1,73	1,60	1,07	1,95	1,78	1,08	2,04	1,88	1,09
<i>school</i>	1,67	1,58	1,06						
n+g+ δ	1,09	1,17	1,04	1,10	1,20	1,01	1,10	1,22	1,01
Mean VIF	1,50	1,45	1,06	1,65	1,60	1,05	1,72	1,70	1,06

TABELA A5
Fator Inflação da Variância – Convergência

Variável	M	I	O	M	I	O	M	I	O
scidh2							3,97	3,87	1,63
scidh				3,49	3,33	1,47			
gdp60	2,80	2,71	1,24	3,19	3,10	1,38	3,43	3,33	1,50
<i>school</i>	2,70	2,50	1,32						
iy	1,78	1,64	1,06	1,96	1,78	1,08	2,04	1,88	1,11
n+g+ δ	1,27	1,34	1,04	1,26	1,33	1,01	1,25	1,33	1,01
Mean VIF	2,14	2,05	1,16	2,47	2,39	1,24	2,67	2,60	1,31

A tabela abaixo apresenta os resultados do teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade. Nas duas primeiras linhas estão os resultados utilizando a variável *school*, nas linhas intermediárias se faz uso da variável *scidh*, enquanto que nas últimas é feito uso de *scidh2*. As três primeiras colunas são os resultados quando se considera o estado estacionário e nas três últimas quando se supõe convergência.

TABELA A6
Teste de Breush Pagan para Heterocedasticidade

Ho: Variância Constante							
Amostra		M	I	O	M	I	O
chi2(1)	=	0,34	0,13	2,58	1,38	6,47	1,63
Prob > chi2	=	0,559	0,715	0,108	0,24	0,011	0,202
chi2(1)	=	0,14	0,14	1,36	2,22	5,59	1,92
Prob > chi2	=	0,705	0,711	0,244	0,136	0,018	0,166
chi2(1)	=	0,17	0,03	0,69	2,24	4,75	2,12
Prob > chi2	=	0,678	0,862	0,407	0,134	0,029	0,145

Na Tabela A7 estão os resultados do teste de normalidade dos resíduos. Nas três primeiras linhas os testes são para os resultados onde a variável *school* é empregada, no estado estacionário. Nas três seguintes são os resultados quando se utiliza *scidh* e nas três próximas quando se faz uso de *scidh2*. As demais seguem a mesma ordem, mas com a suposição de convergência.

TABELA A7
Teste para Normalidade dos Resíduos

Amostra	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
Maior	0,164	0,804	2,05	0,3583
Inter,	0,150	0,511	2,59	0,2737
OCDE	0,641	0,688	0,39	0,8242
Maior	0,051	0,680	4,10	0,1289
Inter,	0,089	0,777	3,09	0,2134
OCDE	0,694	0,405	0,91	0,6342
Maior	0,032	0,511	5,01	0,0817
OCDE	0,089	0,894	3,02	0,2206
Menor	0,531	0,345	1,41	0,4953
Maior	0,512	0,201	2,12	0,3473
Inter,	0,429	0,017	5,94	0,0514
OCDE	0,217	0,553	2,09	0,3522
Maior	0,270	0,085	4,32	0,1156
Inter,	0,467	0,031	5,11	0,0778
OCDE	0,368	0,605	1,17	0,5576
Maior	0,231	0,081	4,56	0,1024
Inter,	0,527	0,045	4,50	0,1056
OCDE	0,498	0,650	0,70	0,7034

Anexo 2

Os resultados do apêndice 2 correspondem aos resultados do apêndice 1, mas com a utilização da variável anos de escola.

TABELA A8
Resultados Robustos usando Variável S25

Variável dependente: ln da renda per capita 1985 nas três primeiras colunas e ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960 nas demais

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60				-0,295 (4,92)**	-0,328 (5,04)**	-0,469 (2,68)*
I/GDP	0,516 (3,01)**	0,507 (2,32)*	0,017 (0,08)	0,493 (3,96)**	0,567 (3,25)**	0,299 (1,36)
n+g+δ	-1,175 (3,41)**	-1,039 (2,94)**	-0,573 (1,61)	-0,348 (1,41)	-0,431 (1,78)	-0,723 (2,32)*
s25	0,713 (8,25)**	0,721 (5,74)**	0,837 (8,84)**	0,213 (3,16)**	0,147 (1,57)	0,192 (0,89)
Cons.	2,928 (3,12)**	3,351 (3,39)**	6,149 (4,75)**	0,247 (0,38)	0,192 (0,27)	1,426 (0,76)
N	89	70	22	89	70	22
R ²	0,80	0,76	0,74	0,44	0,41	0,70

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

TABELA A9

Resultados Robustos usando as Variáveis s25idh e s25idh² no Estado Estacionário

Variável dependente: ln da renda per capita 1985						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
I/GDP	0,458 (2,73)**	0,370 (1,77)	-0,012 (0,06)	0,420 (2,58)*	0,311 (1,55)	-0,027 (0,14)
n+g+δ	-1,050 (3,31)**	-0,905 (2,65)**	-0,364 (1,03)	-1,020 (3,33)**	-0,850 (2,53)*	-0,204 (0,56)
s25idh	0,553 (8,94)**	0,601 (6,28)**	0,743 (9,24)**			
s25idh2				0,449 (9,52)**	0,496 (6,70)**	0,660 (8,66)**
Cons.	3,882 (4,31)**	4,518 (4,47)**	7,132 (5,38)**	4,359 (4,89)**	5,135 (4,99)**	7,888 (5,70)**
N	88	70	22	88	70	22
R ²	0,83	0,80	0,76	0,84	0,81	0,77

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

TABELA A10

Resultados Robustos usando as Variáveis s25idh e s25idh² em Convergência

Variável dependente: ln da renda de 1985 menos ln da renda de 1960						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Y60	-0,341 (5,82)**	-0,383 (6,15)**	-0,503 (2,88)*	-0,364 (6,28)**	-0,415 (6,76)**	-0,519 (3,10)**
I/GDP	0,489 (3,79)**	0,499 (2,69)**	0,267 (1,25)	0,470 (3,62)**	0,459 (2,43)*	0,248 (1,21)
n+g+δ	-0,329 (1,39)	-0,417 (1,77)	-0,650 (1,96)	-0,339 (1,45)	-0,410 (1,76)	-0,585 (1,67)
s25idh	0,186 (3,48)**	0,178 (2,20)*	0,216 (1,17)			
s25idh2				0,163 (3,74)**	0,172 (2,51)*	0,214 (1,39)
Cons.	0,792 (1,18)	0,898 (1,14)	2,018 (0,97)	1,096 (1,57)	1,368 (1,60)	2,449 (1,13)
N	88	70	22	88	70	22
R ²	0,48	0,43	0,71	0,49	0,45	0,72

Valores absolutos das estatísticas t estão entre parênteses

* significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%

TABELA A11

Fator Inflação da Variância – Estado Estacionário

Variable	M	I	O	M	I	O	M	I	O
s25idh2							2,34	2,40	1,14
s25idh				2,31	2,35	1,12			
s25	2,17	2,20	1,10						
iy	2,06	2,01	1,10	2,21	2,13	1,11	2,23	2,17	1,11
n+g+δ	1,17	1,24	1,01	1,17	1,25	1,02	1,17	1,26	1,03
Mean VIF	1,80	1,82	1,07	1,90	1,91	1,08	1,91	1,94	1,10

TABELA A12

Fator Inflação da Variância – Convergência

Variable	M	I	O	M	I	O	M	I	O
s25idh2							4,90	5,15	4,29
s25idh				4,63	4,83	4,44			
s25	4,01	4,05	4,44						
gdp60	3,32	3,09	4,06	3,63	3,44	3,98	3,79	3,59	3,77
iy	2,06	2,02	1,26	2,21	2,17	1,28	2,24	2,23	1,28
n+g+δ	1,26	1,31	1,02	1,26	1,31	1,07	1,26	1,31	1,12
Mean VIF	2,66	2,62	2,70	2,93	2,94	2,69	3,05	3,07	2,62

TABELA A13
Teste de Breush Pagan para Heterocedasticidade

Ho: Variância Constante							
Amostra		M	I	O	M	I	O
chi2(1)	=	3,83	3,33	0,04	5,10	11,17	0,49
Prob > chi2	=	0,051	0,068	0,848	0,024	0,001	0,485
chi2(1)	=	4,31	4,74	0,03	4,35	7,76	0,65
Prob > chi2	=	0,038	0,029	0,863	0,037	0,005	0,42
chi2(1)	=	4,53	4,94	0,00	3,45	5,69	0,86
Prob > chi2	=	0,033	0,026	0,966	0,064	0,017	0,355

TABELA A14
Teste para Normalidade dos Resíduos

Amostra	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
Maior	0,175	0,887	1,92	0,3838
Inter,	0,076	0,415	3,97	0,1371
OCDE	0,202	0,241	3,39	0,1840
Maior	0,184	0,684	1,99	0,3704
Inter,	0,269	0,782	1,34	0,5115
OCDE	0,117	0,134	4,74	0,0934
Maior	0,202	0,526	2,09	0,3519
Inter,	0,430	0,333	1,61	0,4462
OCDE	0,089	0,108	5,30	0,0707
Maior	0,521	0,064	3,96	0,1378
Inter,	0,207	0,004	8,56	0,0139
OCDE	0,127	0,842	2,66	0,2648
Maior	0,354	0,040	5,01	0,0819
Inter,	0,336	0,009	7,11	0,0286
OCDE	0,208	0,893	1,77	0,4128
Maior	0,353	0,046	4,83	0,0895
Inter,	0,453	0,014	6,18	0,0454
OCDE	0,288	0,889	1,25	0,5348