

## OS EFEITOS DA EDUCAÇÃO SOBRE O PROGRESSO TECNOLÓGICO NO BRASIL

Roberto Miranda Pimentel Fully <sup>1</sup>, Arilton Teixeira <sup>2</sup>

1 *Fucape Business School* - [rfully@gmail.com](mailto:rfully@gmail.com)

2 *Fucape Business School*, [arilton@fucape.br](mailto:arilton@fucape.br)

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar, empiricamente, o processo de crescimento do progresso técnico brasileiro no período de 1971 a 2011, sobretudo no que tange à contribuição da acumulação de capital humano para este processo. O Brasil apresentou melhorias dos indicadores educacionais nas últimas décadas, como redução das taxas de analfabetismo, repetência e evasão escolar, além de contar com expressivo aumento das instituições privadas de ensino superior. Entretanto, não foi possível identificar com a série histórica desta pesquisa, que mais educação formal gerou impacto no progresso tecnológico. A taxa de crescimento do PIB per capita e a carga tributária, também não se apresentaram como fatores relevantes para o progresso técnico. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de as variáveis em estudo (interesse e controle), serem pouco correlacionadas com a variável dependente, progresso tecnológico.

### PALAVRAS-CHAVE

Progresso Técnico, Capital Humano, Crescimento Econômico, Educação, PIB

### ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the Brazilian technical progress in the period 1971-2011, especially in relation to the contribution of human capital accumulation for this process. Brazil has made improvements in educational indicators in recent decades, as a reduction of illiteracy rates, repetition and dropout, in addition to having a significant increase in private institutions of higher education. However, it was not possible to identify with the historical series of this research that more formal education has any impact on technological progress. The growth rate of GDP per capita and the tax burden also not presented as factors relevant to technical progress. These results may be related to the fact that the study variables (interest and control) are weakly correlated with the dependent variable, technological progress.

Keywords: Technical Progress, Human Capital, Economic Growth, Education, PIB.

### KEYWORDS

Technical Progress, Human Capital, Economic Growth, Education, PIB.

## INTRODUÇÃO

---

Os países se desenvolvem de maneiras distintas, uns mais rápidos e outros mais lentamente. Estudos ao longo das décadas buscaram entender os fatores que influenciaram no crescimento das nações.

O progresso tecnológico, que é o aumento da produtividade total dos fatores, foi identificado por Solow (1956), como uma das principais causas que influenciam no crescimento econômico dos países.

Autores como Schultz (1961) e Barro (1990) apontaram o Capital Humano como fator de influência sobre o progresso tecnológico, outros autores como Lucas (1988) e Romer (1989) buscaram entender como o Capital Humano influenciava o progresso tecnológico, visando assim esclarecer quais ações poderiam influenciar no próprio crescimento econômico.

Assim, esta pesquisa<sup>1</sup> propõe avaliar o impacto da educação formal (proxy de capital humano) sobre o progresso tecnológico brasileiro. Desta forma, objetiva-se analisar se o aumento da escolaridade média da população brasileira e o aumento do número de concluintes no ensino superior brasileiro afetam o progresso técnico no período de 1971 a 2011.

No modelo proposto, foram realizados testes econométricos considerando como proxy de capital humano o número de concluintes no

ensino superior, como também a escolaridade média da população brasileira. Para um melhor refinamento nos testes, foram considerados também como variáveis de controle, o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e a carga tributária no período.

## REVISÃO TEÓRICA

---

### CRESCIMENTO ECONÔMICO

O modelo de Solow (1956) utiliza uma função de produção com retornos constantes para estudar o crescimento econômico. Solow introduz no seu modelo a variável progresso tecnológico e esta irá gerar crescimento constante da renda per capita.

O modelo de Solow apresenta três variáveis para estudar o crescimento econômico: Capital físico (K), Quantidade de trabalhadores (L) e Progresso tecnológico (A). O aumento na Produtividade Total dos Fatores, PTF, também denominado resíduo de Solow, é o progresso técnico.

Assim como se acumula o capital físico, também se pode fazer com o capital humano. Schultz (1960) escreveu que não somente os agentes podem investir em capital físico, como é possível também, que eles invistam em capital humano.

Para Schultz (1961), os indivíduos podem ser avaliados como estoque de capital ou fluxo de serviços produtivos. Assim, o capital humano

afeta o crescimento econômico, sendo uma importante variável de influência sobre o progresso tecnológico.

Outro modelo que veio analisar os estudos relacionados ao crescimento econômico foi Arrow (1962). Este avaliou o impacto da aprendizagem através da experiência profissional como fonte de constantes aumentos de produtividade.

Uzawa (1963) estrutura sua pesquisa determinando que as atividades no setor educacional se difundam de forma uniforme pela economia; assim explica a relação entre os setores produtivos e educacionais.

Lucas (1988), ao estudar taxas de crescimentos em diversos países e verificar que essas taxas eram diferentes por países, apresenta em seus estudos, que o capital humano (H) afeta a produtividade total dos fatores.

Barros (1990) constatou que o crescimento da renda de 98 países, no período de 1965-1985 é positivo e altamente correlacionado com o “estoque” de capital humano. Na mesma linha, Mankiw et al. (1992) expandiram o modelo de Solow com a incorporação do capital humano e constataram que cerca e 80% das variações na renda per capita são explicadas pelo modelo.

No estudo de Jones (1995), este formaliza a relação existente entre o crescimento

econômico, “estoque” do conhecimento e geração do progresso técnico.

Resultados diferentes da relação entre capital humano e progresso tecnológico foram identificados em outras pesquisas. Assim, nos estudos de Romer (1989), este conclui que o nível de escolaridade não tem influência sobre o crescimento econômico.

Funke & Strulik (1998) afirmam que para um crescimento perpétuo de idéias é necessário o contínuo investimento em educação e formação do trabalhador. No estudo de Castellacci (2007), as convergências das principais teorias de crescimento econômico passam pela inovação como fonte de vantagem competitiva para influenciar a PTF no longo prazo.

No trabalho de Bils e Klenow (1998), estes afirmam que o resultado de sua pesquisa revelou que o crescimento econômico afeta a escolaridade, mas que a escolaridade não afeta o nível de crescimento econômico. Entretanto, Barros (2001) encontrou relação positiva de escolaridade e o nível de crescimento. Afirma ainda Barros, que a qualidade do ensino é mais importante que a quantidade ofertada.

Nos estudos de Chang, Chen e Kaos (2008), estes concluíram que não há efeito positivo dos gastos públicos em educação para geração de crescimento econômico, se os indivíduos não constatarem ganhos econômicos individuais.

## **CENÁRIO DO ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO**

Em Dezembro de 1996, foi promulgada a lei 9.394 que alterou a Lei de Diretrizes de Bases da Educação Brasileira. A principal alteração foi permitir que novos agentes pudessem participar do mercado de ensino superior brasileiro.

Antes da promulgação da lei 9.394 o mercado do ensino superior brasileiro era restrito a entidades sem fins lucrativos, fundações, e as entidades públicas. Segundo dados do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) o aumento no número de cursos ofertados entre 1996 e 2011 foi de 354% no número de cursos ofertados, 291% no número de concluintes.

Apesar da evolução do número de concluintes no Ensino Superior Brasileiro após a promulgação da lei 9.394 em 1996, temos ainda segundo o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), uma escolaridade média em 2011 de 7,5 anos.

Em 1996 o INEP havia informado que a escolaridade média do brasileiro era de 5,3 anos, assim em 15 anos houve uma evolução percentual de 41,50% neste indicador.

## **METODOLOGIA E RESULTADOS**

### **BANCO DE DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS**

As variáveis utilizadas na estimação do modelo referem-se aos dados anuais relativos ao período de 1971 até 2011, totalizando 41 observações temporais. Abaixo estão descritas as variáveis utilizadas, bem como a fonte de onde foram obtidas:

#### **PROGRESSO TÉCNICO:**

No que diz respeito à variável de progresso tecnológico, os dados foram obtidos da publicação de Ellery e Teixeira (2013). A fórmula de cálculo do progresso tecnológico já foi apresentada na página 10, fórmula (2).

#### **CAPITAL HUMANO:**

Para Capital humano foram utilizadas duas proxies, o número de concluintes do ensino superior e a escolaridade média. Os dados do número de concluintes foram obtidos junto ao Instituto Nacional e Pesquisas Educacionais (INEP). Os dados de escolaridade média foram obtidos nas informações do PNAD (Pesquisa Nacional de Amostragem por Domicílio) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A escolaridade média adotada refere-se a toda a população brasileira com idade igual e maior do que 10 anos de idade.

### **TAXA DE CRESCIMENTO DO PIB PER CAPTA (PIB):**

Para a variável taxa de crescimento do PIB per capita (PIB), foi utilizada a base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipeadata), que calcula o valor anual do Produto Interno Bruto per capita em reais.

### **CARGA TRIBUTÁRIA:**

Os dados referentes à taxa de participação da carga tributária em relação ao PIB foram coletados junto ao Ipeadata. Denomina-se carga tributária em referência ao custo que o funcionamento do Governo representa para a economia nacional.

### **MODELO PROPOSTO**

As variáveis básicas deste modelo são: (a) progresso técnico  $PT_t(PT_t)$ ; (b) capital humano  $H_t(H_t)$ ; (d) taxa de crescimento do PIB *per capita*  $G_t(G_t)$ ; (e) carga tributária  $CT_t(CT_t)$ . O erro aleatório do modelo é indicado por  $u_t u_t$ .

Desta forma, tem-se a formulação do modelo proposto. Veja abaixo a notação:

$$PT_t = \alpha + \beta_1 H_t + \beta_3 G_t + \beta_4 CT_t + u_t PT_t \\ = \alpha + \beta_1 H_t + \beta_3 G_t + \beta_4 CT_t + u_t$$

Para buscar responder ao problema proposto nesta pesquisa, os testes usando o modelo foram realizados tendo a variável capital humano (H), representada pelo número de concluintes no ensino superior e a escolaridade média do brasileiro. O número de concluintes

do ensino superior e a escolaridade média não serão testados juntos no modelo, mas de forma separadas. Utilizar as duas variáveis no mesmo modelo poderia gerar problema de colinearidade, dado que as duas variáveis são fortemente correlacionadas entre si.

Diante de uma série temporal é relevante verificar a existência de efeito de variável defasada; por isto, os testes foram realizados sem defasagem de tempo e considerando dois, quatro, seis e oito anos de defasagem de tempo.

Na série temporal desta pesquisa é importante a aplicação da defasagem de tempo, dado que o efeito do aumento da escolaridade média ou do número de concluintes no ensino superior não é imediato na economia, mas sim ao longo do tempo. Não foi possível aplicar uma defasagem superior a oito anos, em decorrência da limitação do número de observações obtidas para a série histórica.

### **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A Tabela 1 apresenta uma análise descritiva para as 41 observações do conjunto de dados final. Considerando o período da amostra, 1971 a 2011, o progresso técnico apresenta uma média de 0,0031, a carga tributária teve uma média de 28,12%, enquanto a média do crescimento da taxa do PIB ficou em torno de 3,12% na série analisada.

O número de concluintes apresentou uma média de 268.886 alunos formados no ensino superior no período pesquisado e a escolaridade média do brasileiro encontrada no período é de 4,85 anos de estudos.

Na Tabela 2, as correlações entre a variável dependente progresso tecnológico e as variáveis explicativas foram calculadas. Nota-se que a variável progresso técnico não teve forte correlação com nenhuma das variáveis do modelo.

**Tabela 1- Estatística Descritiva**

Variáveis	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min	Max
1. Progresso Técnico (PT)	41	0,003188	0,03719	-0,1105	0,08666
2. Concluintes (H)	41	268886,1	180645	8003,0	756799
3. Escolaridade Média (H)	41	4,855388	1,4780	2,2561	7,3488
4. Carga Tributária (T)	41	0,281249	0,0381	0,2333	0,3531
5. Taxa Crescimento PIB (G)	41	3,122544	7,0627	0,0272	32,834

**Variável Capital Humano (2) – Número de concluintes no ensino superior**

**Variável Capital Humano (3) – Escolaridade média do brasileiro**

**Tabela 2 - - Matriz de Correlação**

Variáveis	1.	2.	3.	4.	5.
1. Progresso Técnico (PT)	1				
2. Concluintes (H)	0,0159	1			
3. Escolaridade Média (H)	0,0287	0,3983	1		
4. Carga Tributária (T)	0,0669	0,4202	0,8475	1	
5. Taxa Crescimento PIB (G)	-0,1942	-0,0844	-0,0184	-0,1759	1

**Nota: N=41 observações.**

**Variável Capital Humano (2) – Número de concluintes no ensino superior**

**Variável Capital Humano (3) – Escolaridade média do brasileiro**

**Tabela 3 - Resultado da Análise da Regressão com Variável de Interesse Concluintes**

Variáveis (Variável Dependente: Progresso Técnico)	MQO
Capital Humano (H) (Concluintes) (P – Valor = 0.923)	-3.43e-9
Carga Tributária (T) (P – Valor = 0.821)	-.484936
Crescimento do PIB (G) (P – Valor = 0.257)	-.0009853
F	0.50
P > F	0.6835
Constante	-.0052125
R2	0.0391

**Nota: N=41 observações. Desvio-padrão entre parênteses. \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1.**

Tabela 4 - Resultado da Análise da Regressão Variável de Interesse Escolaridade Média

Variáveis (Variável Dependente: Progresso Técnico)	MQO
Capital Humano (H) – (Escolaridade Média) (P-Valor = 0.967)	-.0024683
Carga Tributária (T) (P – Valor = 0.888)	.37778253
Crescimento do PIB (G) (P – Valor = 0.277)	.0002513
F	0.50
P > F	0.6853
Constante	-.0907675
R2	0.0389

Nota: N=41 observações. Desvio-padrão entre parênteses. \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1.

Para testar a influência do capital humano (Ht) sobre o progresso tecnológico (PTt) foram realizados dois testes. O primeiro teste, Tabela 3, foi realizado considerando como proxy de capital humano o número de concluintes. O segundo teste, Tabela 4, foi realizado considerando como proxy de capital humano a escolaridade média do brasileiro.

A Tabela 3 mostra que não fica evidenciado co-relação de influência entre a variável de interesse (Ht) Capital Humano (concluintes) e a variável dependente (PTt) Progresso técnico.

A Tabela 4 mostra que os testes realizados não indicam co-relação de influência entre a variável de interesse (Ht) Capital Humano (escolaridade média) e a variável dependente (PTt) Progresso técnico.

Para detectar uma possível defasagem de tempo na influência da variável de interesse capital humano (Ht), sobre a variável dependente progresso técnico (PTt), foi introduzido testes com defasagem de tempo. A defasagem de tempo foi limitada há oito anos

em decorrência da série temporal da amostra, entretanto não foram obtidos resultados significantes que alterassem os resultados observados sem a defasagem.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho desenvolveu uma investigação empírica dos condicionantes do progresso técnico no Brasil no período entre os anos de 1971 até 2011.

A partir dos resultados, conclui-se que não foi possível com o método utilizado e com as variáveis adotadas desta pesquisa, encontrar evidências que o capital humano tenha tido efeito significativo sobre o progresso tecnológico brasileiro, durante o período analisado.

Dessa forma, infere-se que o país está acumulando capital humano, mas não está fazendo uso adequado deste fator. Outra conclusão plausível pode estar relacionada à qualidade da educação que está sendo oferecida; entretanto, a qualidade do ensino



superior brasileiro não foi alvo de estudo neste trabalho.

Vale à pena ressaltar que a taxa de crescimento do PIB per capita e a carga tributária também não foram fatores importantes para o progresso técnico. Esses resultados podem ser devido à baixa correlação entre essas variáveis e a variável de progresso técnico.

Na revisão teórica foram apresentados autores que, como Klenov, afirmaram que a escolaridade formal não influencia o crescimento econômico, mas que o inverso sim. Segundo Romer, o fator escolaridade não impacta seu modelo de crescimento econômico; assim, as análises de regressão linear com múltiplas variáveis desta pesquisa, corroboram que o fator escolaridade não influenciou o progresso técnico brasileiro no período de 1971 a 2011.

É importante salientar que a série temporal pode ser fato restritivo ao resultado, pois a série histórica de 41 amostras é de certa forma pequena, para apresentar um resultado determinístico; ainda considerando os fatores históricos e econômicos ocorridos no Brasil nas décadas estudadas, em particular, a chamada década perdida que foram os anos de 1980, onde o Brasil enfrentou um período de inflacionário alto e de crescimento baixo ou negativo do PIB (Produto Interno Bruto) durante este período.

De modo geral, a contribuição do trabalho se deu na investigação empírica, levando em consideração as especificações da teoria econômica sobre o progresso tecnológico.

Recomenda-se, para novos estudos e pesquisas, o aumento no número de observações da série temporal desta pesquisa. Para novas pesquisas será interessante a adição de uma variável que mesure a qualidade do ensino.



---

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- ARROW, K. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v. 29, n. 3, Jun. 1962.
- BARRO, R. Government spending in a simple model of endogenous growth. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, 1990.
- BILS, M.; KLENOW, P. J. Does schooling cause growth? **American economic review**, v. 90, n. 5, p. 1160-1183, 2000.
- CHANG, W.Y.; CHEN, Y.A.; KAOS, M.R. Social status, education and government spending in a two-sector model of endogenous growth. **The Japanese Economic Review**, v. 59, n.1, Mar. 2008.
- \_\_\_\_\_; YING, A. C.; MING, R. K. Social status, education and government spending in a two-sector model of endogenous growth. **The Japanese Economic Review**, v. 59, n.1, Mar. 2008.
- ELLERY, R.; TEIXEIRA, A. O milagre, a estagnação e a retomada do crescimento: As lições da economia brasileira nas últimas décadas. In: VELOSO, F. *et al.* (Orgs.). **Desenvolvimento econômico: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- INEP- Instituto de Estudos e Pesquisa Educacionais. **Indicadores INEP**. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Constituição Federal do Brasil – 1988.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **IPEADATA**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 nov. 2012.
- JONES, C. R. D-Based Models of Economic Growth. **Journal of Political Economy**, v. 103, n. 4, p. 759-784, 1995.
- JONES, S. **Growth accounting for Mozambique (1980-2004)**. National Directorate of Studies and Policy Analysis, Discussion Paper No. 22E, 2006.
- LUCAS JÚNIOR, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of monetary economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, 1988.
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 107, n. 2, p. 407-437, 1992.
- ROMER, Paul M. Endogenous Technological Change. **The Journal of Political Economy**, v. 98, n.5, part.2, 1994.
- SCHULTZ, T. W. Capital formation by education. **The Journal of Political Economy**, v. 68, n. 6, p. 571-583, 1960.
- \_\_\_\_\_. Investment in Human Capital. **The American Economic Review**, v. 51, v. 1, p. 1-17, Mar. 1961.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

---

\_\_\_\_\_. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312-320, Aug. 1957.

\_\_\_\_\_. Technical Progress, Capital formation, and Economic Growth. **American Economic Review**, v. 52, n. 2, p.76-86, 1962.

UZAWA, H. Optimum technical change in an aggregative model of economic growth. **International Economic Review**, v. 6, n. 1, p. 18-31, 1965.

## **NOTAS**

---

<sup>1</sup> *Esta pesquisa foi elaborada a partir da dissertação de mestrado "Os efeitos da Educação sobre o progresso tecnológico brasileiro" Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças (FUCAPE), Vitória, 2014.*

## **AUTORES**

---

### **Roberto Miranda Pimentel Fully**

*Mestre em Ciências Contábeis pela Fucape Business School*

### **Arilton Teixeira**

*PhD em Economia pela University of Minnesota.*