



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

WESLEY NASCIMENTO BATISTA

FORTALEZA

2021

WESLEY NASCIMENTO BATISTA

GASTOS PÚBLICOS EM EDUCAÇÃO E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES:
UMA ANÁLISE DE CAUSALIDADE (1981-2017)

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. José Coelho Matos Filho

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B337g Batista, Wesley Nascimento.

Gastos públicos em educação e produtividade total dos fatores: uma análise de causalidade (1981-2017)
/ Wesley Nascimento Batista. – 2022.
35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. José Coelho Matos Filho.

1. Gastos públicos em educação - Produtividade Total dos Fatores (Economia). 2. Regressão Linear
Simples - Economia. I. Título.

CDD 330

WESLEY NASCIMENTO BATISTA

GASTOS PÚBLICOS EM EDUCAÇÃO E PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES:
UMA ANÁLISE DE CAUSALIDADE (1981-2017)

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Economia.

Aprovada em: 13/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Coelho Matos Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. José Henrique Félix Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Marcos e Telma.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Coelho Matos Filho, pela excelente orientação, dedicação e pelo suporte dado durante a árdua graduação.

Aos professores participantes da banca examinadora Dr. Marcelo de Castro Callado e Dr. Ricardo Antônio de Castro Pereira pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos demais professores, que durante o período de pandemia nunca desistiram de dar o apoio e suportes necessários para o melhor aprendizado dos alunos.

Aos colegas da turma de graduação, pelos momentos de distração, colaboração e por estarem do meu lado.

Aos meus pais, Marcos e Telma, por todo o apoio na minha vida, educando-me e nunca me deixando abalar pelos momentos de dificuldade e tribulação. Eu amo vocês.

A minha tia, Cristiane Mano do Nascimento (In memoriam), por sempre me aconselhar e me ajudar a seguir no caminho dos estudos. Muito obrigado por ter vivido uma parte da minha com a Sra.

Aos meus avós maternos e paternos, por sempre me educarem no caminho do bem e da fé.

RESUMO

Este estudo visa verificar qual o grau de causalidade entre os gastos públicos em educação com relação a Produtividade Total dos Fatores (PTF) no período de 1981 à 2017. Investiga-se o impacto dos gastos públicos sobre Produto Interno Bruto (PIB) em relação a PTF, usando o modelo Log-Linear de Regressão Linear Simples. Os resultados mostram que os gastos em educação realmente afetam a trajetória da PTF de forma significativa, porém muito sutil. Além disso, o modelo evidencia que o principal problema da educação não são os gastos, mas a qualidade e a forma como é gasta.

Palavras-chave: Produtividade Total dos Fatores. Gastos em educação. Regressão Linear Simples.

ABSTRACT

The purpose of this research is to verify the degree of causality between the Public Education Spending and the Total Factor Productivity (TFP) during 1981-2017 period. This paper investigates the impact of Public Education Spending over Gross Domestic Product (GDP) in the TFP, using a Log-Linear model of Simple Linear Regression. Analyses result showed that the public spending on education really affects the TFP path, but the impact is very few. Furthermore, the model shows that the main problem of Brazilian education is not how much but how and where to spend, it is a matter of spending quality.

Keywords: Total Factor Productivity. Public Education Spending. Simple Linear Regression.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos de regressão	21
Tabela 2 - Tipos de testes de hipótese	22
Tabela 3 - Descrição das variáveis	25
Tabela 4 - Estatísticas descritivas	25
Tabela 5 - Resultados da Regressão linear simples	28
Tabela 6 - Dados de PTF e Gastos em educação sobre PIB	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução das variáveis no período	28
---	----

SUMÁRIO

1 Introdução	12
2 Produtividade Total dos fatores (PTF)	14
2.1 Origem e conceito	14
2.2 PTF e Educação: trabalhos empíricos	15
2.3 Produtividade brasileira: a raiz da estagnação econômica	17
3 Análise Econométrica	19
3.1 Causalidade e Regressão Linear	19
3.2 Seleção do modelo	19
3.3 Estimação de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	21
3.4 Inferência estatística	22
4 Base de dados e Metodologia	24
4.1 Base de dados	24
4.2 Metodologia	26
5 Resultados	28
6 Conclusão	30
7 Referências	31
Apêndice A: Dados compilados	34

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas do Brasil, desde o início da segunda década do século XXI, é armadilha do baixo crescimento econômico. Várias são os tipos de justificativas, tais como, fiscais e monetárias, porém pouco é o foco na questão da produtividade nas discussões nos meios de informação e mesmo nos programas dos governos de plantão, apesar de o tema vir ganhando destaque há um tempo na academia.

De acordo com Ellery (2014), o Brasil tem esbarrado num problema de baixa produtividade, sendo bastante dependente do cenário externo ou do nível de emprego, o que propicia um país muito dependente de produtos de baixo valor agregado, como as *commodities*. Apesar de o país ter criado grande diversidade de produtos em sua balança comercial, ainda é pouco significativa em comparação com os países desenvolvidos, sendo totalmente dependente de importação de tecnologias e pouco participativo nas cadeias globais de valor.

Logo, é vital falar em produtividade como um fator de impulsão do crescimento econômico e, encontrar seus determinantes, tem se mostrado um grande desafio para a literatura econômica, visto que vários são os fatores que impactam a sua evolução. Nesse sentido, Sianesi e Reenen (2003) mostram vários pontos de dúvida na comunidade acadêmica sobre os retornos da educação na produtividade e no crescimento econômico, como a qualidade x quantidade escolar, tipos e estágios de educação, entre outros.

Um ponto crucial no debate é o nível de gastos públicos em educação no Brasil, que vem ganhando atenção por ser considerado uma pirâmide invertida de gastos, em que o nível superior é mais valorizado que a base da educação, tal como ensino fundamental e médio, um problema que elucidado em Maduro Junior (2007), ao mensurar o impacto dos gastos em educação e universalização do ensino no PIB de 2004, mostrando que altos investimentos educacionais geram grandes retornos estimados no crescimento do produto.

Outro grande problema na educação pública brasileira é que a mesma vem gastando muito mal seus recursos. Isto é, de nada adianta a existência física de muitas escolas diante do grande de número de evasão, ou se os professores não são capacitados e motivados o ensino. Logo, percebe-se que o grau de aprendizagem dos alunos brasileiros não condiz com o nível de gastos em educação, como é mostrado por Barros (2019), no livro “País mal educado”.

O conceito de produtividade aqui utilizado será o de Produtividade Total dos Fatores (PTF), o chamado Resíduo de Solow*, que deu origem ao processo chamado de “*Growth Accounting*”, ou contabilidade do crescimento.

Na discussão, é fundamental analisar o impacto dos gastos públicos em educação, na PTF, assumindo que os gastos públicos em educação são uma *proxy* para o capital humano. Tal análise busca elucidar questões de direcionamento de gastos públicos em educação e direcionar uma política educacional que busque o maior impacto na produtividade do capital humano. Nesse sentido neste trabalho, se utilizará da análise de causalidade, através do Modelo de Regressão Linear Simples, buscando mensurar o impacto dos gastos públicos em educação na PTF, no período de 1981 a 2017, além de compilar dados sobre gastos em educação para períodos mais recentes, definir o conceito de PTF e mostrar os caminhos da produtividade no período pré e pós crise econômica de 2008.

O trabalho está dividido em cinco seções além desta introdução. A segunda seção apresenta os conceitos de PTF e sua origem, além de uma revisão de literatura sobre a relação entre educação e produtividade total dos fatores, sob diversas óticas. A terceira seção discute as bases do aspecto metodológico, mostrando o modelo de regressão linear e toda a análise que envolve uma estimação econométrica. A quarta seção mostra as bases de dados utilizadas e a metodologia do trabalho, enquanto a quinta seção mostra a análise dos resultados e a sexta e última trata das conclusões.

* Ver Solow (1957)

2 Produtividade Total dos fatores (PTF)

2.1 Origem e conceito.

A primeira noção do conceito de Produtividade Total dos Fatores (PTF) ocorreu de Solow (1956), quando o autor descreveu um modelo de crescimento com mudança de tecnologia neutra, embora o autor não trate de capital humano. Em Solow (1957) aparecem as bases do “*Growth accounting*”, estabelecendo a divisão do crescimento do produto per capita entre os fatores de produção e a tecnologia. Segue abaixo o modelo de crescimento proposto por Solow (1956), em que o autor usa uma abordagem com função de produção com tecnologia de Cobb-Douglas:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha}$$

onde $Y(t)$ representa o produto no período t , $K(t)$ é o estoque de capital, $A(t)$ é o nível tecnológico, $L(t)$ é a força de trabalho e α é o coeficiente de participação do capital na produção ou renda.

A definição de PTF, conhecida como “Resíduo de Solow”, é a parte do crescimento econômico que não é capturada pela função de produção, chamada por alguns autores de a “Medida da nossa ignorância”. KENDRICK (1961) fornece as bases para a mensuração da PTF, ao estabelecer as formas eficientes de medir o produto real e os fatores de produção e JORGENSEN & GRILICHES (1969) apresenta, de forma detalhada, como funciona o processo de contabilidade do crescimento, implicando que mudanças na PTF correspondem a deslocamentos na curva de produção da economia.

A PTF segundo proposto em Solow (1957) e discutida em Sala i Martin (2000), é dada por

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left(\alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1 - \alpha) \frac{\dot{H}}{H} \right)$$

em que $\frac{\dot{A}}{A}$ é representa a taxa de variação da tecnologia, conhecido como resíduo de Solow; $\frac{\dot{Y}}{Y}$ é a taxa de variação do produto; $\frac{\dot{K}}{K}$ é a taxa de variação do estoque de capital e $\frac{\dot{H}}{H}$ é a taxa de variação do estoque de capital humano.

Além do exposto acima, Sala i Martin (2000) mostra outra forma de cálculo, que parece um tanto mais simples de calcular a PTF, sendo efetuado através dos preços dos fatores de produção, em que $\frac{\dot{R}}{R}$ é a taxa de retorno do capital e $\frac{\dot{w}}{w}$ a taxa de salários:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \alpha \frac{\dot{R}}{R} + (1 - \alpha) \frac{\dot{w}}{w}$$

O modelo de crescimento econômico demonstrado por Solow foi revisitado por Mankiw, Romer e Weil (1992), no qual fora incluído o capital humano, usando como proxy número de concluinte no ensino superior. A partir dessa análise, a qualidade do capital humano e sua relação com a produtividade ganhou ainda mais destaque nas discussões acadêmicas.

Segue abaixo o modelo de crescimento proposto pelo autores supracitados, em que se inclui o termo $H(t)$, que é o estoque de capital humano no tempo t com participação na renda de β :

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta}$$

2.2 PTF e Educação: trabalhos empíricos.

Vários artigos analisam diferentes formas em que a educação impacta a PTF, seja em matrículas no ensino superior ou desempenho em algum teste específico de proficiência. Em Guimarães, Fully e Silveira (2017), os autores analisam o impacto do número de concluintes do ensino superior na produtividade total dos fatores, utilizando uma análise multivariada de Vetor Auto Regressivo, apontando uma correlação positiva e relevante entre essas duas variáveis. Isto é, a formação de graduados impacta na eficiência do uso de capital da economia, visto que eleva a qualidade da força de trabalho.

O trabalho citado no parágrafo acima corrobora com a análise feita por Mankiw, Romer e Weil (1992), que como outrora explanado nesse estudo, usaram o número de concluintes do nível superior como proxy de capital humano, mostrando a força da educação a nível internacional, no qual economias mais desenvolvidas possuem maior população no ensino superior e maiores anos de estudo, sendo um complemento também ao artigo de Barro (1990), que constatou que o crescimento da renda em 98 países é altamente correlacionado com o estoque de capital humano.

De acordo com Ray (1998), a incorporação do capital humano na função de produção neoclássica, mostra que a remuneração do capital não é tão expressiva nos países em desenvolvimento, devido a qualidade da mão de obra. Assim sendo, a produtividade marginal do capital humano e físico andam lado a lado, necessitando de uma força de trabalho cada vez mais capacitada para operar o estoque de capital, exigindo um nível maior de educação técnica.

Já em Tavares, Ataliba e Castelar (2001), foi calculada a PTF para os estados brasileiros e depois os autores analisaram a causalidade entre a Produtividade Total dos Fatores e o estoque de capital humano, sendo usado uma *proxy* da escolaridade média da população ocupada para o período de 1986 a 1998, confirmando uma grande importância da educação para o crescimento e a produtividade dos fatores nos estados brasileiros, no qual estados com população mais escolarizada possuem um maior rendimento a nível de PTF.

Porém outros estudos não são tão otimistas quanto ao impacto da relação entre PTF e educação, ressaltando que a educação tem um fator de qualidade que é inerente aos seus retornos no crescimento econômico e na produtividade de um modo geral, como segue:

[...] a expansão quantitativa da educação no Brasil ocorreu em um período no qual, em função do baixo crescimento da PTF, a demanda por trabalho qualificado não acompanhou a expansão da oferta. Em função disso, a contribuição do capital humano para o crescimento econômico do Brasil foi bem menor do que seria de se esperar com base na elevação da escolaridade média verificada no período. Isso sugere que, para que o capital humano tenha um impacto maior no crescimento brasileiro, devem ser implementadas políticas que elevem o retorno da educação, por exemplo, através de uma melhoria da qualidade da educação. De fato, a evidência recente sugere que a relação entre educação e crescimento econômico depende mais da qualidade da

educação que de sua quantidade. Esse é um tópico que pretendemos investigar em pesquisas futuras. (Barbosa Filho; Pessôa; Veloso, 2010. p. 112)

Logo, é forçoso notar que o fator capital humano, apesar da correlação positiva com a PTF, não colabora tanto com o crescimento se não houver um forte investimento no uso de mão de obra qualificada, isto é, não adianta ter vários profissionais com anos de estudo elevado se não há um mercado de fatores que necessitem de seus serviços. A educação deve ser direcionada para um mercado e a partir daí criar outros tipos de mercado e necessidades de fator trabalho.

Em razão dessa distorção, alguns autores desaconselham o uso de anos de estudos como *proxy* para a o capital humano, pois este distorce a real contribuição da educação na produtividade, como por exemplo, Khasnobis e Bari (2000), que mostram as fontes do crescimento asiático e da produtividade, concluindo alguns problemas que ocorrem ao se analisar países subdesenvolvidos, que possuem uma educação de baixa qualidade apesar elevado anos de estudos em alguns países.

Análises do impacto educacional em nível regional também demonstram o impacto de maiores níveis de estudos, como Liu e Bi (2019), que mensura o impacto de elevados níveis educacionais na PTF, usando um modelo econométrico espacial, no período de 2003 a 2019, no qual demonstram um forte impacto da formação de bacharéis e doutores na PTF chinesa.

2.3 Produtividade brasileira: a raiz da estagnação econômica.

A produtividade brasileira vem se mostrando bastante atrelada ao baixo crescimento econômico experimentados pós crise de 2008. De acordo com Cavalcante e De Negri (2014), o nível de crescimento parece ter se aproximado ao nível de pleno emprego próximo a década de 2010, o que levou a queda de crescimento na década posterior, visto que a produtividade praticamente não cresceu no período.

Isto é, de acordo com a forma de aferição da PTF, o crescimento desta variável foi praticamente estável desde a década de 1990 até o fim de 2010, apesar de um crescimento

próximo a 2% ao ano em média de vários trabalhos, com queda visível após esse período, visto que o país entrou em forte estagnação econômica.

Ferreira, Ellery e Gomes (2008) constatam que a produtividade total dos fatores brasileira, entre 1970 e 2000, enfrentou uma queda acentuada e propõe três fatores como possíveis ofensores, tais como as políticas protecionistas a partir da década de 1970, a crescente intervenção do estado em setores produtivos, e a intervenção do governo nos preços relativos. Já em Ferreira, Pessoa e Veloso (2013), os autores corroboram com o artigo citado nesse parágrafo, acrescentando que a PTF brasileira caiu para 54% da PTF americana em 2007, queda acentuada desde meados de 1970.

De Negri e Cavalcante (2014) destacam que o crescimento da PFT pós anos 2000 pode ser mais associado ao crescimento do estoque de capital humano do que à qualidade da mão de obra. Isto é, a economia brasileira tornou-se incapaz de avançar por meio da tecnologia e do conhecimento, sendo escrava de produtos de baixo valor agregado.

De acordo com Bonelli (2014), a redução do crescimento da PFT no início da década de 2010 pode ser atribuída à mudança de composição do PIB, em que os serviços passaram a compor grande parte do produto. Isto é, a crise das *commodities* levou a uma dependência maior dos serviços e maior ineficiência produtiva, talvez por más escolhas de política econômica, tal como o Programa de Sustentação do Investimento (PSI), como explicado por De Negri e Cavalcanti (2014), levando a um mal direcionamento da economia.

É notório que a produtividade brasileira não foi capaz de dar suporte ao crescimento econômico, tornando a economia mais centrada em fatores como a demanda interna e externa que propriamente o uso eficiente dos fatores de produção. Veloso, Matos e Peruchetti (2021) destacam que, com o fim do bônus demográfico, em 1990, torna-se cada vez mais necessário o aumento da produtividade brasileira para sustentar o crescimento. Um fator relevante, que mostra a dimensão da baixa produtividade, é o fato de o Brasil ter uma colocação muito baixa nas cadeias globais de valores, tal como destacado por Bonachela e Ribeiro de Sá (2019), que as define como um conglomerado produtivo de empresas espalhadas pelo mundo e integrada.

Portanto, nota-se que a raiz da estagnação econômica atual do Brasil é decorrente de um sistema muito pouco dinâmico e improdutivo, que teve desde seu desenvolvimento

industrial algo mais voltado ao aumento do estoque de capital humano e capital físico, como destaca Reis (2008), em que a PTF sempre cresceu mais em período de substituição de importações.

3 Análise Econométrica

3.1 Regressão Linear

Segundo Gujarati (2011), o uso da econometria básica é baseada na escola econométrica clássica que usa os seguintes passos para análise de regressão:

- i. Exposição da hipótese;
- ii. Especificação do modelo matemático;
- iii. Especificação do modelo econométrico;
- iv. Obtenção dos dados;
- v. Estimação dos parâmetros do modelo econométrico;
- vi. Teste de hipóteses;
- vii. Projeção ou previsão;
- viii. Uso do modelo para fins de controle ou política;

Ainda de acordo com Gujarati (2011), as variáveis de um modelo são denominadas de dependentes, ou respostas, a variável de interesse na regressão, e independentes, ou explicativas, as variáveis que são usadas para verificar a causalidade.

Assim sendo, a análise de regressão se mostra algo mais consistente do que apenas uma análise de correlação entre duas variáveis. Tal como descreve Lira (2004), a correlação mede apenas a intensidade e a direção linear entre duas variáveis e permite ver se a alteração em uma leva a alteração de algum sentido na outra.

Portanto, de acordo com Almeida (2014), a regressão linear é um estudo da variável dependente em relação a uma ou mais variáveis independentes com objetivo de estimar valores

para variável resposta. Ou como define Peternelli (2004), a regressão consiste na realização de uma análise estatística, objetivando verificar a existência uma relação funcional entre uma variável dependente e independente.

3.2 Seleção do modelo.

A primeira forma de apresentação do modelo, segundo Gujarati (2011), é a Função de Regressão Populacional, isto é, corresponde ao valor esperado de uma variável dependente Y dado X , como segue:

$$E(Y | X_i) = f(X_i)$$

Além disso, o autor faz uma aproximação linear dessa função, sendo denominada de Função linear de regressão populacional:

$$E(Y | X_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i$$

Porém para que seja feito uma estimação da regressão populacional, torna-se necessário introduzir um termo determinístico no modelo. Isto é, introduz-se o termo de erro estocástico, ou distúrbio estocástico, obtendo o que o autor chama de Função de Regressão Amostral em sua forma estocástica, que é essencial para toda análise econométrica, como segue:

$$Y_i = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 X_i + \hat{u}_i$$

No qual a variável dependente populacional é igual a sua versão estimada somada ao erro estocástico, ou seja:

$$Y_i = \widehat{Y}_i + \hat{u}_i$$

Logo, após determinar o modelo linear padrão, torna-se importante mostrar as variações que a função de regressão populacional pode sofrer, tais como a tabela 3 abaixo, extraída de Gujarati (2011), em que consta o modelo linear, como o explicitado acima, além de

outros modelos logarítmicos ou com relação inversa, sendo chamado de recíprocos, como os dois últimos.

Os modelos logarítmicos são interessantes pois mostram relações bastante usadas em economia que são as elasticidades e semi-elasticidades, em que elasticidade representa a variação percentual de uma variável em relação a outra.

A análise de elasticidade vem do conceito de “Coeteris Paribus”, em que tudo o mais constante o quanto uma variação de um por cento numa variável gera de variação em outra, sendo mais comum em relações de demanda e preço.

Tabela 1: Modelos de regressão

Modelo	Equação	Coefficiente angular $\left(= \frac{dY}{dX} \right)$	Elasticidade $\left(= \frac{dY}{dX} \frac{X}{Y} \right)$
Linear	$Y = \beta_1 + \beta_2 X$	β_2	$\beta_2 \left(\frac{X}{Y} \right)^*$
Log-linear	$\ln Y = \beta_1 + \beta_2 \ln X$	$\beta_2 \left(\frac{Y}{X} \right)$	β_2
Log-lin	$\ln Y = \beta_1 + \beta_2 X$	$\beta_2 (Y)$	$\beta_2 (X)^*$
Lin-log	$Y = \beta_1 + \beta_2 \ln X$	$\beta_2 \left(\frac{1}{X} \right)$	$\beta_2 \left(\frac{1}{Y} \right)^*$
Recíproco	$Y = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1}{X} \right)$	$-\beta_2 \left(\frac{1}{X^2} \right)$	$-\beta_2 \left(\frac{1}{XY} \right)^*$
Log recíproco	$\ln Y = \beta_1 - \beta_2 \left(\frac{1}{X} \right)$	$\beta_2 \left(\frac{Y}{X^2} \right)$	$\beta_2 \left(\frac{1}{X} \right)^*$

Fonte: Gujarati (2011).

3.3 Estimação de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Ao se selecionar o modelo que será utilizado, recorre-se a estimação. Para tal, será usado o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que de acordo com Gujarati (2011) visa a minimizar a soma dos quadrados dos erros estocásticos. Isto é, será minimizado a soma do quadrado da diferença entre variável dependente populacional e estimada, como segue:

$$\sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$\sum \hat{u}_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i)^2$$

Resolvido o problema da minimização acima, obtêm-se as estimativas para os parâmetros. Segue abaixo o resultado:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2}$$

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

No qual $x_i = (X_i - \bar{X})$ e $y_i = (Y_i - \bar{Y})$ são os desvios em relação as médias \bar{X} e \bar{Y} .

Gujarati (2011) também aborda o cálculo dos erros padrões (ep), que são fundamentais na análise de inferência. Logo, segue as fórmulas em relação aos dois parâmetros, no qual σ corresponde ao desvio padrão do erro estocástico:

$$ep(\hat{\beta}_1) = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum x_i^2}}$$

$$ep(\hat{\beta}_2) = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n \sum x_i^2}} \sigma$$

3.4 Inferência estatística

Após a realização da regressão, torna-se necessário testar se as variáveis são significantes, realizando alguns testes de inferência estatística. Gujarati (2011) destaca que o teste de inferência estatística é uma busca por determinar se um resultado é compatível com a hipótese feita. O teste mais comum é o de t-student, em que se compara o valor calculado com o crítico, que é tirado tabela t-student.

De acordo com Gujarati (2011), o teste para busca da significância é feito para buscar a veracidade ou falsidade de uma hipótese nula. O teste é como segue:

$$t = \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2}{ep(\hat{\beta}_2)}$$

Várias são as formas para o teste de significância, como na tabela 1 abaixo:

Tabela 2: Tipos de testes de hipótese.

Tipo de Hipótese	H_0 : hipótese nula	H_1 : Hipótese Alternativa	Regra de decisão: rejeitar H_0 se
Bicaudal	$\beta_2 = \beta_2^*$	$\beta_2 \neq \beta_2^*$	$ t > t_{\alpha/2, gl}$
Cauda direita	$\beta_2 \leq \beta_2^*$	$\beta_2 > \beta_2^*$	$t > t_{\alpha, gl}$
Cauda esquerda	$\beta_2 \geq \beta_2^*$	$\beta_2 < \beta_2^*$	$t < -t_{\alpha, gl}$

Fonte: Gujarati (2011)

Outra observação pertinente são os graus de liberdade (gl), que mostra total de observações da amostra menos o número de variáveis do modelo.

4 Base de dados e Metodologia

4.1 Base de dados

Os dados relativos a Produtividade Total dos Fatores (PTF) foram obtidos do *website* da Fundação Getúlio Vargas (FGV), sendo fruto dos estudos de Veloso, Matos e Peruchetti (2020), que constam no “Observatório da Produtividade Regis Bonelli”. Os autores destacam a PTF como forma eficiente de mensurar a produtividade e o uso eficiente do capital, mostrando a relevância desse fator.

Veloso, Matos e Peruchetti (2020), em suas notas metodológicas da construção dos dados da PTF, mostram que a estimação dos dados é feita por uso do modelo de Solow, incorporando um peso para o capital, que no caso é o núcleo de utilização da capacidade instalada. Segue a equação utilizada para a estimação da PTF:

$$A_t = \frac{Y_t}{(u_t k_t)^\alpha l_t^{1-\alpha}}$$

Em que A_t corresponde a PTF, Y_t ao produto, u_t é o nível de utilização da capacidade instalada, k_t é o estoque de capital, l_t é a força de trabalho e α é a participação do capital na renda.

A PTF foi levantada do período de 1981 a 2017, sendo utilizados duas variáveis para o trabalho, quais sejam, Pessoal Ocupado e Horas Trabalhadas, embora, na presente pesquisa se utilizará apenas a segunda variável, tratada aqui como variável dependente. Em que os autores citados acima usam uma retroposição para os dados das horas trabalhadas anteriores,

visto que não constam os dados anteriores a 2012, mas que argumentam não haver tanta variação em períodos anteriores.

De acordo com o trabalho de Ferreira, Ellery e Gomes (2008) a forma de cálculo da PTF não impacta na análise da sua relação com o produto per capita no Brasil, a não ser quando se leva em consideração as distorções dos preços relativos. Logo, sustenta-se que o uso da PTF como horas trabalhadas pode gerar a mesma interpretação que a do uso do capital humano como foco.

Já no caso dos gastos públicos em educação, que corresponde a variável de interesse, são utilizados os dados de Maduro Junior (2007), que compila os dados de gastos pelo PIB, no qual é usado de 1981 a 2004. Já de 2005 até 2017, os dados são obtidos do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Tais dados são referentes aos gastos totais excluindo os gastos com pensões, aposentadorias, bolsas de estudo, financiamento estudantil e despesas com juros, amortizações e encargos da dívida da área educacional.

Segue tabela abaixo explicando as variáveis utilizadas:

Tabela 3: Descrição das variáveis

Nome	Descrição
Ptf_horas	Ptf calculada por horas
Gastos_educ	Gastos em educação como porcentagem do PIB

Além da descrição das variáveis, vale ressaltar o comportamento dos dados em termos de estatísticas descritivas. Segue abaixo uma tabela com informações relevantes:

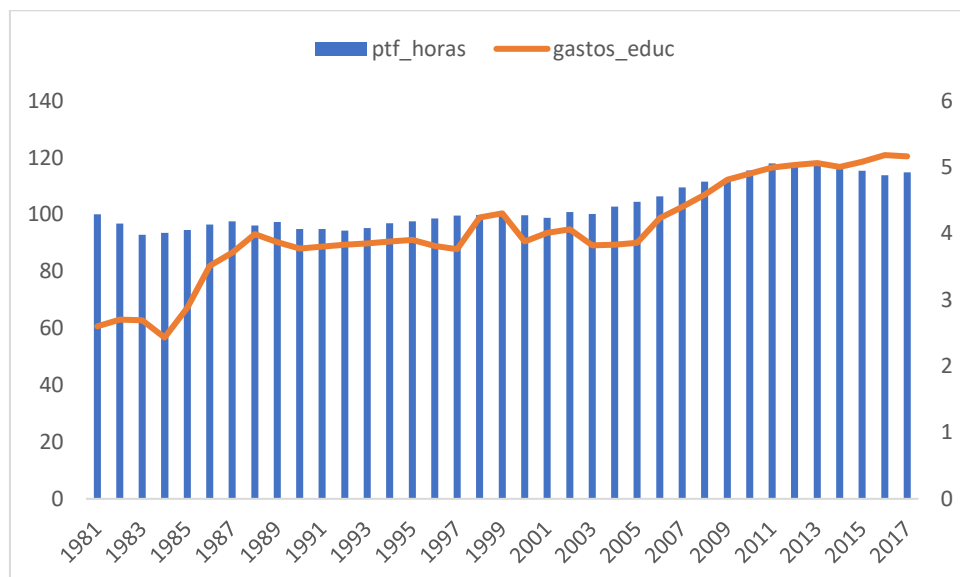
Tabela 4: Estatísticas descritivas

	ptf_horas	gastos_educ
count	37.000000	37.000000
mean	103.086486	4.037838
std	8.448937	0.744741
min	92.800000	2.430000
25%	96.800000	3.800000
50%	99.800000	3.880000
75%	111.500000	4.580000
max	118.500000	5.180000

Vemos que, de modo geral, a ptf variou de modo mais acentuado ao longo do tempo, visto possuir um std (desvio padrão) elevado. Outro fator importante é que a média de gastos em educação sobre PIB está próximo a média da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), segundo o estudo Education at Glance (2017).

Além da análise de estatística descritiva, temos o gráfico abaixo, mostrando que o período de maior crescimento da PTF ocorreu na década de 2000, um período marcado por forte crescimento econômico, havendo uma queda na década seguinte, em que houve queda do crescimento e grave crise na econômica brasileira, como já explicado anteriormente pelo estudo de Bonelli (2010).

Gráfico 1: Evolução das variáveis no período



4.2 Metodologia

A metodologia implementada será uma pesquisa empírica baseada em dados secundários retirados de fonte conforme explicado anteriormente e focado em uma análise de causalidade entre as variáveis exógenas e endógenas.

O modelo utilizado é o Modelo de Regressão Linear Simples, sendo convertido para sua forma log-linear. A estimação será feita por Mínimos Quadrados Ordinários, de acordo com o modelo abaixo:

$$\ln ptf_horas = \beta_1 + \ln \beta_2 educ_gastos_t + u_t$$

No qual $\ln ptf_horas$ corresponde a Produtividade Total dos Fatores usando horas de trabalho para fator trabalho, $\ln educ_gastos$ representa os gastos com educação em termos do PIB e u é o termo de erro.

Apesar da simplicidade do modelo acima explicitado, entende-se que a falta de uma base de dados extensa sobre educação impossibilita uma análise mais aprofundada, incluindo modelos de previsão e séries de tempo. Assim sendo, a regressão linear simples mostra o caminho prévio para determinar a relação entre essas duas variáveis.

Após a estimação do modelo será feito a análise da estatística de teste t-student, de modo a verificar a significância da variável de gastos em educação, e será analisado a propriedade dos modelos log-linear de mostrar o efeito elasticidades entre gastos em educação e a PTF, visando também dar um direcionamento do impacto de uma variação percentual do gasto na produtividade total dos fatores.

5 Resultados

De acordo com os resultados estabelecidos na tabela 4, vemos que tanto o intercepto, quanto a variável $\ln\text{gastos_educ}$, outrora especificada, ambas são significantes no modelo. Isto é, de acordo com o valor crítico do teste t-student 1.7 a 5% e 35 graus de liberdade, temos o seguinte teste de hipótese:

$$H_0 : \ln\text{gastos_educ} = 0$$

$$H_0 : \ln\text{gastos_educ} \neq 0$$

A estatística de teste calculada, vindo da divisão entre valor estimado da variável $\ln\text{gastos_educ}$ e desvio padrão é bem maior que o valor crítico a 5%. A mesma análise, porém,

feita do P-valor, mostra que são bastante significativos a 5%, pois os valores são muito inferiores ao crítico.

Tabela 5: Resultados da Regressão linear simples

Coefficientes	Estimativas	Desvio padrão	estatística t	P-Valor
Intercepto	4.19102	0.05818	72.035	2.00E-16
Lngastos_educ	0.32039	0.04181	7.662	5.5E-09

Valor crítico a 5% e 35 graus de liberdade = 1.7

No entanto, vemos que, apesar de significativa, a estimativa dos gastos em educação pelo PIB, lngastos_educ, mostra uma, já esperada, fraca relação entre a produtividade total dos fatores e gastos educacionais. Isto é, apesar da tendência de crescimento dos gastos com a educação em todos os níveis, vemos um claro descolamento das duas variáveis, recaindo em um assunto bastante discutido na academia, especialmente no livro já citado “País Mal educado” de Daniel Barros (2019), em que mostra que os gastos com educação são altos, porém de pouca qualidade, gerando pouco impacto para a sociedade e para a produtividade.

Ao se tirar a derivada dos gastos com a PTF, obtém-se a elasticidade-gastos produtividade, como se segue:

$$dptf / dgastos_educ = E_{tfp,gastos} = 0,32\%$$

Assim sendo, vemos que a variação de 1% nos gastos com educação leva a um aumento de 0,32% na Produtividade Total dos Fatores (PTF), reforçando a conclusão de uma fraca relação, pois leva a um aumento menos que proporcional na PTF.

Portanto, os resultados expostos acima mostram que há de fato uma relação positiva entre educação e ptf, porém em um nível muito baixo, em que o gasto teria que ser elevado a um nível muito alto para causar grande impacto, mostrando que outras discussões devem ser levantadas, tais como a eficiência dos gastos em educação.

6 Conclusão

O presente trabalho buscou analisar de forma sucinta a causalidade entre os gastos públicos em educação no Brasil com a Produtividade Total dos Fatores, tendo em vista as frequentes discussões no cenário nacional sobre a qualidade dos gastos do governo nessa área. Além disso, sendo fortemente motivado pelo livro “País Mal Educado: Por que se aprende tão pouco nas escolas brasileiras de Daniel Barros (2018).

Para tal, foi feita uma análise de regressão linear simples, com escolha do modelo log-linear, em que se permitiu analisar a elasticidade entre PFT e gastos em educação. O teste de inferência foi baseado na estatística t-student.

Os resultados corroboraram com a análise feita por Sianesi e Reenen (2003), visto que o impacto dos gastos em educação brasileira é baixo na produtividade, e com o trabalho de Guimarães, Fully e Silveira (2017), que mostra que as melhorias nos indicadores educacionais e o aumento do número de concluinte no nível superior é positivamente correlacionado com a produtividade.

Portanto, é imprescindível que se mantenham os gastos em educação aos níveis atuais, acima da média dos países da OCDE, porém é necessários melhores gastos e mais direcionados a fatores que realmente elevem a produtividade e a qualidade do ensino, como melhorar o nível e a valorização dos professores. Mais estudo são necessários para mostrar um direcionamento para a educação brasileira, visando um maior impacto na produtividade total dos fatores e na elevação da distribuição da renda.

7 Referências

ALMEIDA, H. **Análise de regressão linear múltipla com estudo relacionado a horas de máquinas paradas na linha de produção de uma indústria de calçados.** p.13 p.

Monografia (Trabalho de conclusão de curso) — Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. S. **Mastering 'Metrics: The Path from Cause to Effect.** Princeton University Press, v. 3, f. 152, 2014. 304 p.

BARRO, R. J. **Government spending in a simple model of endogenous growth.** *Journal of Political Economy*, v. 98, n. 5, 1990.

BARROS, D. **País Mal Educado: Por Que Se Aprende Tão Pouco Nas Escolas Brasileiras.** Rio de Janeiro: Record, f. 154, 2018. 308 p.

BONACHELA, F. S; SÁ, H. L. R. D. CADEIA GLOBAL DE VALOR: A INSERÇÃO DO BRASIL NESTE SISTEMA ECONÔMICO. **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para um mundo global,** v. 3, p. 200-207, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/18551>. Acesso em: 2 set. 2021.

BONELLI, R. PRODUTIVIDADE E ARMADILHA DO LENTO CRESCIMENTO. **PRODUTIVIDADE NO BRASIL: DESEMPENHO E DETERMINANTES,** Brasília, v. 1, p. 111-141, 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=23986. Acesso em: 2 set. 2021.

CASTELAR, L. I. M; ATALIBA, F; TAVARES, J. M. Mensuração da produtividade total dos fatores para os estados brasileiros, sua contribuição ao crescimento do produto e influência da educação: 1986-1998. **Revista Econômica do Nordeste,** Fortaleza, v. 32, p. 633-653, julho 2001.

CAVALCANTE, L. R.; NEGRI, F. D. PRODUTIVIDADE NO BRASIL: ANÁLISE DO PERÍODO RECENTE. **Texto para Discussão - 1955,** Rio de Janeiro, Abril 2014. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3016>. Acesso em: 2 set. 2021.

ELLERY JR, R. DESAFIOS PARA O CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES. **Produtividade no Brasil : desempenho e determinantes,** Brasília, v. 1, p. 55-88, 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=23986. Acesso em: 2 set. 2021.

FERREIRA, P. C., ELLERY JR, R, Gomes, V. PRODUTIVIDADE AGREGADA BRASILEIRA (1970-2000): DECLÍNIO ROBUSTO E FRACA RECUPERAÇÃO. **Estudos Econômico,** São Paulo, v. 38, n. 1, p. 31-53, JANEIRO-MARÇO 2008.

FERREIRA, P. C., PESSOA, S. A., VELOSO, F. A. ON THE EVOLUTION OF TOTAL

FACTOR PRODUCTIVITY IN LATIN AMERICA. **Economic Inquiry**, v. 51, No. 1, p. 16-30, jan. 2013.

FILHO, F. D. H. B.; PESSÔA, S. D. A.; VELOSO, F. A. . Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira com Ênfase no Capital Humano: 1992-2007. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 91-113, Abr-Jun 2010.

GUIMARÃES, A. A. B.; FULLY, R. M. P.; SILVEIRA, L. P. Análise do Capital Humano, sob a Ótica da Teoria do Crescimento Endógeno, na Produtividade Total dos Fatores no Brasil. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v. 8, n. 1, p. 1902-1918, 2017

GUJARATI, D.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. Elsevier Brasil, f. 459, 2011. 918 p.

JORGENSON, D. W; GRILICHES, Zvi. **The Explanation of Productivity Change**. The Review of Economic Studies, v. 34, n. 3, p. 249-283, Julho 1967. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/ouprestud/v_3a34_3ay_3a1967_3ai_3a3_3ap_3a249-283..htm. Acesso em: 2 set. 2021.

JUNIOR, P. R. R. M. **Taxas de matrícula e gastos em educação no Brasil**. Rio de Janeiro, 2007. 42 p Dissertação (Mestrado em Economia) - Fundação Getúlio Vargas.

KENDRICK, J. W. Productivity Changes in the Economy. **Productivity Trends in the United States**, p. 59-77, janeiro 1961. Disponível em: <https://www.nber.org/books-and-chapters/productivity-trends-united-states/productivity-changes-economy>. Acesso em: 2 set. 2021.

KHASNOBIS, G. B.; BARI, F. **Sources of Growth in South Asian Economics**. Global Research Project, 2000.

LIRA, S. A. **Análise de correlação**: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações. Dissertação. Curitiba, 2004

LIU, Jie; BI, Chao. Effects of Higher Education Levels on Total Factor Productivity Growth. **Sustainability**, v. 11, n. 6, Março 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11061790>. Acesso em: 2 set. 2021.

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, 01 maio 1992.

NEGRI, F. D.; CAVALCANTE, L. R. OS DILEMAS E OS DESAFIOS DA PRODUTIVIDADE NO BRASIL. **PRODUTIVIDADE NO BRASIL: DESEMPENHO E DETERMINANTES**, Brasília, v. 1, p. 15-51, 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=23986. Acesso em: 2 set. 2021.

PETERNELLI, L. A. **Capítulo 9 - Regressão linear e correlação**. Disponível em: <http://www.dpi.ufv.br/~peterneli/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO9.p df>. Acesso em: 16 de Ago.2021.

RAY, D. **Development economics**. Princeton: Princeton University Press, 1998.

REIS, A. A **EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DA ECONOMIA BRASILEIRA: 1955 – 2003**. Rio Grande do Sul, 2008 Dissertação (Mestrado Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SALA-I-MARTIN, Xavier. **Apuntes de crecimiento económico**. Antoni Bosch editor, v. 1, f. 125, 2000. 250 p.

SIANESI, B.; REENEN, J. V. The Returns to Education: Macroeconomics. **Journal of Economics Surveys**, Massachusetts, v. 17, n. 2, p. 157-200, abril 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/toc/14676419/2003/17/2>. Acesso em: 2 set. 2021.

SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Massachusetts, v. 70, n. 1, p. 65-94, Fevereiro 1956. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1884513>. Acesso em: 2 set. 2021.

SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, massachusetts, v. 39, n. 3, p. 312-330, Agosto 1957. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1926047>. Acesso em: 2 set. 2021.

VELOSO, F.; MATOS, S.; PERUCHETTI, p.. Produtividade Total dos Fatores no Brasil: uma visão de longo prazo. **Relatórios/Notas Técnicas**, agosto 2020. Disponível em: <https://ibre.fgv.br/observatorio-produtividade/artigos/produtividade-total-dos-fatores-no-brasil-uma-visao-de-longo>. Acesso em: 2 set. 2021

Apêndice A - Dados compilados

Tabela 6: Dados de PTF e Gastos em educação sobre PIB

Ano	ptf_horas	gastos_educ
1981	100	2.6
1982	96.8	2.7
1983	92.8	2.69
1984	93.5	2.43
1985	94.5	2.88
1986	96.4	3.51
1987	97.6	3.71
1988	96.1	3.99
1989	97.3	3.87
1990	94.9	3.77
1991	94.9	3.8
1992	94.3	3.83
1993	95.2	3.85
1994	96.9	3.88
1995	97.6	3.9
1996	98.6	3.81
1997	99.6	3.76
1998	99.8	4.24
1999	99.8	4.3
2000	99.7	3.88
2001	98.8	4.01
2002	100.8	4.06
2003	100.2	3.82
2004	102.7	3.83
2005	104.4	3.86
2006	106.3	4.23
2007	109.5	4.4
2008	111.5	4.58
2009	112.4	4.81
2010	115.5	4.9
2011	118	4.99
2012	118.1	5.03

2013	118.5	5.06
2014	117.2	5
2015	115.4	5.08
2016	113.8	5.18
2017	114.8	5.16

Fonte: elaboração própria