UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL - UEMS
CURSO CIÊNCIAS ECONÔMICAS

VICTOR DANIEL BARBOZA DE SÁ

ANÁLISE DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS ESTADOS BRASILEIROS VIA MODELO MRW (1992) COM CAPITAL HUMANO E DEFASAGEM DISTRIBUÍDA NO PERÍODO DE 1985 A 2011.

PONTA PORÃ - MS
2019

VICTOR DANIEL BARBOZA DE SÁ

ANÁLISE DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS ESTADOS BRASILEIROS VIA MODELO MRW (1992) COM CAPITAL HUMANO E DEFASAGEM DISTRIBUÍDA NO PERÍODO DE 1985 A 2011.

Trabalho de conclusão do curso, apresentado a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de bacharelado em Ciências Econômicas.

Orientador: Profº Dr. Victor Azambuja Gama

Ponta Porã - MS

2019

VICTOR DANIEL BARBOZA DE SÁ

ANÁLISE DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DOS ESTADOS BRASILEIROS VIA MODELO MRW (1992) COM CAPITAL HUMANO E DEFASAGEM DISTRIBUÍDA NO PERÍODO DE 1985 A 2011.

Trabalho de conclusão do curso, apresentado a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de bacharelado em Ciências Econômicas.

Local, 03 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Victor Azambuja Gama

_____

Prof. Dr. Jonattan Rodriguez Castelli

_____

Prof. Me. Raul Cunha

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus pela vida, pela saúde, pela família e por ter me guiado até aqui. Em especial quero agradecer meu orientador, Prof. Dr. Victor Azambuja Gama, pela sua competência, empenho, suporte, paciência e orientação durante todo o desenvolvimento desta monografia, juntamente com todos os demais professores, que tiveram participação durante a minha formação acadêmica, pelo incentivo e dedicação. Agradeço de forma toda especial aos meus pais, que são a base de todos os meus sonhos, aos meus colegas por vivermos juntos esse momento compartilhando nossas forças e aos meus demais amigos por entenderem a minha ausência em certos momentos para poder alcançar o objetivo proposto nessa monografia. Quero expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar empiricamente a relação entre indicadores de formação de capital humano, crescimento econômico, renda domiciliar e produtividade da força de trabalho nos estados brasileiros entre os anos de 1985 a 2011, por meio de uma especificação econométrica inspirada no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) com defasagens distribuídas. Mais especificamente, a ideia consistiu em analisar as variações na dinâmica econômica em relação às alterações na média de anos de estudo das pessoas com 25 anos ou mais de idade que ocorreram em períodos anteriores. Inicialmente, foram realizados testes estatísticos com a intenção de identificar alguns problemas na amostra analisada e que poderiam gerar estimativas viesadas, tais como: viés de variáveis relevantes omitidas, multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Após essa primeira etapa da análise empírica, foi avaliada a robustez dos parâmetros, por meio de quatro métodos de estimação diferentes: modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), Modelo de Almon com erros-padrão robustos, modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados Auto regressivos (MQAR) e Modelo de Almon Auto regressivo com Heterocedasticidade Condicional (ARHC). No geral, os resultados foram consistentes em captar os impactos do capital humano e do capital físico ao nível dos estados brasileiros. Entretanto, quando foi empregado o Produto Interno Bruto (PIB) per capita e a renda domiciliar per capita como variáveis dependentes, observou-se que a contribuição do capital humano foi mais significativa no curto prazo. Por outro lado, verificou-se que o retorno do investimento em capital humano em termos de produtividade da força de trabalho apresentou um comportamento similar a uma curva no formato de “U” invertido. Isso significou que os investimentos em educação geraram retornos crescentes em termos de produtividade até atingir um valor máximo na oitava defasagem. Após este momento, o impacto diminuiu gradualmente à medida que se considerou os anos de maior defasagem.

Palavras-chave: Capital humano; Crescimento Econômico, Modelo de defasagem.

ABSTRACT

The aim of this paper was to empirically analyze the relationship between training indicators of human capital, economic growth, family income and workforce in the Brazilian states from 1985 to 2011, through an economic evaluation inspired by the Mankiw model. Romer and Wheil (1992) with distributed lags. More specifically, one idea is to analyze the economic changes in relation to the average changes in years of schooling of people 25 years of age and older that occurred in previous periods. Initially, statistical tests were performed with the intention of identifying some problems in the analyzed analysis and which can generate recorded effects, such as: bias of omitted relevant variables, multicollinearity, heteroscedasticity and autocorrelation. After this first step of the empirical analysis, the robustness of the parameters was evaluated by four different methods of use: Almon model estimated by Ordinary Least Squares (OLS), Almon model with robust standard errors, Almon model estimated by Automatic Regressive Least Squares (MQAR) and Conditional Heteroscedasticity Automatic Regressive Almon Model (ARHC). Overall, the results were consistent in capturing the impacts of human capital and physical capital at the level of Brazilian states. However, when per capita Gross Domestic Product (GDP) and per capita domiciled household income were employed as dependent variables, human capital contribution losses were more difficult in the short term. On the other hand, it has been found that the return on human capital investment in terms of workforce shows a behavior similar to an inverted U-shaped curve. This means that investments in education generate increasing returns on execution until they peak at the eighth lag. After this moment, the impact gradually decreases as you consider the years of greatest lag.

Keywords: Human capital; Economic Growth, Lag Model.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS 8
LISTA DE FIGURAS 9
1. INTRODUÇÃO 10
2. COMO A EDUCAÇÃO AFETA O CRESCIMENTO ECONÔMICO? 13
2.1 As vias de efeito do capital humano 13
3. CAPITAL HUMANO NOS MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO 16
3.1. Modelo de Solow 17
3.2. O modelo de Mankiw, Romer e Weil 20
4. REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA 22
5. DADOS, METODOLOGIA E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS 24
5.1. Dados 24
5.2. Metodologia 24
5.2.1 Defasagens Distribuídas Polinomial 27
5.2.2 Defasagens Distribuídas Auto Regressivas 28
5.2.3 O modelo Auto Regressivo de Defasagem Distribuída 28
5.3 Estatísticas descritivas 29
6. Resultados da análise empírica 33
6.1 Testes estatísticos 33
6.2 A dinâmica do produto interno bruto per capita e a acumulação de capital humano 36
6.3 A dinâmica da renda domiciliar per capita e a acumulação de capital humano 38
6.4 A dinâmica da produtividade da força de trabalho e a acumulação de capital humano 40
7. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS 43
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46
ANEXOS 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 33

Tabela 2 46

Tabela 3 48

Tabela 4 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 29

Figura 2 36

Figura 3 37

Figura 4 38

Figura 5 39

Figura 6 40

Figura 7 41

1. INTRODUÇÃO

Ao analisar a dinâmica do crescimento econômico no Brasil, constatou-se que ao longo das últimas quatro décadas, o país experimentou diferentes taxas, em que momentos de grande expansão foram seguidos por significativa desaceleração econômica. Particularmente, no período conhecido como o milagre econômico brasileiro (anos 70), foi possível observar uma taxa média de crescimento de 8,68% a.a. Já nas décadas subsequentes (80, 90 e 2000), o crescimento médio do produto foi 1,58%, 2,62% e 3,61% a.a., respectivamente. Portanto, percebe-se que o Brasil cresceu em um ritmo significativamente inferior nas últimas décadas. Por isso, identificar os fatores determinantes do comportamento da economia brasileira neste período, constitui-se em um elemento essencial para se definir as políticas e estratégias que podem definir a trajetória de crescimento econômico do país.

Na perspectiva da teoria do capital humano, a educação é analisada como um tipo de investimento e pode ser analisada como um dos principais fatores que explicam o crescimento econômico de uma determinada localidade no longo prazo (ROMER, 2006). Um dos mecanismos, pelos quais o investimento nesse tipo de capital contribui para o incremento do produto de uma economia ocorre via aumento da produtividade dos trabalhadores.

De acordo com Schultz (1962), nem todas as habilidades que um trabalhador possui para executar uma determinada atividade surgem no momento imediato de seu nascimento, no exercício de alguma atividade profissional ou no encerramento do ciclo escolar. O autor argumentou que algumas competências são desenvolvidas a partir de investimento pessoal. Isso significa que quando as pessoas investem em si mesmas por meio de processos formais de educação ou de treinamento, elas possivelmente melhoram as suas habilidades de produtores e consumidores. Deste modo, na abordagem da teoria do capital humano as aptidões adquiridas como resultado desse processo causam um impacto positivo na produtividade da força de trabalho e, por conseguinte, contribuem diretamente para o incremento do produto de uma economia.

Tendo em vista estes pressupostos teóricos, Mankiw, Romer e Wheil (1992) desenvolveram um modelo de crescimento com capital humano e observaram empiricamente que a melhoria dos níveis educacionais da população, foi um fator fundamental para explicar as diferentes taxas de variação da renda entre países.

Ao observar o desempenho do Brasil em relação aos indicadores educacionais agregados durante os anos de 1981 a 2014, percebe-se que o país adentrou o século 21 apresentando algumas melhoras do quadro educacional. O percentual de analfabetos caiu de 22,89% em 1981 para 8,27% em 2014, o que representou uma diminuição de 63,86%. Ao observar a média de anos de estudo, o valor saltou de 3,83 para 7,80 anos, implicando um aumento de 103,33%. Por sua vez, o percentual de pessoas que apresentaram atraso escolar superior a um ano diminuiu de 80,29% para 73,74%, o que refletiu uma redução de 8,15% (IPEADATA, 2018).

Outra constatação importante é que o Brasil progrediu substancialmente no que diz respeito à universalização do ensino para as etapas iniciais da educação infantil. Ao observar a porcentagem de crianças de 4 e 5 anos na escola, notou-se que o sistema educacional brasileiro absorve uma parcela expressiva dos estudantes da pré-escola. Em 2001, o percentual foi de 66,4%, enquanto no ano de 2014 o valor foi de 89,1% (IBGE, 2018). Em relação à taxa de escolarização líquida no ensino fundamental (7 a 14 anos), que representa a eficiência do sistema educacional, observou-se que a estatística progrediu de 90,3% em 2000 para 96,3% em 2014 (INEP, 2018).

Paralelamente, as estatísticas internacionais mostram que a força de trabalho brasileira se tornou mais produtiva ao longo dos últimos 67 anos. Em 1950, um trabalhador empregado no Brasil produzia anualmente em média cerca de US$ 10.178,99. Entretanto, esse número aumentou para US$ 30.484,94 em 2017. Em outras palavras, isso significou um aumento de 200% no período, aproximadamente. Apesar desse desempenho aparentemente favorável, a questão fundamental é que dentre a amostra de 123 países com informação disponível para a produtividade do trabalho em 2017, o Brasil ocupou a 79ª posição no ranking, colocação que está abaixo daquelas observadas para países sul-americanos – Colômbia (US$ 30.777,66), Argentina (US$ 42.692,13), Uruguai (US$ 46.607,44), Chile (US$ 53.588,16) – e de países africanos como, por exemplo, Tunísia (US$ 38.417,73), África do Sul (US$ 42.666,18) e Egito (US$ 43.648,97) (THE CONFERENCE BOARD TOTAL ECONOMY DATABASE, 2018). Portanto, verificou-se que a baixa produtividade do trabalho pode ser considerada um dos principais entraves ao crescimento econômico do Brasil. Para superar essa restrição, são necessárias estratégias e políticas de aumento e qualificação do capital humano no país.

Apesar de existir um número considerável de trabalhos na literatura econômica nacional que analisou a relação entre o acúmulo de capital humano e o crescimento

econômico, ainda é possível identificar algumas questões que suscitam maiores esclarecimentos. Uma característica elementar das análises empíricas do crescimento com capital humano e que empregaram dados nacionais, esteve relacionada à hipótese de que alterações nos níveis de acumulação de capital humano são capazes de afetar o produto nacional de uma economia no mesmo ano considerado como, por exemplo: Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998), Souza (1999), Souza (2007), Dias, Dias e Lima (2005), Silva e Teixeira (2006), Dias e Dias (2007), Nakabashi e Felipe (2007), Albert, Bagolin e Vieira (2008), Cangussu, Nakabashi e Salvato (2010), Cruz e Santana (2011).

Entretanto, no presente estudo admite-se que o impacto do investimento em capital humano leva algum tempo para gerar resultados em termos de expansão do produto. Neste sentido, o modelo de defasagem sugere analisar o impacto no crescimento econômico no ano corrente em relação às alterações de variáveis educacionais que ocorreram em momentos anteriores. Logo, pode-se chamar esse tipo de impacto de efeito de retardamento ou de defasagem. Uma questão importante e que está associada a modelos estatísticos com essa característica é que se torna possível predizer o período de tempo que se deveria retroceder ou quantas defasagens (número de anos) deveriam ser admitidas para se observar o maior efeito da acumulação de capital humano sobre o crescimento econômico.

Tendo em vista esse pressuposto teórico, surgiu o interesse em desenvolver um estudo que tem por intuito analisar estatisticamente a relação entre indicadores de formação de capital humano e o crescimento econômico nos estados brasileiros, tendo como referência metodológica o modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) com defasagens distribuídas. A contribuição e originalidade deste trabalho é analisar a relação entre o crescimento do produto e indicadores de educação, considerando que o investimento em capital humano leva algum tempo para maturar e, consequentemente, gerar resultados em termos de crescimento econômico. Além disso, trata-se de um estudo que emprega dados nacionais.

2. COMO A EDUCAÇÃO AFETA O CRESCIMENTO ECONÔMICO?

Esse capítulo tem por finalidade discutir os principais elementos e ideias básicas que permeiam o uso do termo capital humano que se constitui no conceito fundamental para explicar os diferenciais de renda a partir do investimento em educação. Com isso, será possível descrever os principais mecanismos pelos quais a acumulação de capital humano poderia contribuir para o crescimento econômico de uma determinada localidade. A princípio, podem-se definir três diferentes vias: (i) via aumento da produtividade dos trabalhadores; (ii) via criação e difusão de novas tecnologias; (iii) via auxílio em situações de desequilíbrio econômico. Ademais, foram concentrados esforços no sentido de formalizar e sugerir um quarto canal de efeito denominado de "via aumento da qualificação e inserção da mulher no mercado de trabalho".

2.1 As vias de efeito do capital humano

A primeira via pela qual o investimento em capital humano poderia afetar a intensidade da atividade econômica de um determinado país ocorreria pelo aumento da produtividade dos trabalhadores. Este aumento da produtividade acontece quando as pessoas realizam um investimento pessoal para adquirirem capacidades e habilidades complementares para exercer suas atividades de produtores e consumidores. (SCHULTZ, 1962). Todavia, é importante mencionar que estes conhecimentos adquiridos não surgiram a partir do imediato nascimento do indivíduo, de experiências profissionais ou da conclusão do ciclo escolar, mas de investimentos que as pessoas realizam em si mesmas por meios de processos formais de educacionais. Na teoria do capital humano é consenso que as competências obtidas por meio destes processos provocam um impacto positivo na produtividade dos trabalhadores e, portanto, implicam em um acréscimo direto sobre o produto gerado.

A segunda via pela qual o investimento em capital humano impactaria os níveis de crescimento e desenvolvimento econômico ocorreria pela facilidade de adoção e difusão de novas tecnologias. Nelson e Phelps (1966) argumentaram que entre as categorias de trabalho, o nível estabelecido de adaptação e aprendizado diante às mudanças estabelecidas para melhoria no desempenho das tarefas são completamente diferentes. Seguindo essa linha de raciocínio, admite-se que nas economias onde os processos de transformações são baixos, as atividades são repetitivas e mecanizadas. Logo, os trabalhadores inseridos nestes processos não necessitariam desenvolver habilidades e competências específicas, visto que o processo de produção permaneceria

inalterado durante um longo período de tempo devido à ausência de mudanças tecnológicas. Nesse caso, habilidades básicas e que foram adquiridos durante o ciclo escolar tradicional, supostamente seriam suficientes para desempenhar as atividades inseridas neste contexto de pouco avanço tecnológico.

Em contrapartida, certas atividades necessitam de capacidades e habilidades mais especificas e um contínuo aperfeiçoamento, em consequência das inovações tecnológicas e mudanças nos processos produtivos serem mais frequentes. Neste cenário, o trabalhador deve se manter atualizado sobre as tendências de mercado e sobre o aparecimento de novas tecnologias para se manter ativo e empregado. Nessa situação, os processos educacionais desempenham papel primordial, pois em economias com alto progresso tecnológico, uma sociedade com alto nível de instrução é essencial para a absorção e propagação de novas tecnologias. Assim, a ausência de políticas públicas que visam o aumento dos níveis de educação de uma sociedade pode contribuir para a geração de um gargalo econômico devido à falta de modernização dos processos produtivos e organizacionais.

A terceira via que associa o acúmulo de capital humano e o crescimento se baseia na ideia de que o investimento nesse fator capacita os indivíduos a superarem situações de desequilíbrios econômicos. Para Schultz (1975), as situações de desequilíbrio ocorrem quando há excesso de oferta ou demanda nos mercados de bens, serviços e trabalho. Nessas situações, indivíduos com maior instrução educacional conseguem melhor realocar seus recursos diante de mudanças nas condições econômicas não esperadas, sejam elas de oferta ou de demanda. Portanto, a habilidade de superar essas situações de desequilíbrio depende diretamente do nível de educação. Mais especificamente, pessoas com níveis maiores de instrução seriam capazes de identificar e até mesmo antecipar estes momentos de desequilíbrios econômicos. Além disso, elas estariam aptas para calcular os custos e benefícios esperados das possíveis decisões e, assim, tirar vantagens desses períodos de contingência.

A quarta via de efeito da acumulação de capital humano denominada neste trabalho de “via aumento da qualificação e inserção da mulher no mercado de trabalho”, constitui-se em uma tentativa de sugerir e formalizar o papel de outros mecanismos que agem concomitantemente com o capital humano para a geração de ganhos econômicos, com ênfase nas implicações decorrentes do aumento da inserção da mulher no mercado de trabalho.

Inicialmente, é preciso destacar que a análise dos fatores determinantes do aumento da produtividade do trabalho na perspectiva da força de trabalho feminina, deve considerar a combinação de dois fatores fundamentais: a qualificação da mulher e a sua disposição no mercado de trabalho. De acordo com o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), a inserção de 70 milhões de mulheres no mercado de trabalho nos últimos 20 anos, foi fator preponderante para o milagre econômico latino-americano, que proporcionou taxas de crescimento médio de cerca de 5% entre 2002 e 2008 (CAF - banco de desenvolvimento da América Latina | CAF, 2017).

Além da contribuição no aspecto quantitativo proporcionado pela ampliação da força de trabalho feminina, deve-se também considerar o aspecto qualitativo e que concerne a igualdade de retorno salarial entre homens e mulheres. Caso as estatísticas apresentassem uma participação igualitária das mulheres em relação aos homens no mercado de trabalho, estima-se que o PIB global aumentaria em 28 bilhões de dólares até 2025, o que corresponderia a 26%, diz um relatório do Mckinsey Global Institute. Tal resultado decorre da hipótese de que a maior participação da mulher na economia é uma maneira de contrabalancear a progressiva redução da força de trabalho no mundo, segundo o Fundo Monetário Internacional (Mês da Mulher - Mais Mulheres no mercado, Maior Crescimento Econômico, 2018)

No Brasil, a escola vem sendo ampliada para atender diferentes grupos populacionais antes excluídos dos processos formais de educação e, com isto, as mulheres obtiveram oportunidade de estudar. Atualmente, isso se reflete na melhora dos indicadores educacionais, nos quais as mulheres vêm superando os homens. Por exemplo, a média de anos de estudo, em 2008, as mulheres com 15 anos ou mais de idade tinham uma escolaridade média de 7,6 anos de estudo, comparados a 7,3 anos entre os homens. Entre a população ocupada e residente nas áreas urbanas, a diferença entre homens e mulheres se amplifica: enquanto os primeiros possuíam, em 2008, uma média de 8,3 anos de estudo, as mulheres ocupadas chegaram a 9,2. Isso mostra que as mulheres tendem a estar mais preparadas, melhor capacitadas para entrarem no mercado de trabalho. (Autonomia econômica, empoderamento e inserção das mulheres no mercado de trabalho, 2010).

3. CAPITAL HUMANO NOS MODELOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO

Nesta subseção, foram apresentados os principais aspectos inerentes ao arcabouço teórico que explica a relação entre acumulação de capital humano e crescimento econômico em termos agregados. É importante destacar que o desenvolvimento dessa discussão foi inspirado pelos modelos de Solow e de Mankiw, Romer e Weil (MRW).

Com o auxílio dos modelos, pode-se admitir que um aumento dos níveis educacionais seja capaz de elevar a produtividade dos laboriosos e com isto obter maiores remunerações. Portanto, políticas educacionais voltadas para a melhoria do sistema tendem a apresentar grandes resultados ao longo prazo sobre a renda dos trabalhadores. Por isso, uma força de trabalho com nível de escolaridade elevado pode direcionar o país em um trajeto econômico crescente ao longo prazo.

O termo capital humano foi inicialmente empregado na década de 1960 por três acadêmicos da Universidade de Chicago: Theodore Schultz, Gary Becker e Jacob Mincer. A compreensão comum e que uniu estes três pesquisadores foi a concordância de que o capital humano é um fator tão essencial para a economia quanto o capital físico e o trabalho. Nesse sentido, Becker (1993) explicou que o conceito está intimamente ligado a um conjunto de capacidades e habilidades produtivas que uma pessoa pode adquirir ao longo do tempo, por meio de um investimento que ela realiza para si mesma, ao participar de processos formais de educação.

Portanto, na perspectiva da teoria do capital humano, para colocar um determinado país em uma trajetória de crescimento do seu produto, o investimento na qualificação da força de trabalho desempenha papel fundamental, assim como a expansão dos recursos monetários e a compra de máquinas que contribuem para o aumento da capacidade produtiva. Nesse sentido, Barro e Lee (2013) enfatizaram que uma população com alto nível de educação tende a apresentar um nível de produtividade do trabalho mais elevado. Além disso, uma sociedade que apresenta níveis de instrução mais elevados possui trabalhadores mais preparados para manusear e absorver novas tecnologias. Finalmente, as externalidades positivas geradas a partir do investimento em capital humano também contribuem com o desenvolvimento social, para a redução da mortalidade infantil, diminuição da poluição no meio ambiente e melhoria da distribuição de renda. Deste modo, populações que apresentam maiores

níveis educacionais em termos agregados podem apresentar um maior potencial para o desenvolvimento intelectual, econômico e social.

Ademais, Schultz (1973) explicou que existem duas formas de mensurar o capital humano: uma quantitativa e outra qualitativa. A dimensão quantitativa associa o número de indivíduos classificados como população economicamente ativa a quantidade de horas de trabalho. Já a dimensão qualitativa está associada à capacitação técnica, experiências e características específicas que influenciam as habilidades humanas e a sua produtividade. Assim, como o investimento em capital humano poderia afetar o desempenho econômico de uma determinada localidade em termos agregados? Esse é o tema a ser desenvolvido na próxima subseção.

3.1. Modelo de Solow

O primeiro passo para se compreender o modelo de Solow (1956) é apresentar as hipóteses básicas que sustentam o modelo: (a) a taxa de crescimento da força de trabalho é exógena no modelo e foi expressa por gL; (b) a função de produção é y = F(K,L) e; (c) o investimento e a poupança são frações fixas do produto.

O modelo foi estabelecido em torno de duas equações básicas: função de produção e a equação de acumulação de capital. A função de produção explica como ocorre a interação dos insumos para gerar o produto da economia. Nessa acepção, a função Cobb-Douglas de produção foi estabelecida da seguinte forma:

$$Y = F(K, L) = K\alpha L1 - \alpha \quad (1)$$

em que os insumos são definidos da seguinte maneira: capital (K) e trabalho (L). O coeficiente aqui admitido pela letra alfa (α) assume valores entre 0 e 1. No modelo admite-se que a função de produção apresenta retornos constantes de escala. O que significa que se os insumos forem duplicados, o produto também será o dobro.

Com a análise, Solow busca esclarecer a relação do comportamento do produto por trabalhador, ou produto per capita. Desta maneira, a equação foi reordenada em termos de produto por trabalhador e de capital por trabalhador, e a equação de produção que se segue na forma:

$$y = k\alpha \quad (2)$$

em que y é o produto por trabalhador ($\frac{Y}{L}$) e (k) refere-se ao capital por trabalhador ($\frac{K}{L}$). A função representada pela equação nos diz que ao acrescentar unidades de capital pro trabalhador, as empresas tendem a gerar mais produto por trabalhador. Todavia, entende-se que o capital por trabalhador apresenta retornos decrescentes. O que

significa que o crescimento do produto gerado por trabalhador é cada vez menor, diante de adicionais de capital por trabalhador.

A segunda equação fundamental do modelo de Solow é a equação de acúmulo de capital:

$$K - sY - dK \qquad (3)$$

na qual a variação do capital é representada pela letra K e é igual ao valor do investimento bruto (sY) e do montante da depreciação do capital (dK). Segundo Solow, a população poupa parte da sua renda que advém de salários e aluguéis. Em uma economia fechada, portanto, a poupança gerada por essa economia se iguala ao investimento e todo este investimento é disposto para a acumulação de capital. O último termo é o montante de depreciação do capital que vem do processo produtivo (dK). O termo K é a variação no estoque de capital por período. Outra hipótese importante a respeito da equação de acumulação de capital é que a taxa de participação na força de trabalho é constante e a taxa de crescimento populacional é dada pelo parâmetro n. Deste modo, a equação de acumulação de capital por trabalhador é expressa por:

$$k = sy - (n + d)\, k \qquad (4)$$

Conforme essa equação, o acumulação de capital por cada trabalhador é causada, a cada período, por três termos: O investimento por trabalhador (sy) impacta positivamente o capital, a depreciação (dk) que reduz o capital por trabalhador, e o termo que na equação representa a taxa de crescimento populacional (n) que implica em uma redução na acumulação de capital por trabalhador, visto que a população tende a ter um constante aumento, caso não ocorra novos investimentos devido ao acréscimo de trabalhadores, assim diminuindo o capital por trabalhador. No modelo Solow, (n - d) k é chamado de taxa de investimento de manutenção, que apresenta qual deverá ser o valor do investimento para que o estoque de capital por unidade de trabalhado efetivo (k) se mantenha no mesmo nível.

A equação (4) aponta que se o montante do investimento (sy) for maior que o montante necessário para se manter constante o capital por trabalhador (n + d) k, a taxa de crescimento do capital deverá aumentar ao longo do tempo. Continuará o crescimento até que o investimento bruto e a taxa de investimento de manutenção sejam

iguais, (sy) = (n + d) k, de modo que k = 0. Isso nos diz que a taxa de crescimento do capital por trabalho efetivo permaneça constante.

Nesta ocasião, quando o investimento bruto e a taxa de investimento de manutenção forem iguais - e o montante de capital por trabalho permanecer constante - a economia estará em um estado estacionário (k*), estado esse que os investimentos apenas são feitos para contrabalancear a depreciação do capital fixo.

Para que o modelo apresentasse crescimento sustentado de renda per capita, Solow incorporou o progresso tecnológico (A) à função de produção. Vale destacar que o insumo tecnologia foi considerado como um fator que aumenta a variável trabalho. ou seja, quando o país tem avanços tecnológicos isso contribui para que a unidade de trabalho seja mais eficiente se tornando mais produtiva. Cabe ressaltar que uma hipótese importante do modelo de Solow é que progresso tecnológico é exógeno ao modelo. Ou seja, o progresso tecnológico e suas consequências não são explicadas pelo modelo.

Com a introdução do progresso tecnológico, a função de produção assume a seguinte forma:

$$Y = F(K, AL) = K\alpha\,(AL)1 - \alpha \qquad (5)$$

Com a incorporação do progresso tecnológico ao modelo, ao longo do trajeto do crescimento equilibrado, o produto por trabalhador e o capital crescem na mesma taxa do progresso tecnológico exógeno, g.

Na descrição da equação de acumulação de capita, o fato gx, representa a taxa de crescimento de uma variável x ao longo do tempo com um crescimento equilibrado. Nota-se que a variável k representa a razão entre capital por trabalhador e a tecnologia.

$$k = s\acute{y} - (n + g + d)\,k \qquad (6)$$

Para chegar a conclusões sobre a chave do crescimento, o modelo de Solow recorre a dessemelhanças nas taxas de investimento, nas taxas de crescimento populacional e das diferenças exógenas de progresso tecnológico. Conforme Solow, alguns países crescem mais diante de maiores investimentos e tem menores taxas de crescimento populacional, permitindo assim acumular mais capital aumentando a produtividade da mão-de-obra.

O crescimento sustentado só é possível com a ajuda do progresso tecnológico, visto que o crescimento estagnaria quando alcançasse certo limite. Limite esse que se daria por conta dos retornos decrescentes ao capital. Assim, o progresso tecnológico pode compensar a tendência declinante do produto marginal do capital. Contudo, como o progresso tecnológico não é explicado pelo modelo, a explicação é dada a partir da dinâmica de transição. Ao levar em consideração uma economia qualquer onde a taxa de crescimento do investimento é maior que zero, será possível identificar o crescimento do produto no momento em que essa economia faz uma transição para uma razão produto-tecnologia mais elevada.

3.2. O modelo de Mankiw, Romer e Weil

O modelo pioneiro para se analisar a relação entra capital humano e crescimento econômico, é o modelo neoclássico estendido elaborado por Mankiw, Romer e Weil (1992), onde inseriram o capital humano na análise do modelo de Solow (1956). Além de dar a devida importância do capital humano como uma variável no processo de produção, foi notado que a ausência da medida de capital humano na análise empírica pode apresentar problemas estatísticos que afetam a análise e assim a torna menos confiável. Segundo os autores, o modelo de Solow estima de forma correta a direção dos efeitos da poupança e da população, no entanto, ele pode apresentar valores superestimados que reproduzem os efeitos dessas variáveis. Em primeiro lugar, quando se retira da analise o capital humano, o capital físico aparece como o mais relevante na explicação do crescimento, porque parte do crescimento dessa variável está diretamente ligado ao acumulo de capital humano. Em segundo, pode vir a ser que o acumulo de capital humano esteja correlacionado com as taxas de crescimento da poupança e população. Por esse motivo, ao retirar o capital humano da análise, pode ocorrer um viés na estimativa dos coeficientes dessas medidas.

Tendo em vista todos esses pontos, Mankiw, Romer e Weil (1992) aconselharam que para um melhor entendimento da relação entre poupança, crescimento populacional e renda é preciso acrescentar à análise de Solow a acumulação de capital humano. Deste modo, a função de produção do tipo Cobb-Douglas com capital humano assume a seguinte forma:

$$Y(t) \ = \ K(t)\alpha \, H(t)\beta \, (A(t) \, L(t))1 - \alpha - \beta \qquad (7)$$

em que Y é o produto, L é o trabalho, A é um nível de tecnologia ou eficiência, e H é o estoque de capital humano. Os parâmetros alfa, beta e 1-alta-beta (1-α-β) são as participações dos fatores capital físico, humano e trabalho na renda, respectivamente. Admite-se também que trabalho e tecnologia crescem a taxas constantes e exógenas (n e g).

4. REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA

Este capítulo tem por finalidade apresentar as principais características de alguns trabalhos que compõem a literatura empírica nacional que associou o acúmulo de capital humano ao crescimento econômico.

Albert, Bagolin e Vieira (2008) analisaram a influência dos diferentes níveis educacionais sobre o crescimento econômico brasileiro, buscando entender as diferenças regionais desta relação por meio da metodologia de dados em painel. Para atingir este objetivo, foram estimadas duas equações. A primeira equação considerou o PIB em reais do ano 2000 como variável dependente e as seguintes medidas como variáveis explicativas: média de anos de estudo de pessoas com 25 anos ou mais, anos de estudo ao quadrado e população ocupada. Os dados foram coletados no site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA) e estão organizados por regiões brasileira. Na segunda equação estimada, substituiu-se apenas a variável dependente. Ao invés de utilizar o PIB total, empregou-se o PIB per capita em reais de 2000, deflacionado pelo Deflator Implícito do PIB nacional. Os resultados obtidos mostraram que os sinais dos coeficientes estimados apresentaram os sinais esperados para a relação entre crescimento econômico e educação. Isso significa que os sinais das variáveis, anos de estudo e população ocupada apresentaram uma relação positiva com o crescimento econômico. Assim, à medida que os anos de estudo e o número de pessoas empregadas se elevam, o PIB tende a crescer, dado que se espera que a produção aumente com a maior quantidade de mão-de-obra empregada.

Por sua vez, Cangussu, Nakabashi e Salvato (2010) analisaram a relação entre capital humano e o nível de renda dos estados brasileiros, com ênfase na aplicação de duas formas funcionais da função de produção: o modelo proposto por Solow (1956) e a equação de Mincer (1974). Tendo isso em vista, foram utilizadas as informações disponíveis para as 25 unidades federativas do Brasil no período de 1980 a 2002. Para a realização dessa pesquisa, foram empregadas as seguintes variáveis: i) PIB per capita a preços constantes – R$ de 2000, deflacionados pelo deflator implícito do PIB nacional; ii) taxa de crescimento da população residente que foi calculada pela taxa de variação das estimativas das populações residentes segundo as unidades da federação entre 1980 e 2002; (iii) consumo de energia elétrica industrial como proxy para o capital físico, sendo medido em mega-watts-hora; e (iv) anos de estudo das pessoas com 25 anos e mais como proxy para o acúmulo de capital humano. Todas as informações coletadas

foram fornecidas pelo site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). Os resultados alcançados mostraram evidências de que a proposta de Mincer foi a mais adequada em termos de robustez das estimativas do efeito do capital humano que se mostrou estaticamente significativo em todas as regressões. Além disso, observou-se que o impacto desse fator sobre o PIB per capita foi superior ao efeito do capital físico.

Finalmente, Dias, Dias e Lima (2005) buscaram analisar a correlação entre o crescimento econômico e nível de escolaridade, tendo como resultado principal a existência de uma relação não linear entre as variáveis. Os dados referem-se aos Estados Brasileiros no período de 1985-2000. Considerando 26 estados e o período de 16 anos para os quais temos os dados completos temos um total de 416 observações para serem utilizadas. a) Taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) per capita dos Estados; b) Média da escolaridade das pessoas com 25 anos ou mais dos Estados. Valor este medido em número de anos que frequentaram a escola; c) Número médio de horas trabalhadas por semana nos Estados. Esta variável é utilizada como proxy da instituição mercado de trabalho de cada Estado. A fonte dos dados é o Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas – IPEA. Para chegar ao modelo mais adequado e realizar a estimativa da equação, foram usados métodos econométricos. Os resultados apontaram a não-linearidade entre as variáveis. A relação não-linear na forma de U invertido entre as variáveis, produz como resultado que o efeito da escolaridade na taxa de crescimento econômico é crescente na primeira fase e decrescente na segunda.

5. DADOS, METODOLOGIA E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Neste capítulo foram apresentadas a base de dados, a metodologia e a estatística descritiva da amostra estudada. Além disso, serão tecidas as primeiras considerações sobre a associação entre os aspectos quantitativos da educação e o crescimento econômico dos estados brasileiros, considerando o efeito de retardamento ou de defasagem da medida de capital humano.

5.1. Dados

Os dados utilizados para a realização deste trabalho são provenientes de duas fontes: site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA) e o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Todos os dados no presente trabalho foram retirados de duas fontes de dados, o IPEADATA e o IBGE. Começando pela variável que dentro do trabalho será a ser explicada, o PIB per capita em R$ de 2010 (mil), o PIB Estadual a preços constantes (R$ de 2010), a taxa de crescimento do PIB Estadual per capita - R$ de 2010 (mil) e a renda domiciliar per capita - média - R$ Outubro 2014, para os anos 1985 a 2014, banco de dados coletado da seção regional do IPEADATA. Para as variáveis explicativas, média de anos de estudo da população (pessoas com 25 anos ou mais), percentual de analfabetos (pessoas com 15 anos ou mais) em porcentagem, foram coletados da seção social do IPEADATA, para os anos de 1981 a 2014 e serão empregadas como proxies para o acumulo de capital humano. Para a proxy de acúmulo de capital físico dos estados, serão usados os dados sobre o consumo de energia elétrica industrial (MWh), informação está disponível para os anos de 1981 a 2016, sendo encontrada na seção regional, dentro do IPEADATA. Por fim, será coletado população preparada para o PIB Estadual (ponderador) – Pessoa, disponível para os anos de 1985 até 2011, população economicamente ativa (PEA) para os anos de 1993 até 2014, número de unidades locais (Unidades) industriais de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, dados de 1996 até 2014 e número de empresas comerciais (Unidades), para, também, dados de 1996 até 2014.

5.2. Metodologia

O método de análise utilizado neste trabalho é o de dados em painel, que combina dados de corte transversal (cross-section) e de séries temporais (time-series). Isso significa que as informações serão disponibilizadas para várias unidades de análise

i (estados) ao longo de vários períodos de tempo t (anos). Com a finalidade de analisar a importância do acúmulo de capital humano para o crescimento econômico dos estados brasileiros ao longo do tempo, definiu-se um modelo inspirado na forma funcional tradicional da função de produção de Mankin, Romer e Weil (1992):

$$Y_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 H_{i,t} + \beta_4 H_{i,t-1} + \beta_5 H_{i,t-2} + \beta_n H_{i,t-n} + \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

em que os subscritos i representam as 27 unidades federativas de forma que i = 1, 2, 3, ... ,27. Já o subscrito t representa os anos compreendidos pela amostra, sendo $t = 1981, \dots, 2014$. O subscrito n se refere ao número de defasagens, sendo n = 1, 2, ..., N. $Y_{i,t}$ pode representar duas variáveis dependentes possíveis: taxa de crescimento do PIB per capita e a produtividade da força de trabalho. $K_{i,t}$ representa a medida proxy de acúmulo de capital físico (consumo de energia elétrica industrial (MWh) dividido pelo número de unidades locais industriais). $H_{i,t}$ representa uma matriz de variáveis que compreende as medidas empregadas para captar o processo de formação do capital humano: percentual de analfabetos, média de anos de estudo da população. $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro aleatório.

Neste caso, admite-se adicionalmente que $E(e_t) = 0, var(e_t) = \sigma^2$ e $cov(e_t, e_s) = 0$. Se o modelo tem i observações sobre os valores de y_t e sobre as variáveis explicativas, então ele possui t – n observações completas para realizar a estimação, já que n observações se perdem ao criar as variáveis explicativas defasadas. Nesse modelo de defasagem finita, o parâmetro β_1 é o intercepto, β_2 é coeficiente angular da medida de acúmulo de capital físico. Por sua vez, os demais parâmetros (β_3 a $\beta_{n)}$ são chamados de pesos da defasagem distribuída inerente as medidas de capital humano. Esses parâmetros medem o efeito de variações do capital humano em momentos passados.

A equação acima pode ser estimada pelo método de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários), desde que o termo de erro e_t apresente as propriedades usuais desejadas. Em contrapartida, pode haver um problema de colinearidade, ou seja, um alto nível de dependência linear entre as variáveis explanatórias. Por esse motivo, as estimativas de MQO podem estar sujeitas a uma grande variabilidade amostral e, por conseguinte, os resultados obtidos pela análise de regressão deixam de ser confiáveis.

Tendo isso em vista, podem-se considerar duas abordagens de estimação e que reduzem os efeitos da colinearidade. Primeiramente, supõe-se que os pesos da defasagem sigam um padrão suave e que possam ser representados por um polinômio de grau pequeno. Shirley Almon aprofundou essa ideia, sugerindo um modelo de defasagem finito amplamente conhecido como o modelo de defasagem distribuída Almon, ou modelo de defasagem distribuída polinomial. Em segundo lugar, é possível considerar o modelo auto regressivo de defasagem distribuída (ARDL – autoregressive-distributed lag) em que a defasagem é infinita, flexível e parcimoniosa (HILL, GRIFFITHS, JUDGE, 2003). Neste trabalho, o modelo ARDL pode ser representado da seguinte maneira:

$$Y_{i,t} = \beta_1 + \gamma_1 y_{t-1} + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 H_{i,t} + \beta_4 H_{i,t-1} + \beta_5 H_{i,t-2} + \beta_n H_{i,t-n} + \varepsilon_{i,t} \qquad (9)$$

Este modelo pode incluir uma ou mais defasagens para as variáveis explicativas ou mais valores defasados para a variável dependente.

Dentro da dinâmica da economia, uma mudança no nível de uma variável pode ter implicações comportamentais não somente no tempo presente da alteração, como também posteriormente. As consequências de decisões econômicas podem ter efeito durante um longo tempo. O imposto é uma variável exemplo, quando se eleva o imposto de renda, os consumidores passam a ter menos renda disponível, assim reduzindo suas despesas com bens e serviços, por sua vez, reduz os lucros dos fornecedores, a demanda por insumos produtivos, os lucros dos fornecedores de insumos e assim por diante, podendo até alterar o nível de emprego no longo prazo. Os efeitos de um aumento de imposto não são instantâneos, mas se aplicam por períodos futuros. Ou seja, ações ou decisões econômicas tomada em um ponto t do tempo afetam a economia não só no instante t, mas como nos instantes t + 1, t + 2 e seguintes.

As modificações, no cenário, causadas pelas políticas, monetária e fiscal, podem ter efeito depois de 6 a 8 meses. Podem ser necessários de 12 a 18 meses para que os efeitos sejam efetivos na economia. A equação que representa esse efeito de defasagem, dizendo que uma modificação em uma variável x1 da política tem efeito sobre resultado econômicos y1, y1 + 1, y1 + 2, … , y1 + n. Invertendo a situação, pode se dizer que yt é afetado pelos valores de xt, xt-1, xt-2, … , ou

$$y = f(xt, xt-1, xt-2, \dots) \qquad (10)$$

É preciso saber dos efeitos defasados de suas ações. Portanto, deve ser levado em conta o momento das modificações e o tempo necessário para que seus efeitos sejam percebidos e então, aplicar novas modificações políticas. Uma questão imediata com modelos que descrevem a evolução da economia e suas reações ao longo do tempo é quanto se deve retroceder no tempo, ou seja, qual é o tamanho da defasagem distribuída. Modelos de defasagem distribuída infinita expressa os efeitos como se durassem para sempre, infinitamente. Já os modelos de defasagem distribuída finita, expressa um efeito de uma alteração em uma variável até um certo ponto no tempo.

5.2.1 Defasagens Distribuídas Polinomial

A aplicação de uma forma a uma distribuição defasada diminui os efeitos da colinearidade. Suponhamos que os pesos de defasagem sigam um padrão suave, que possa ser explicado por um polinômio de grau pequeno. Shirley Almon introduziu essa ideia, e o modelo de defasagem finita resultando é chamado de Defasagem distribuída Almon (polinomial).

Suponhamos que escolhemos um polinômio de segunda ordem para representar o padrão de pesos de defasagem. Então, o efeito sobre E(yt) de uma variação em xt-1 é

$$6E(yt)/\,6xt - i \;=\; Bi \;=\; y0 \;+\; y1i \;+\; y2i^2, i \;=\; 0, \dots, n \qquad (11)$$

Suponhamos novamente que a duração da defasagem seja n = 4 períodos. Então, o modelo de defasagem finita é

$$yt \;=\; a \;+\; B0xt \;+\; B1xt - 1 \;+\; B2xt - 2 \;+\; B3xt - 3 \;+\; B4xt - 4 \;+\; En \;\; t \;=\; 5, \dots, T \qquad (12)$$

As relações se tornam

$$B0 \;=\; y0i \;=\; 0$$
$$B1 \;=\; y0 \;+\; y1 \;+\; y2i = \; 1$$
$$B2 \;=\; y0 \;+\; 2y1 \;+\; 4y2\, i \;=\; 2$$
$$B3 \;=\; y0 \;+\; 3y1 \;+\; 9y2i = \; 3$$
$$B4 \;=\; y0 \;+\; 4y1 \;+\; 16y2\, i \;=\; 4$$

(13)

Para estimar os parâmetros que descrevem a defasagem polinomial, y0, y1 e y2 levamos (4) no modelo de defasagem finita (3), obtendo

$$yt = a + y0xt + (y0 + y1 + y2)xt - 1 + (y0 + 2y1 + 4y2)xt - 2 + (y0 + 3y1 + 9y2)xt - 3 + (y0 + 4y1 + 16y2)xt - 4 + Et = a + y0z0 + y1z1 + y2z2 + et \quad (14)$$

Nessa equação, definimos as variáveis construídas ztk como

Zt0 = xt + xt-1 + xt-2 + xt-3 + xt-4

Zt1 = xt-1 + 2xt-2 + 3xt-3 + 4xt-4

Zt2 = xt-1 + 4xt-2 + 9xt-3 + 16xt-4

(15)

Uma vez criadas essas variáveis, estimam-se os coeficientes polinomiais aplicando-se mínimos quadrados a (2), obtendo

$$Bt = y0 + y1i + y2i2, i = 0, \dots, n \quad (16)$$

Qualquer que seja o grau do polinômio, o processo geral é uma extensão do que descrevemos para o polinômio quadrático.

5.2.2 Defasagens Distribuídas Auto Regressivas

Há alguns problemas com os modelos de defasagem distribuída, tanto finita quanto polinomial. O problema da finita é que é preciso que seja escolhido o período da defasagem e, então, acaba resultando em colinearidade no modelo. O polinomial aborda a colinearidade exigindo que os pesos de defasagem se adéquem a uma curva suave. Embora seja flexível a defasagem distribuída polinomial, é um tanto quanto complicado definir os pesos das defasagens. O modelo de defasagem infinita retira o problema de se especificar a duração da defasagem, mas impõe uma estrutura aos pesos de defasagem, para contornar o problema de inúmeros parâmetros, no caso de ser infinito. A defasagem geométrica é uma dessas estruturas, mas impõe a condição de que as defasagens sucessivas decresçam geometricamente.

5.2.3 O modelo Auto Regressivo de Defasagem Distribuída

O modelo auto regressivo de defasagem distribuída (ARDL) tem características que procuramos em um bom modelo, ele apresenta defasagem infinita que é tanto flexível quanto parcimonioso. Um exemplo de ARDL é

$$yt = U + B0xt + B1xt - 1 + y1yt - 1 + et \quad (17)$$

Nesse modelo, há a inclusão da variável aleatória xt, com apenas uma ou mais defasagens e mesmo processo para a variável dependente. O modelo em (3) é denominado ARDL, por conter defasagem de x e um valor defasado de y. Quando o modelo contém n defasagens de x e i defasagens de y é chamado de ARDL (n, i). Se as hipóteses de erro se identificam em relação ao termo de erro e, então os parâmetros do modelo podem ser estimados por mínimos quadrados. Apesar da aparência simples, o modelo ARDL representa uma defasagem infinita. Para ver isso, algumas alterações matemáticas foram aplicadas até chegar a fórmula final. Então, a equação do modelo de defasagem distribuída infinita,

$$yt = a + \Sigma\, i > 1\, aixt - 1 + ut \tag{18}$$

Com pesos de defasagem

$$a0 = B0$$

$$a1 = (B1 + y1B0)$$

$$a2 = y1(B1 + y1B0) = y1a1$$

$$a3 = y^2 1ai$$

$$i$$

$$ax = y(x-1)1a1$$

(19)

5.3 Estatísticas descritivas

A finalidade da estatística descritiva é analisar o banco de dados para que possamos extrair algumas informações que poderão ajudar a responder as perguntas. Serão levadas em considerações operações como médias, máximos e mínimos e outra operação para a análise prévia do banco de dados. As médias podem mostrar a evolução e crescimento dos estados em relações as variáveis, enquanto os máximos e mínimos podem mostrar a comparação entre os estados para tentarmos entender qual o motivo da diferença entre eles.

A amostra compreende observações na qual diz respeitos aos estados federativos ao longo dos anos, 1981 a 2014. As informações apresentadas no banco de dados dizem respeito ao PIB per capita - R$ de 2010 (mil), PIB Estadual a preços constantes (série calculada pelo IPEADATA) dividido pela população, Taxa de crescimento do PIB Estadual per capita – R$ de 2010, Renda domiciliar per capita – média, para todos os estados federativos em todos os anos dispostos. Assim como, anos de estudos da

população – média, que é a razão entre o somatório do número de anos de estudo completados pelas pessoas que tem 25 ou mais anos de idade e o número de pessoas nessa faixa etária, Analfabetos que são variáveis que serão usadas como proxy para capital humano. Consumo de energia elétrica - industrial – MWh dividido pelo número de empresas, População preparada para o PIB Estadual – Pessoa, População economicamente ativa (PEA), Número de unidades locais industriais e Número de empresas comerciais (Unidades) fecham o banco de dados, sendo variáveis usadas como proxy para capital físico.

A figura 1 apresenta as estatísticas descritivas para as variáveis empregadas na análise empírica. Ela reúne as informações sobre o número de observações, média, desvio padrão e os valores mínimos e máximo das observações para cada variável no período analisado. A amostra analisada possui 972 observações, porém algumas observações são inexistentes no banco de dados, como é o caso do estado de Tocantins que apresenta informações a partir do ano de 1989, devido a sua criação no ano 1988 e outras dificuldades em encontrar os dados para algumas outras variáveis no período de tempo estabelecido. Em relação às médias, a variável de crescimento econômico representada pelo PIB per capita - R$ de 2010 (mil), apresenta média de R$ 13.100,15, outra variável disposta para representar o crescimento econômico é a taxa de crescimento do PIB Estadual per capita que apresenta média de R$2,0835 e por fim, a renda domiciliar per capita apresenta uma média de R$ 656,82. Já a média de anos de estudo foi de 5,403 anos e o país ainda apresenta uma média de 17,39% de pessoas com 15 anos ou mais em situação de analfabetismo. O que diz respeito a proxy de capital humano temos consumo médio de energia elétrica industrial per capita sendo 0,4887 MWh e o consumo de energia elétrica industrial por indústria apresentando uma média de 1.244,033 MWh.

Figura 1 – Sumario Simples de Estatística

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
ppcx1000	725	13100.15	8967.954	3788.231	58914.54
tx_crescim~c	698	2.08357	4.4068	-15.10678	21.00738
renda	907	656.8221	295.7792	169.1635	2279.697
produtivid~e	486	30794.06	17009.31	10239.72	106553
anos_estudo	907	5.403463	1.585817	1.707034	10.08203
analfabetos	907	17.3999	11.16111	2.728544	54.5763
cons_energ~c	725	.4887403	.4081473	.0163295	1.691958
cons_en~pind	540	1244.033	1819.522	99.73864	11395.11

Fonte: STATA, com base nos dados do IPEADATA e IBGE.

Uma análise previa sobre a média do PIB per capita nos apresenta uma informação curiosa sobre o ano de 2011, no qual os estados que tem o PIB acima da média, são aqueles que apresentam anos de estudos médio da população acima de 7, com 2 exceções. O estado de Rondônia que apresenta o PIB em 2011 no valor de 16,51 apresentando uma média de anos de estudo de 6,6. E o estado do Amapá na qual apresenta uma média de anos de estudo de 7,8 e um PIB abaixo da média.

Outra informação importante de ser exibida sobre o PIB é que a região centro-sul do país é onde o PIB tem maiores valores, com exceção do estado de Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais que apresentam valores abaixo de 20, deixando um lembrete para o MS na qual apresenta um PIB de 18,58 e para MG com um PIB de 18,30 sendo maiores comparando com o valor do estado de Goiás, com 17,11. Os demais estados da região centro sul apresentam PIB com valores acima de 20, com uma observação para o Distrito Federal, na qual apresenta um PIB de 58,91, sendo disparado o melhor do país.

Em relação a média dos anos de estudos, no ano de 2014 vemos que todos os estados tiveram um crescimento acima da média, com um alerta para os estados de Alagoas e do Piauí, com 5.7 e 5.8, respectivamente. Os destaques ainda são para os estados da região centro sul do país com índices acima de 7 e incluindo os estados do Amazonas, Amapá, Rondônia e Roraima com valores 8.2, 8.7, 7.3 e 8.3, respectivamente.

Sobre a média de consumo de energia industrial por indústria, esperava-se que o polo industrial do Brasil, que se localiza na região sudeste do país, o consumo de energia industrial por indústria fossem os maiores, porém devido ao alto número de industrias localizadas na região o consumo de energia por indústria acaba ficando abaixo da média, com exceção do estado de Minas Gerais, no qual a maior participação do setor industrial se deve a extração de minérios, metálicos e a metalúrgicas.

Com relações aos valores máximos e mínimos do PIB, vemos que o PIB de Piauí no ano de 1985 era o menor com um valor de 3,78 e no ano de 2011 ainda continua sendo o estado com o menor valor do PIB, com 7,33 o outro estado que segue o Piauí é o estado do Maranhão que em 1985 apresentava o valor de 3,82 e no ano de 2011 apresentou o 7,34. O Distrito Federal durante o período analisado se manteve em primeiro lugar com o maior valor do PIB, em 1985 com um valor do PIB de 45,35 e em 2011 com 58,91. Contudo, o estado com maior crescimento durante esse período foi o estado do Mato Grosso com um crescimento de 14,59 pontos percentuais.

Para uma análise previa sobre os máximo e mínimos em relação aos anos de estudo da população os estados com menor média de anos estudados fica com o estado do Piauí, com 1,7 de média, isso no ano de 1982. O maior valor médio de anos de estudo fica com o Distrito Federal com uma média de 10,1 em 2011. Analisando a evolução da média dos anos de estudos durantes os anos constata-se que quem mais apresentou um crescimento foi o estado do Paraná que cresceu 4,7 pontos percentuais passando de uma média de 3,4 em 1981 para 8,1 em 2014.

6. RESULTADOS DA ANÁLISE EMPÍRICA

Nesse capítulo, foram apresentados os resultados da pesquisa. Conforme o enunciado, o trabalho tem como objetivo estimar a contribuição do capital humano para a expansão do produto a nível dos estados brasileiros, utilizando como referencial metodológico o modelo de MRW (1992) com defasagens distribuídas.

Um ponto em comum das análises empíricas do crescimento com capital humano e que utilizaram dados nacionais é a admissão da hipótese de que as alterações nos níveis de acumulação de capital humano para um determinado ano são capazes de afetar o produto nacional de uma economia no mesmo ano considerado. Entretanto, no presente trabalho admite-se uma hipótese de que o investimento em capital humano leva algum tempo para gerar resultados em termos de aumento do produto.

Tendo isso em vista, elaborou-se no presente estudo um modelo inspirado na forma tradicional da função de produção de Mankiw, Romer e Weil (1992):

$$\ln(Y_{i,t}) = \beta_1 + \beta_2 \ln(H_{i,t}) + \beta_3 \ln(H_{i,t-1}) + \cdots + \beta_{18} \ln(H_{i,t-16}) + \beta_{19} ln(K_{i,t}) + \beta_{20} \ln(K_{i,t-1}) + \cdots + \beta_{35} ln(K_{i,t-16}) + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

em que os subscritos i representam as 27 unidades federativas de forma que i = 1,2,3,...,27. Já o subscrito t representa os anos compreendidos pela amostra, sendo t = 1981, ..., 2014. Além disso, o modelo sinaliza que existem até 16 defasagens, tanto para a medida de capital humano como para a variável proxy de capital físico. Por fim, é preciso lembrar que a variável dependente Y_{it} pode ser representada por três variáveis distintas: o PIB per capita, a renda domiciliar per capita e a produtividade da força de trabalho.

6.1 Testes estatísticos

A tabela 1 apresenta o resultado dos testes estatísticos realizados para identificar alguns possíveis problemas que podem surgir na amostra analisada. Todos os testes apresentados abaixo foram feitos a partir da estimação da equação 15 pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários.

Tabela 1 – Testes estatísticos

Variável dependente do modelo	Especificação[a] do modelo		Multicol.[b]	Heteroc.[c]		Autocorrelação[d]	
	Reset	Prob>F	FIV	Wald	Prob>X^2	Wooldrige	Prob>F
PIB per capita	31,27	0,00	149,61	586,14	0,00	41,18	0,00
Renda domiciliar per capita	12,17	0,00	149,61	129,70	0,00	22,95	0,00
Produtividade da força de trabalho	36,69	0,00	164,67	425,19	0,00	9,317	0,00

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPEADATA.

(a) H0: modelo não tem viés de variáveis omitidas

(b) Considera-se a existência de multicolinearidade um problema sério se VIF>10.

(c) H0: os erros são homocedasticos (ausência de heterocedasticidade).

(d) H0: ausência de autocorrelação de primeira ordem.

O teste Reset (*Regression Specification Error Test*) foi utilizado para detectar variáveis omitidas e formas funcionais incorretas. O modelo pode estar mal especificado se existir alguma variável importante e que foi omitida, ou pode ser o caso de variáveis irrelevantes terem sido consideradas na análise de regressão. Outra forma de inadequação pode ocorrer quando a forma funcional está incorreta ou se ela viola os pressupostos básicos do modelo de regressão clássico. De acordo com os resultados apresentados pela tabela 1, rejeitou-se a hipótese nula de não existência de variáveis omitidas para as três diferentes especificações. Isso significa que o modelo pode ser melhorado pela inclusão de outras variáveis de controle.

O problema da multicolinearidade surge quando as variáveis de controle do modelo tendem a apresentar um padrão de comportamento em que elas se movem sistematicamente para a mesma direção. Quando isso ocorre, não há garantias de que os dados sejam capazes de corroborar os pressupostos de um modelo teórico e, tampouco, existe a possibilidade de isolar as relações ou os efeitos dos parâmetros econômicos de interesse. Para a detecção desse problema, foi empregado o teste FIV (Fator de Inflação de Variância) em que os valores acima de dez indicam a evidência de uma forte multicolinearidade. Portanto, observou-se que nas três especificações a

multicolinearidade pode ser considerada um problema sério. Por esse motivo, as estimativas de MQO podem estar sujeitas a uma grande variabilidade amostral e deixam de ser confiáveis. Desde modo, justifica-se o emprego do modelo de defasagem distribuída de Almon, ou modelo de defasagem distribuída polinomialmente que reduz os efeitos da colinearidade entre as variáveis explicativas do modelo.

Na análise empírica, admite-se que a variância dos erros gerados pela estimação do modelo seja constante. Quando isso acontece, admite-se o pressuposto da homocedasticidade. Contudo, quando essa hipótese é desobedecida, a variância dos erros deixa de ser constante e ocorre a heterocedasticidade. Neste trabalho, utilizou-se o teste de Wald para observar que nas três especificações os resultados obtidos apontaram para a rejeição da hipótese nula de que os erros são homocedásticos. Neste contexto, os erros padrão das estimativas são incorretos e, consequentemente, os intervalos de confiança e testes de hipótese que utilizam esses erros padrão podem ser mal conduzidos.

Logo, serão utilizados dois diferentes métodos para considerar o problema da heterocedaticidade na análise de regressão: a) Modelo de Almon com o estimador de White (erros-padrão robustos): estima os parâmetros do modelo com correção para os valores dos erros-padrão; b) Modelo de Almon autoregressivo com heterocedasticidade condicional: corrige o viés causado pela heterocedasticidade.

A última hipótese a ser testada é a de autocorrelação. O problema surge quando o valor do termo de erro atual depende do valor do termo de erro passado. Isso significa que existe uma dependência temporal dos valores sucessivos dos erros. O teste usado para identificar se há ou não autocorrelação na amostra de dados foi o teste de Wooldrige. Por meio dos resultados apresentados na tabela 1, verificou-se a rejeição da hipótese nula de que o modelo apresenta dados com ausência de autocorrelação para as três especificações da equação 15. Assim, com o intuito de contornar o problema da autocorrelação, foi empregado neste trabalho o modelo de Almon estimado por mínimos quadrados autoregressivos.

Considerando os resultados fornecidos pelos testes estatísticos, foram utilizados quatro diferentes métodos de estimação envolvendo o modelo de Almon para analisar a robustez dos parâmetros estimados: (i) Modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (Almon MQO); (ii) Modelo de Almon com erros-padrão robustos (Almon Robusto); (iii) Modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados

Autoregressivos (Almon MQAR); e (iv) Modelo de Almon autoregressivo com heterocedasticidade condicional (Almon ARHC).

6.2 A dinâmica do produto interno bruto per capita e a acumulação de capital humano

A tabela 2 do anexo apresenta os resultados das estimativas da equação 15 e que considerou o produto interno bruto per capita como variável dependente. Considerando a ordem dos resultados apresentados pela coluna da esquerda para a direita, pode-se observar os resultados fornecidos pelas estimativas dos modelos de Almon MQO, Almon Robusto, Almon MQAR e Almon ARHC, respectivamente.

Ao comparar os resultados, foi possível perceber que as estimativas fornecidas pelo modelo de Almon ARCH apresentaram os resultados mais robustos, visto que apenas um dos parâmetros para a medida de capital humano não foi estatisticamente significativo (coeficiente da 13ª defasagem).

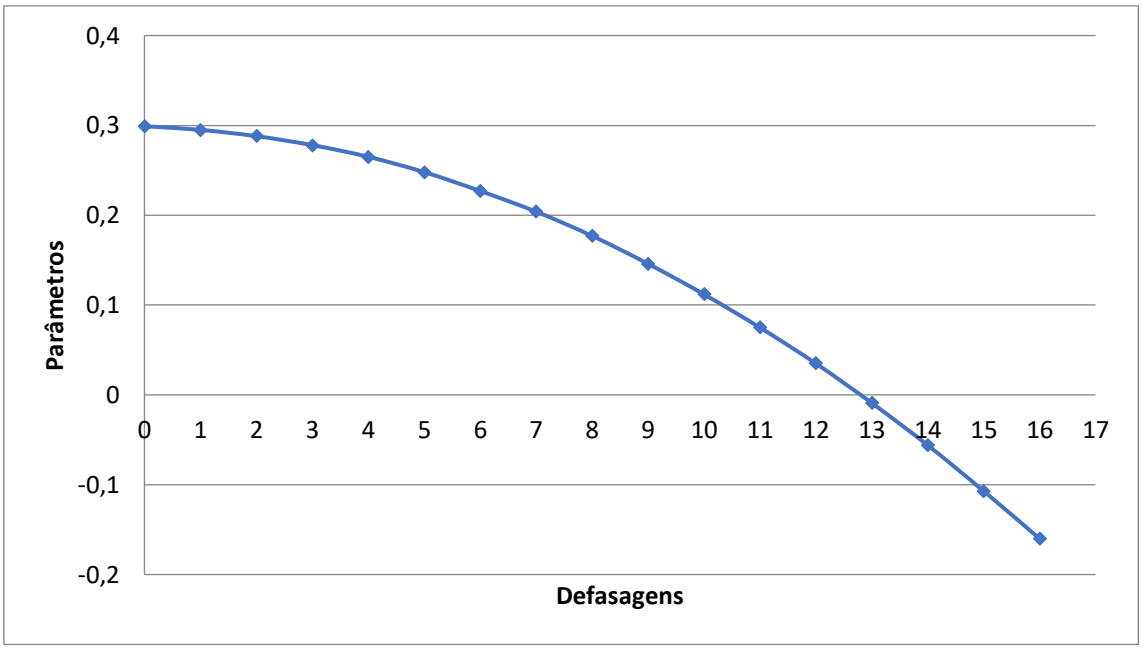
Portanto, considerando os resultados fornecidos pelo modelo de Almon ARCH, verificou-se que o coeficiente de determinação (R^2) do modelo foi de 0,8513, ou seja, 85,13% das variações no logaritmo do PIB per capita foram explicadas pelas variáveis do modelo. Assim, nota-se que o modelo de defasagem apresenta um alto poder explicativo da medida de crescimento econômico.

Para entender como as variáveis se comportam nessa interação, construiu-se um gráfico que plota os valores dos parâmetros estimados para a variável de capital humano no eixo vertical em relação ao seu período de defasagem. Assim, de acordo com a figura 2, a maior contribuição do capital humano ocorre no curto prazo. Nota-se que o efeito do capital humano é superior para os períodos próximos ao tempo *t* (defasagens menores). Contudo, à medida que nos distanciamos do tempo *t*, o impacto do capital humano sobre o PIB per capita apresenta uma trajetória decrescente. Nota-se que a contribuição do capital humano cai para um valor próximo de zero (0,035) até torna-se negativo a partir da 13ª defasagem (-0,009).

Ao considerarmos o valor do parâmetro β_2 que estima a variação percentual do PIB per capita no tempo t provocada por mudanças percentuais no capital humano no mesmo período de tempo t, constatou-se que o aumento de 1% na média de anos de estudo provocou na média um aumento de 0,299% no PIB per capita. Ao considerar o efeito percentual do capital humano inerente ao período t-1, fornecido pelo parâmetro

β_3, verificou-se que um aumento de 1% na média de anos de estudo provocou na média um impacto positivo de 0,295% no PIB per capita.

Figura 2 – A relação entre produto e anos de estudo ao longo do tempo (Almon ARHC)



Fonte: Elaboração Própria

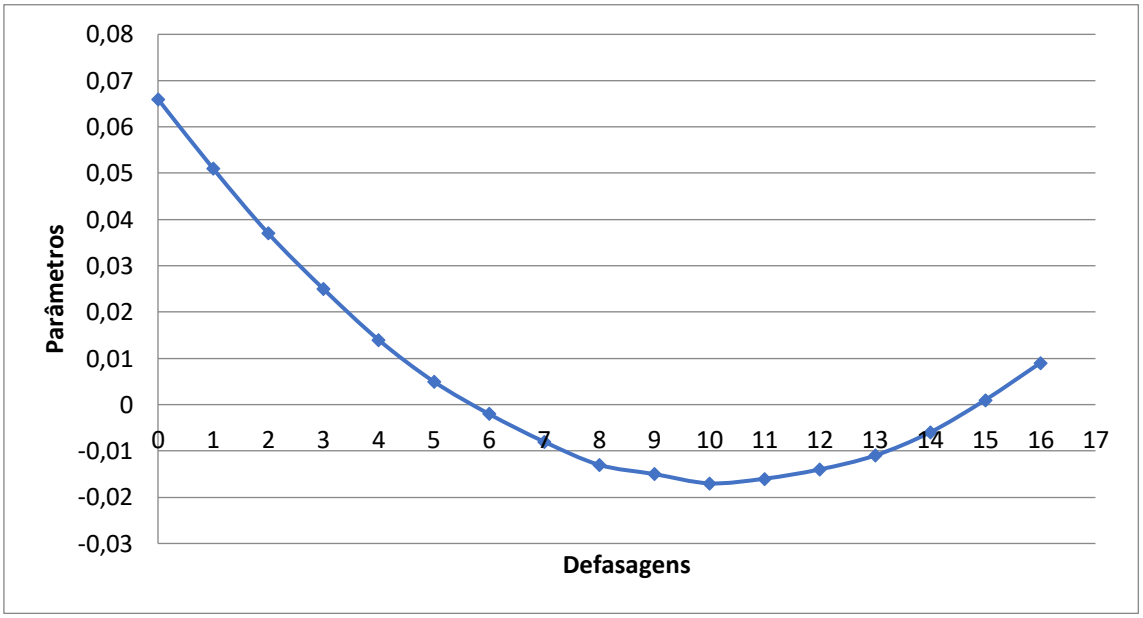
A figura 3 apresenta a relação entre o PIB per capita e a medida de capital físico. No geral, os coeficientes para medida de consumo de energia industrial per capita foram estatisticamente significativos, com exceção dos parâmetros associados às variáveis defasadas em cinco (*t-5*), seis (*t-6*), quinze (*t-15*) e dezesseis anos (*t-16*).

O comportamento da interação entre essas variáveis apresenta o formato de uma parábola com concavidade voltada para cima. Percebe-se que a contribuição do capital físico é superior para os períodos próximos ao tempo *t* (defasagens menores). Contudo, o efeito vai diminuindo até tornar-se negativo (-0,002) quando se considerou o valor do parâmetro associado à medida defasada em seis anos (*t-6*). Após essa inflexão, a contribuição do capital físico cai ainda mais até atingir o seu ponto de mínimo (-0,017) ao considerar dez defasagens (*t-10*). Após o ponto de mínimo, o efeito do capital físico começa a aumentar, voltando a ser positivo (0,001) ao considerar o coeficiente associado a variável defasada em 15 anos (t-15)

Como a especificação do modelo é log-log, a interpretação continua como fizemos anteriormente. Ao analisarmos o valor do parâmetro β_{19} que estima a variação

percentual do PIB per capita no tempo *t* provocada por mudanças percentuais no capital físico no mesmo período de tempo *t*, verificou-se que o aumento de 1% no consumo de energia industrial per capita provocou na média um aumento de 0,066% no PIB per capita. Por sua vez, ao considerar o β_{20} que associa a variação percentual do produto ao capital físico defasado em um ano, observou-se que o aumento de 1% no consumo de energia elétrica industrial per capita, provocou na média um aumento de 0,051% no PIB per capita.

Figura 3 – A relação entre produto e o consumo de energia industrial ao longo do tempo (Almon ARHC)



Fonte: Elaboração própria

6.3 A dinâmica da renda domiciliar per capita e a acumulação de capital humano

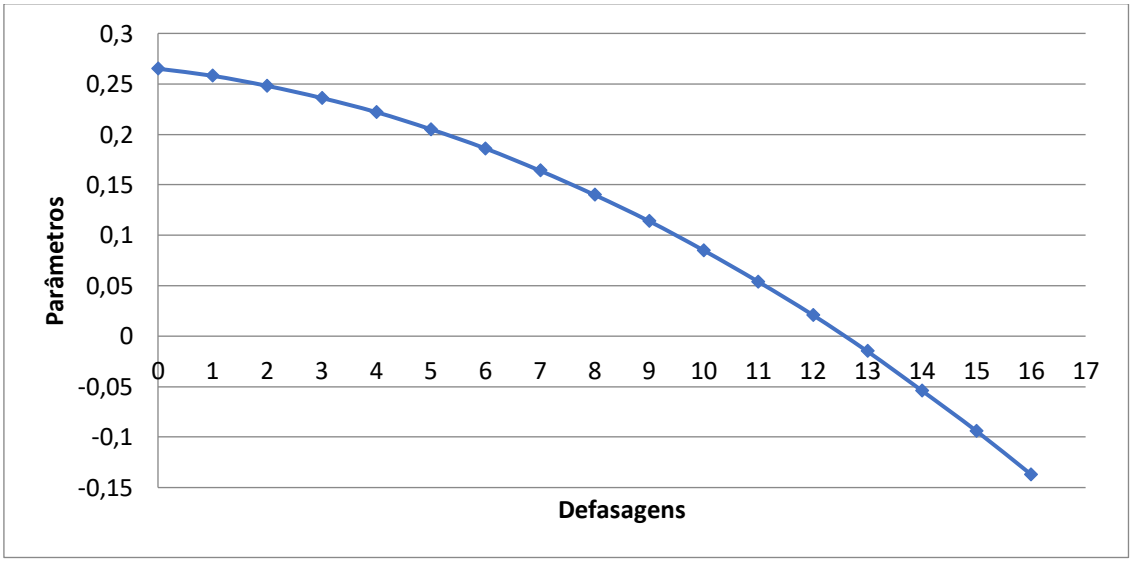
Com a intenção de analisar o comportamento da renda domiciliar per capita em relação a medida de capital humano, foram empregados os resultados fornecidos pela estimativa do modelo de Almon ARHC e que estão disponíveis na tabela 3, visto que os coeficientes obtidos foram mais robustos em termos de significância estatística.

O poder explicativo representado pelo R^2 (Coeficiente de Determinação) foi ligeiramente inferior ao resultado obtido quando se empregou a medida do produto interno bruto como variável dependente. Ao considerar a renda per capita o R^2 foi de 0,8310 para o modelo de Almon ARHC. Portanto, 83,10% das variações no logaritmo da renda foram explicadas pelas variáveis explicativas do modelo. Nessa regressão,

todos os coeficientes inerentes à medida de capital humano foram estatisticamente significativos e apresentaram valores com sinais positivos, conforme o esperado.

Para entender como a relação entre renda e capital humano se comporta ao longo do tempo, também foi construído um gráfico que plota os valores dos parâmetros estimados no eixo vertical e os seus respectivos períodos de defasagem no eixo horizontal. A figura 4 fornece os resultados das estimativas e percebe-se que o comportamento da renda domiciliar per capita em relação ao capital humano é similar a dinâmica do produto observada na subseção anterior. Isso significa que a contribuição do capital humano para a expansão da renda é superior no curto prazo, sendo que o seu efeito diminui gradualmente à medida que nos distanciamos do tempo t. Não obstante, o impacto do capital humano diminui até torna-se negativo a partir da variável defasada em treze anos (*t-13*). Porém, a diferença é que o efeito do capital humano sobre a renda é ligeiramente inferior se compararmos às estimativas que introduziu o produto interno bruto como variável dependente.

Figura 4 – A relação entre renda e anos de estudo ao longo do tempo (Almon ARHC)

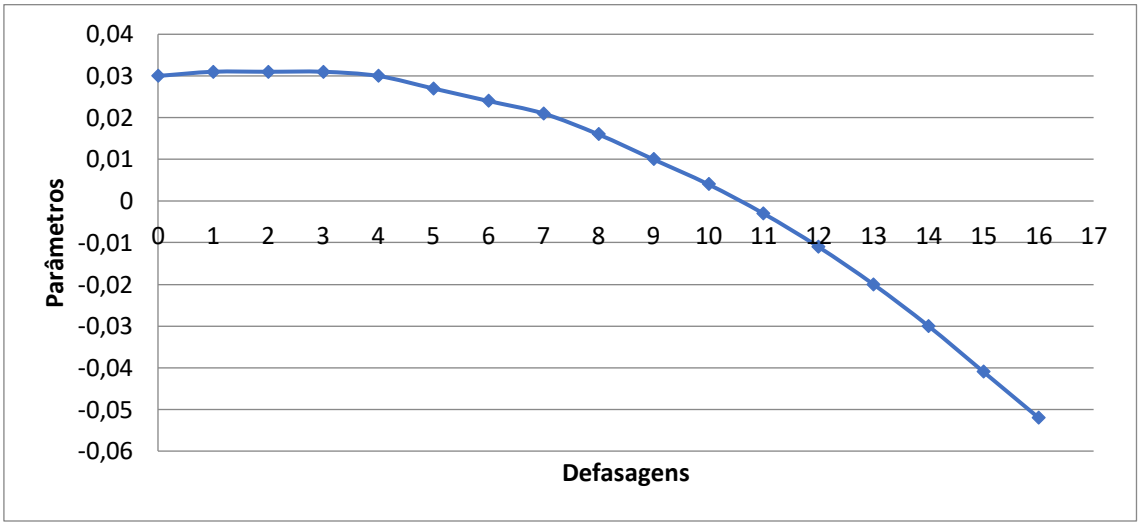


Fonte: Elaboração Própria

Ao analisarmos a contribuição de variações no capital humano no tempo t sobre a expansão percentual da renda domiciliar no mesmo período de tempo t, conclui-se que o aumento de 1% na média de anos de estudo da população no tempo t provocou um aumento de 0,265% na renda domiciliar per capita no mesmo período t. Com um ano de defasagem (*t-1*), observou-se que a expansão de 1% na média de anos de estudo levou ao aumento de 0,258% na renda domiciliar per capita.

No que diz respeito à relação entre capital físico e renda domiciliar per capita, observou-se um padrão diferente daquele observado para a associação entre capital físico e o produto. A figura 5 mostra que o efeito do capital físico permanece relativamente constante nos períodos *t*, *t-1*, *t-2* e *t-3* para em seguida apresentar uma trajetória decrescente até torna-se negativo em *t-11*. Ao considerar essa relação no tempo t, verificou-se que o aumento de 1% no consumo de energia industrial per capital causou um aumento de 0,3% na renda domiciliar per capita.

Figura 5 – A relação entre renda domiciliar e o consumo de energia industrial ao longo do tempo (Almon ARHC)



Fonte: Elaboração Própria

6.4 A dinâmica da produtividade da força de trabalho e a acumulação de capital humano

A tabela 4 apresenta os resultados da análise de regressão e que considerou a produtividade da força de trabalho como variável dependente para os quatro métodos de estimação da equação 15. Novamente, a ênfase da análise foi direcionada para os resultados fornecidos pelo modelo de Almon autoregressivo com heterocedasticidade condicional (ARHC), devido à significância estatística dos parâmetros.

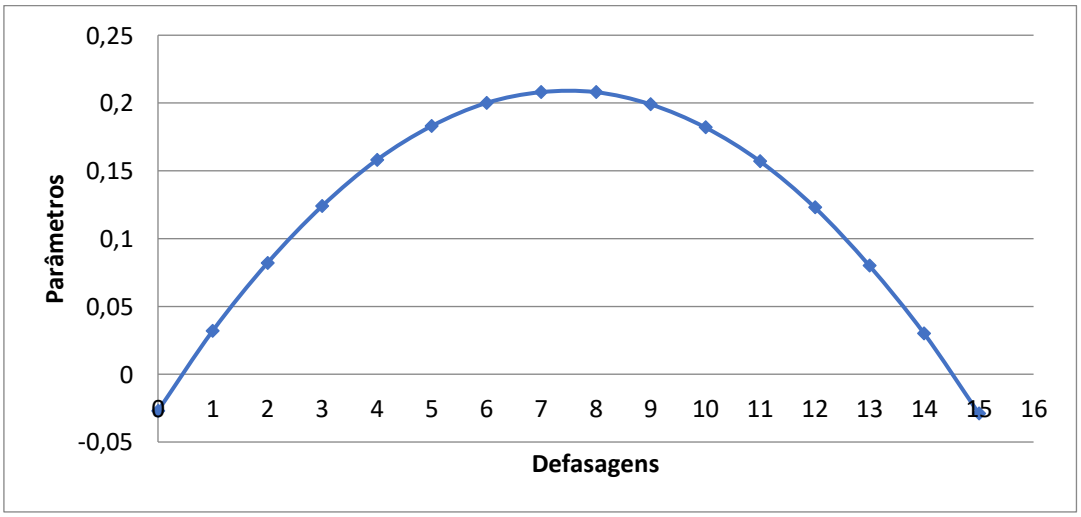
Incialmente verificou-se que o modelo que incorporou a produtividade da força de trabalho foi aquele que apresentou o maior coeficiente de determinação (R^2) em relação ao conjunto de regressões apresentadas anteriormente. Neste caso, constatou-se que 90,70% das variações no logaritmo da produtividade foram explicadas pelas variáveis do modelo.

Em se tratando dos coeficientes inerentes a medida de capital humano, apenas as variáveis relacionadas aos períodos de tempo *t*, *t-1* e *t-15* foram estatisticamente insignificantes. Por sua vez, a figura 6 apresenta o padrão de efeito do capital humano sobre a produtividade da força de trabalho ao longo do tempo. Diferentemente dos casos anteriores, observou-se que os valores dos coeficientes assumiram o formato de "U invertido" ou de uma parábola com concavidade voltada para baixo.

Os resultados alcançados sugerem que no curto prazo a contribuição do capital humano para o aumento da produtividade é quase desprezível. Entretanto, a medida que nos afastamos do período *t*, mais especificamente, a partir do período *t-2*, percebe-se que o efeito do capital humano aumenta de proporção até atingir o seu ponto de máximo impacto quando observamos a defasagem de 7 (*t-7*) e 8 anos (*t-8*) do período t. Nesses pontos, os coeficientes assumiram igualmente o valor de 0,208. Isso significa que o aumento de 1% na média de anos de estudo provocou na média um aumento de 0,208% na produtividade da força de trabalho.

A partir dos períodos *t-7 e t-8*, o efeito do capital humano decresce até atingir um valor negativo para a defasagem de 15 anos (*t-15*). Portanto, estes resultados constituem em uma evidência de que mudanças nos níveis de produtividade da economia brasileira passam por reformas de médio e de longo prazo no sistema educacional brasileiro. Mais especificamente, mudanças no nível educacional da população brasileira só irão gerar resultados máximos em termos de aumento da produtividade do trabalho após 7 anos de maturação do investimento em capital humano realizado no país.

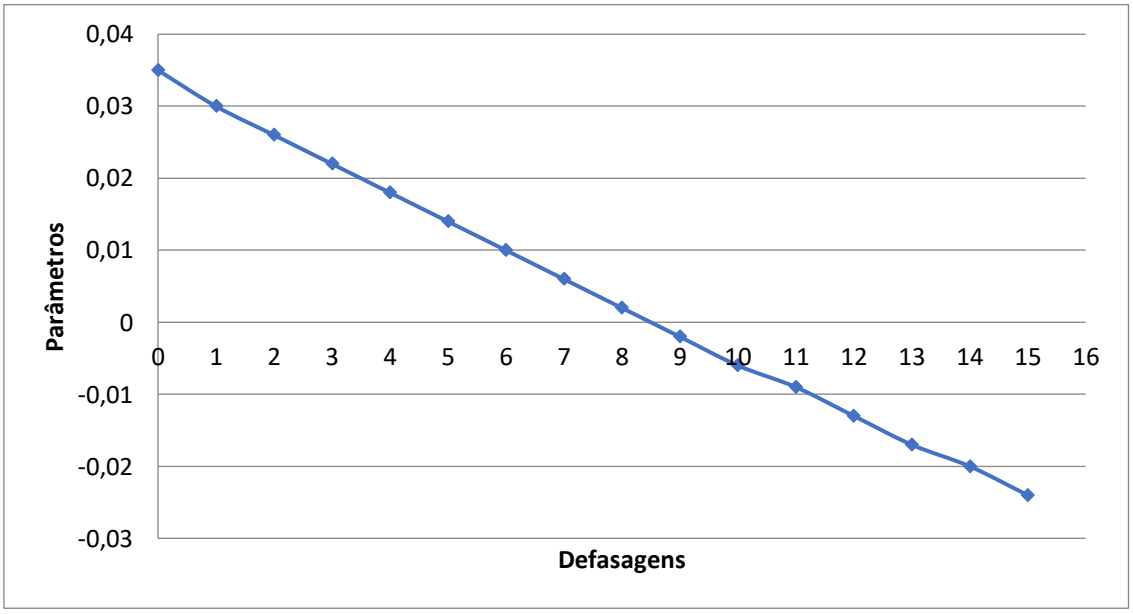
Figura 6 – A relação entre produtividade da força de trabalho e anos de estudo ao longo do tempo (Almon ARHC)



Fonte: Elaboração Própria

No que diz respeito aos ganhos de produtividade que poderiam ser decorrentes do investimento em capital físico, a figura 7 mostra que os parâmetros assumiram valores que permitem traçar uma relação linear e negativa para essas duas variáveis. Portanto, a acumulação de capital físico exerce um maior efeito no curto prazo, sendo que a sua contribuição diminui gradualmente a medida que nos distanciamos do tempo *t*. Então, ao considerarmos o impacto do investimento do capital físico no tempo t sobre a produtividade do trabalho no tempo t, observou-se que o aumento de 1% no consumo de energia elétrica industrial per capita no tempo *t* provocou na média um aumento de 0,035% na produtividade da força de trabalho.

Figura 7 – A relação entre produtividade da força de trabalho e o consumo de energia industrial ao longo do tempo (Almon ARHC)



Fonte: Elaboração Própria

7. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES FINAIS

Neste trabalho, procurou-se analisar empiricamente a relação entre indicadores de formação de capital humano e o crescimento econômico nos estados brasileiros entre os anos de 1981 a 2014, com base no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) com defasagens distribuídas.

Inicialmente, foram realizados testes estatísticos para a detecção de alguns problemas que poderiam surgir na amostra analisada, tais como: multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Tendo isso em vista, foram definidos quatro métodos de estimação da equação básica de crescimento e que foi definida nesta pesquisa: (i) Modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (Almon MQO); (ii) Modelo de Almon com erros-padrão robustos (Almon Robusto); (iii) Modelo de Almon estimado por Mínimos Quadrados Autoregressivos (Almon MQAR); e (iv) Modelo de Almon autoregressivo com heterocedasticidade condicional (Almon ARHC). Neste estudo, a análise empírica enfatizou os resultados fornecidos pelo Modelo de Almon ARHC, devido ao critério de maior robustez do modelo em termos de significância estatística dos parâmetros.

No que diz respeito à dinâmica de comportamento do produto e da renda domiciliar em relação ao capital humano, os resultados fornecidos por esta pesquisa sinalizaram que o investimento em processos formais de educação e que levam a aumentar o nível de escolaridade da população brasileira tende a gerar maiores mudanças no curto prazo (período próximo ao tempo de análise *t*). Entretanto, à medida que nos distanciamos do tempo *t*, o efeito da acumulação de capital humano sobre o PIB per capita e a renda domiciliar per capita diminui gradualmente até atingir um valor insignificante quando consideramos um horizonte de tempo de 12 e 13 anos passados.

É importante notar que essa evidência contraria o pressuposto inicial de que o impacto do investimento em capital humano leva algum tempo para gerar resultados em termos de expansão do produto e da renda. Portanto, a questão fundamental passar a ser a explicação do motivo da análise empírica desenvolvida neste trabalho ter apontado que a contribuição do capital humano é superior na perspectiva temporal de curto prazo. Seria este resultado razoável do ponto de vista econômico? Será que no caso brasileiro existem aspectos particulares e que estejam dando diferentes contornos para o

estabelecimento da relação entre investimento em capital humano e expansão do produto e da renda?

A maior contribuição do capital humano no horizonte de curto prazo poderia ser explicada pela estrutura do mercado de trabalho brasileiro. No geral, o país tem apresentado grandes oscilações na oferta de trabalho. Além disso, as vagas disponíveis exigem baixa qualificação do trabalhador no geral e, portanto, correspondem a vagas de trabalho que não passam por grandes transformações em termos de adaptação/inovação tecnológica e ganhos de produtividade. Nessa perspectiva, a consecução de metas educacionais como, por exemplo, o término do ensino médio ou a realização de cursos técnicos, desempenharia apenas o papel de conceder um credenciamento/sinal para a inserção no mercado de trabalho. Portanto, acredita-se que nessas circunstâncias, o indivíduo teria uma melhoria do seu rendimento salarial apenas no curto prazo, devido a grande disponibilidade de trabalhadores no mercado e pelo fato da função desempenhada não exigir o desenvolvimento de habilidades especificas. Assim, esse trabalhador não teria melhores expectativas de retorno salarial no médio/longo prazo, devido à facilidade de realocar e empregar outro indivíduo para desempenhar a mesma função.

Outra questão poderia estar relacionada ao processo de desindustrialização da economia brasileira e a iminente redução dos postos de trabalho que exige maior qualificação e capacidade de adaptação frente às mudanças das estruturas gerenciais e das inovações tecnológicas. Na perspectiva macroeconômica, o investimento agregado em educação acarretaria em resultados mais modestos em termos de ganhos de produtividade e de rendimento salarial no médio e longo prazo, pois as capacidades exigidas para desempenhar determinadas tarefas rotineiras exigiriam pouco conhecimento e treinamento por parte da força de trabalho.

Mas diferentemente, os ganhos de produtividade da economia brasileira respondem de maneira mais efetiva a mudanças nos níveis de educação ao considerar uma perspectiva de médio/longo prazo. Isso significa que os impactos do capital humano apresentam um efeito de retardamento ou de defasagem. De acordo com os resultados obtidos pela análise de regressão, observou-se que os valores dos coeficientes que expressaram a relação entre a expansão percentual da produtividade e as mudanças percentuais em termos de alteração na média de anos de estudo, mostraram um padrão de comportamento na forma de “U invertido” ou de uma parábola com concavidade

voltada para baixo. Os resultados evidenciaram que a contribuição do capital humano para o aumento da produtividade é quase desprezível no curto prazo. Entretanto, à medida que nos afastamos do período *t*, mais especificamente, a partir do período *t-2*, percebe-se que o efeito do capital humano aumenta de proporção até atingir o seu ponto de máximo. Assim, foi possível predizer o período de 7 anos em que deveríamos retroceder para se observar o maior efeito da acumulação de capital humano sobre a expansão da produtividade da força de trabalho.

Apesar dessas evidências, os resultados fornecidos pelo presente trabalho devem ser analisados com cautela. Uma primeira advertência, diz respeito ao viés de variáveis omitidas ou de formas funcionais incorretas, conforme a evidência sinalizada pelo teste Reset. O ideal é que fossem consideradas no modelo básico outras variáveis de controle, além do capital físico, humano e as suas respectivas defasagens. Além disso, a amostra analisada não foi avaliada no que concerne à presença de *outliers* que poderiam estar viesando os resultados obtidos. O ideal seria adotar um critério para detectar e excluir essas informações.

Apesar disso, este estudo constituiu-se em um primeiro passo para se compreender o efeito do capital humano considerando que a acumulação deste insumo leva algum tempo para gerar ganhos econômicos a nível dos estados brasileiros. A contribuição do presente trabalho foi de apresentar os dados e um modelo de crescimento dinâmico (com defasagens distribuídas) para traçar políticas e estratégias visando melhorias nos indicadores de educação, haja vista que os processos formais de educação se constituem como fator chave para o desenvolvimento econômico.

Ao longo do trabalho todos os objetivos, geral e específicos, mesmo com algumas dificuldades, foram contemplados durante o trabalho. Mas fica a sugestão para trabalhos futuros de explanar melhor os modelos macroeconômicos que introduziram o capital humano na análise do crescimento, melhorar e refinar o banco de dados para que a análise seja ainda mais robusta. Trabalhar melhor a ideia das vias pelas quais o investimento em capital humano contribui para a expansão do produto de uma economia, com a intenção de sugerir e formalizar uma nova via.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, Carla Estefania; BAGOLIN, Izete Pengo; VIEIRA, Cilane da Rosa. Crescimento e Desenvolvimento Econômico no Brasil: uma análise comparativa entre o PIB per capita e os níveis educacionais. Análise, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 28-50, jan./jun. 2008.

Autonomia econômica, empoderamento e inserção das mulheres no mercado de trabalho. (2010). Revista do Observatório Brasil da Igualdade de Gênero, 112-113.

BARRO, R.; LEE, J. W. A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. Journal of Development Economics, Amsterdam, v. 104, p. 184-198, Sep. 2013.

CAF - banco de desenvolvimento da América Latina | CAF. (06 de março de 2017). Fonte: CAF Banco de Desenvolvimento da América Latina: https://www.caf.com/pt/presente/noticias/2017/03/o-papel-determinante-das-mulheres-no-desenvolvimento-economico-da-america-latina/

CANGUSSU, R.C.; NAKABASHI, L.; SALVATO, M. A. Uma análise do capital humano sobre o nível de renda dos estados brasileiros: MRW versus Mincer. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 40, p. 153-183, jan./mar. 2010.

CHÁVEZ, Larissa Fabiana Gill; Qualidade do Capital Humano e Crescimento Economico nos Municipios Brasileiros Entre 2009 e 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Ciências Econômicas, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Ponta Porã, 2017.

DIAS, J.; DIAS, M. H. A.; LIMA F. F. de. Crescimento econômico e nível de escolaridade: teoria e estimativas dinâmicas em painel de dados. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005. Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia. Natal: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2005. p. 1-18.

GAMA, Victor Azambuja. Os efeitos da qualidade da educação sobre a acumulação de capital humano e o crescimento econômico no Brasil. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

HILL, R. C. GRIFFITHS, W. E. JUDGE, G. G. Econometria. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Número de unidades locais (unidades) industriais de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 fev. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS (INEP). Indicadores educacionais. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 16 fev. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEADATA). Dados regionais e sociais. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 16 jan. 2018.

MANKIW, G.; D. ROMER; D. WEIL. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics. v. 107, n. 429, p. 407-438, 1992.

Mês da Mulher - Mais Mulheres no mercado, Maior Crescimento Econômico. (13 de março de 2018). Fonte Viva a longevidade: https://www.vivaalongevidade.com.br/forum-da-longevidade/mais-mulheres-no-mercado-maior-crescimento-economico

NELSON, R.; PHELPS, E. Investiment in humans, technological diffusion and economic growth. American Economic Review, Washington, v. 56, n. 2, p. 69-75, Mar. 1966.

ROMER, David. Advanced macroeconomics. New York, McGraw-Hill, 3 ed. 2006.

SCHULTZ, T.W. Reflections on Investment in Man. Journal of Political Economy, University of Chicago Press, v. 70, 1962.

SCHULTZ, T.W. 1975. The Value of the Ability to Deal with Disequilibria. Journal of Economic Literature, American Economic Association, v. 13(3), p. 827-846, 1975.

SOLOW, Robert. A. Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics, Cambridge, v. 70, n. 1, p. 65-94, Feb. 1956.

THE CONFERENCE BOARD TOTAL ECONOMY DATABASE. Dados sobre a produtividade do trabalho para países. Disponível em: < https://www.conference-board.org/data/economydatabase/ >. Acesso em: 17 fev. 2018.

ANEXOS

Tabela 2 – Crescimento do produto, capital humano e capital físico.

	ALMON-MQO	ALMON-Robusto	ALMON-MQAR	ALMON-ARHC
Anos de Estudo no período presente	0.470*	0.418*	0.037	0.299*
	(0.085)	(0.087)	(0.079)	(0.041)
Anos de Estudo com 1 def	0.416*	0.362*	0.050	0.295*
	(0.058)	(0.060)	(0.057)	(0.027)
Anos de Estudo com 2 def	0.364*	0.309*	0.062	0.288*
	(0.037)	(0.038)	(0.038)	(0.016)
Anos de Estudo com 3 def	0.315*	0.260*	0.072*	0.278*
	(0.025)	(0.026)	(0.024)	(0.009)
Anos de Estudo com 4 def	0.268*	0.216*	0.080*	0.265*
	(0.026)	(0.027)	(0.019)	(0.011)
Anos de Estudo com 5 def	0.225*	0.175*	0.087*	0.248*
	(0.034)	(0.035)	(0.022)	(0.016)
Anos de Estudo com 6 def	0.184*	0.139*	0.092*	0.227*
	(0.041)	(0.042)	(0.028)	(0.020)
Anos de Estudo com 7 def	0.146*	0.106**	0.096*	0.204*
	(0.045)	(0.047)	(0.033)	(0.023)
Anos de Estudo com 8 def	0.110**	0.078	0.098*	0.177*
	(0.047)	(0.048)	(0.036)	(0.024)
Anos de Estudo com 9 def	0.077***	0.054	0.099*	0.146*
	(0.045)	(0.046)	(0.036)	(0.023)
Anos de Estudo com 10 def	0.047	0.034	0.098*	0.112*
	(0.039)	(0.041)	(0.034)	(0.020)
Anos de Estudo com 11 def	0.020	0.018	0.096*	0.075*
	(0.031)	(0.032)	(0.030)	(0.015)
Anos de Estudo com 12 def	-0.005	0.006	0.092*	0.035*
	(0.022)	(0.023)	(0.025)	(0.010)
Anos de Estudo com 13 def	-0.027	-0.002	0.086*	-0.009
	(0.019)	(0.020)	(0.021)	(0.007)
Anos de Estudo com 14 def	-0.046	-0.006	0.079*	-0.056*
	(0.032)	(0.033)	(0.025)	(0.015)
Anos de Estudo com 15 def	-0.062	-0.005	0.071***	-0.107*
	(0.054)	(0.056)	(0.036)	(0.026)
Anos de Estudo com 16 def	-0.076	-0.001	0.060	-0.160*
	(0.081)	(0.084)	(0.054)	(0.041)
Consumo de energia (ind)	0.039**	0.050*	0.036*	0.066*
	(0.017)	(0.017)	(0.012)	(0.007)
Consumo de energia	0.036*	0.043*	0.031*	0.051*

com 1 def				
	(0.011)	(0.012)	(0.009)	(0.004)
Consumo de energia com 2 def	0.032*	0.036*	0.025*	0.037*
	(0.007)	(0.007)	(0.006)	(0.002)
Consumo de energia com 3 def	0.028*	0.030*	0.021*	0.025*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 4 def	0.024*	0.024*	0.016*	0.014*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 5 def	0.020*	0.018*	0.011**	0.005
	(0.006)	(0.006)	(0.004)	(0.003)
Consumo de energia com 6 def	0.015**	0.013***	0.007	-0.002
	(0.007)	(0.007)	(0.005)	(0.004)
Consumo de energia com 7 def	0.011	0.008	0.003	-0.008***
	(0.008)	(0.008)	(0.006)	(0.004)
Consumo de energia com 8 def	0.006	0.003	-0.001	-0.013*
	(0.009)	(0.009)	(0.006)	(0.004)
Consumo de energia com 9 def	0.002	-0.002	-0.005	-0.015*
	(0.008)	(0.009)	(0.006)	(0.004)
Consumo de energia com 10 def	-0.003	-0.006	-0.009***	-0.017*
	(0.007)	(0.008)	(0.005)	(0.003)
Consumo de energia com 11 def	-0.008	-0.009	-0.013*	-0.016*
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 12 def	-0.013*	-0.013*	-0.016*	-0.014*
	(0.004)	(0.005)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 13 def	-0.018*	-0.016*	-0.019*	-0.011*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 14 def	-0.023*	-0.019*	-0.022*	-0.006***
	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 15 def	-0.028*	-0.022**	-0.025*	0.001
	(0.010)	(0.010)	(0.009)	(0.006)
Consumo de energia com 16 def	-0.034**	-0.024	-0.028**	0.009
	(0.015)	(0.016)	(0.012)	(0.008)
Constante	5.204*	5.729*	7.238*	5.500*
	(0.159)	(0.164)	(0.198)	(0.061)
N	290	290	290	290

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPEADATA.
Nota:*** significante a 10%; ** significante a 5%; * significante a 1%.

Tabela 3 – Crescimento da renda domicilar, capital humano e capital físico.

	ALMON - MQO	ALMON - Robusto	ALMON - MQAR	ALMON - ARHC
Anos de Estudo no período presente	0.525*	0.429*	0.481*	0.265*
	(0.068)	(0.073)	(0.074)	(0.025)
Anos de Estudo com 1 def	0.444*	0.355*	0.379*	0.258*
	(0.047)	(0.050)	(0.053)	(0.017)
Anos de Estudo com 2 def	0.369*	0.289*	0.287*	0.248*
	(0.030)	(0.032)	(0.035)	(0.012)
Anos de Estudo com 3 def	0.300*	0.228*	0.206*	0.236*
	(0.020)	(0.022)	(0.022)	(0.009)
Anos de Estudo com 4 def	0.237*	0.175*	0.135*	0.222*
	(0.021)	(0.023)	(0.018)	(0.009)
Anos de Estudo com 5 def	0.179*	0.128*	0.074*	0.205*
	(0.027)	(0.029)	(0.021)	(0.011)
Anos de Estudo com 6 def	0.127*	0.088**	0.024	0.186*
	(0.033)	(0.035)	(0.027)	(0.013)
Anos de Estudo com 7 def	0.080**	0.055	-0.015	0.164*
	(0.036)	(0.039)	(0.032)	(0.014)
Anos de Estudo com 8 def	0.040	0.028	-0.044	0.140*
	(0.037)	(0.040)	(0.034)	(0.014)
Anos de Estudo com 9 def	0.005	0.008	-0.063***	0.114*
	(0.036)	(0.039)	(0.034)	(0.014)
Anos de Estudo com 10 def	-0.024	-0.006	-0.071**	0.085*
	(0.032)	(0.034)	(0.032)	(0.012)
Anos de Estudo com 11 def	-0.048***	-0.013	-0.069**	0.054*
	(0.025)	(0.027)	(0.028)	(0.010)
Anos de Estudo com 12 def	-0.066*	-0.013	-0.056**	0.021*
	(0.018)	(0.019)	(0.023)	(0.007)
Anos de Estudo com 13 def	-0.078*	-0.007	-0.033***	-0.015**
	(0.016)	(0.017)	(0.020)	(0.007)
Anos de Estudo com 14 def	-0.084*	0.006	0.001	-0.054*
	(0.026)	(0.028)	(0.023)	(0.011)
Anos de Estudo com 15 def	-0.085***	0.026	0.045	-0.094*
	(0.043)	(0.047)	(0.035)	(0.018)
Anos de Estudo com 16 def	-0.079	0.053	0.099***	-0.137*
	(0.065)	(0.070)	(0.052)	(0.026)
Consumo de energia (ind)	0.027**	0.034**	0.005	0.030*
	(0.013)	(0.014)	(0.011)	(0.005)
Consumo de energia	0.027*	0.034*	0.008	0.031*

com 1 def				
	(0.009)	(0.010)	(0.008)	(0.003)
Consumo de energia com 2 def	0.026*	0.034*	0.011**	0.031*
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 3 def	0.024*	0.032*	0.012*	0.031*
	(0.003)	(0.004)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 4 def	0.022*	0.030*	0.013*	0.030*
	(0.003)	(0.004)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 5 def	0.020*	0.027*	0.013*	0.027*
	(0.005)	(0.005)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 6 def	0.017*	0.023*	0.012**	0.024*
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 7 def	0.013**	0.019*	0.011***	0.021*
	(0.007)	(0.007)	(0.005)	(0.003)
Consumo de energia com 8 def	0.009	0.013***	0.008	0.016*
	(0.007)	(0.007)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 9 def	0.004	0.007	0.004	0.010*
	(0.007)	(0.007)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 10 def	-0.001	0.000	0.000	0.004***
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 11 def	-0.007	-0.008	-0.005	-0.003**
	(0.005)	(0.005)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 12 def	-0.014*	-0.016*	-0.011*	-0.011*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 13 def	-0.021*	-0.026*	-0.018*	-0.020*
	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 14 def	-0.029*	-0.036*	-0.026*	-0.030*
	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.002)
Consumo de energia com 15 def	-0.037*	-0.047*	-0.034*	-0.041*
	(0.008)	(0.009)	(0.008)	(0.004)
Consumo de energia com 16 def	-0.046*	-0.059*	-0.044*	-0.052*
	(0.012)	(0.013)	(0.011)	(0.005)
Constante	3.099*	3.301*	3.926*	3.206*
	(0.128)	(0.137)	(0.131)	(0.056)
N	290	290	290	290

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPEADATA.
Nota:*** significante a 10%; ** significante a 5%; * significante a 1%.

Tabela 4 – Crescimento da produtividade da força de trabalho, capital humano e capital físico.

	ALMON_MQO	ALMON_Robusto	ALMON_MQAR	ALMON_ARHC
Anos de Estudo no período presente	0.002	-0.041	-0.364*	-0.027
	(0.068)	(0.071)	(0.079)	(0.032)
Anos de Estudo com 1 def	0.048	0.002	-0.229*	0.032
	(0.045)	(0.047)	(0.054)	(0.022)
Anos de Estudo com 2 def	0.087*	0.040	-0.111*	0.082*
	(0.028)	(0.029)	(0.034)	(0.013)
Anos de Estudo com 3 def	0.120*	0.073*	-0.009	0.124*
	(0.020)	(0.021)	(0.021)	(0.008)
Anos de Estudo com 4 def	0.147*	0.101*	0.077*	0.158*
	(0.023)	(0.024)	(0.020)	(0.007)
Anos de Estudo com 5 def	0.167*	0.124*	0.146*	0.183*
	(0.029)	(0.031)	(0.026)	(0.010)
Anos de Estudo com 6 def	0.181*	0.142*	0.199*	0.200*
	(0.035)	(0.036)	(0.032)	(0.012)
Anos de Estudo com 7 def	0.189*	0.155*	0.236*	0.208*
	(0.037)	(0.039)	(0.036)	(0.014)
Anos de Estudo com 8 def	0.190*	0.164*	0.256*	0.208*
	(0.037)	(0.039)	(0.038)	(0.015)
Anos de Estudo com 9 def	0.185*	0.167*	0.260*	0.199*
	(0.034)	(0.036)	(0.036)	(0.014)
Anos de Estudo com 10 def	0.174*	0.165*	0.247*	0.182*
	(0.028)	(0.029)	(0.032)	(0.012)
Anos de Estudo com 11 def	0.156*	0.158*	0.219*	0.157*
	(0.020)	(0.021)	(0.026)	(0.009)
Anos de Estudo com 12 def	0.132*	0.146*	0.174*	0.123*
	(0.015)	(0.016)	(0.021)	(0.007)
Anos de Estudo com 13 def	0.101*	0.129*	0.112*	0.080*
	(0.024)	(0.025)	(0.024)	(0.007)
Anos de Estudo com 14 def	0.064	0.107**	0.035	0.030**
	(0.042)	(0.044)	(0.037)	(0.013)
Anos de Estudo com 15 def	0.021	0.081	-0.059	-0.029
	(0.065)	(0.069)	(0.057)	(0.021)
Anos de Estudo com 16 def	0.020	0.030**	0.016	0.035*
	(0.013)	(0.013)	(0.012)	(0.006)
Consumo de energia (ind)	0.020**	0.026*	0.015***	0.030*
	(0.008)	(0.009)	(0.009)	(0.004)
Consumo de energia com 1 def	0.019*	0.023*	0.014**	0.026*
	(0.005)	(0.005)	(0.006)	(0.002)

Consumo de energia com 2 def	0.018*	0.019*	0.013*	0.022*
	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 3 def	0.017*	0.016*	0.012*	0.018*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 4 def	0.015*	0.013**	0.010**	0.014*
	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 5 def	0.012**	0.009	0.008	0.010*
	(0.006)	(0.006)	(0.005)	(0.003)
Consumo de energia com 6 def	0.010	0.006	0.005	0.006**
	(0.007)	(0.007)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 7 def	0.006	0.003	0.003	0.002
	(0.007)	(0.007)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 8 def	0.003	-0.001	-0.000	-0.002
	(0.006)	(0.006)	(0.006)	(0.003)
Consumo de energia com 9 def	-0.002	-0.004	-0.003	-0.006**
	(0.005)	(0.005)	(0.005)	(0.002)
Consumo de energia com 10 def	-0.006***	-0.007***	-0.007	-0.009*
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.002)
Consumo de energia com 11 def	-0.011*	-0.011*	-0.011**	-0.013*
	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.001)
Consumo de energia com 12 def	-0.017*	-0.014*	-0.015*	-0.017*
	(0.004)	(0.005)	(0.006)	(0.002)
Consumo de energia com 13 def	-0.023*	-0.018**	-0.020**	-0.020*
	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.003)
Consumo de energia com 14 def	-0.029**	-0.021***	-0.024**	-0.024*
	(0.012)	(0.012)	(0.012)	(0.005)
Consumo de energia com 15 def	7.061*	7.519*	8.470*	7.163*
	(0.116)	(0.122)	(0.141)	(0.052)
N	290	290	290	290

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IPEADATA.
Nota:*** significante a 10%; ** significante a 5%; * significante a 1%.