INÊS LOPES DOS SANTOS NETA

O DIFERENCIAL NA FORMAÇÃO E DE CONTRIBUIÇÃO DO CAPITAL HUMANO SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO, PRODUTIVIDADE E RENDA FAMILIAR: uma análise empírica para os estados brasileiros de 1993 a 2014 com ênfase nos diferenciais entre a força de trabalho masculina e feminina.

Artigo apresentado à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Victor Azambuja Gama

Ponta Porã - MS
2022

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4

2. OS DIFERENCIAIS NAS CONDIÇÕES DE VIDA EM NÚMEROS 6

2.1 População 7

2.2 Renda e trabalho 8

2.3 Educação 13

2.4 Saúde 14

3. CAPITAL HUMANO, PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO ECONÔMICO 14

3.1 A importância do capital humano para o crescimento econômico 14

3.2 Modelos de crescimento econômico 16

3.2.1 Modelo de Solow 17

3.2.2 Modelo de Mankiw, Romer e Weil. 19

3.2.3 O modelo de Romer 21

4. DADOS, METODOLOGIA E ESTATISTICA DESCRITIVA 24

4.1 Dados 24

4.2 Metodologia 25

4.2.1 A relevância do “tempo” ou “defasagem” na análise econômica 27

4.2.2 Estimação de modelos com defasagens distribuídas. 28

4.2.1 Defasagens Distribuídas Polinomialmente (Modelo de Almon) 30

4.3 Estatísticas descritivas 31

5. RESULTADOS DA ANÁLISE EMPÍRICA 35

5.1 Crescimento do produto e acumulação de capital humano 36

5.2 Crescimento da renda domiciliar per capita e acumulação de capital humano 39

5.3 Crescimento da produtividade da força de trabalho e acumulação de capital humano 41

6. CONCLUSÕES 43

7. REFERÊNCIAS 47

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi analisar empiricamente a relação entre indicadores de formação de capital humano e o crescimento econômico nos estados brasileiros entre os anos de 1993 e 2014, com ênfase na distinção de formação e de contribuição da força de trabalho masculina e feminina. Para o desenvolvimento da análise empírica, foram elaboradas várias especificações inspiradas no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) com defasagens distribuídas, conforme a estrutura sugerida pelo modelo de defasagem distribuída de Almon ou modelo de defasagem distribuída polinomialmente. Tendo isso em vista, a análise de regressão consistiu em estimar o modelo de Almon por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com erros-padrão robustos. No geral, os resultados foram consistentes em captar os impactos do capital humano ao nível dos estados brasileiros. Basicamente, foram encontradas três evidências elementares: a) o aumento dos investimentos em processos formais de educação por parte da força de trabalho masculina e feminina, contribuem diretamente para a expansão do produto, da renda domiciliar per capita e da produtividade; b) uma maior contribuição do investimento em capital humano da força de trabalho feminina em detrimento da força de trabalho masculina; c) o impacto de variações no capital humano sobre a expansão do produto e da produtividade foi superior no curto prazo; d) a relação entre renda domiciliar per capita e o investimento em educação ao longo do tempo apresentou um formato de uma parábola com concavidade voltada para cima (formato de U).

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

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 de crescimento, 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 8,79% a.a. Já nas décadas subsequentes (80, 90, 2000 e 2010), o crescimento médio do produto foi de 3,02%, 1,75%, 3,39% e 1,44% a.a., respectivamente[1].

Nos últimos anos, o processo de esgotamento do crescimento econômico da economia brasileira ficou ainda mais evidente. A taxa de crescimento real do Produto Interno Bruto (PIB) caiu de 3% em 2013 para -3,55% e -3,25% em 2015 e 2016, respectivamente, recuperando-se para 1,31% em 2017 e permanecendo neste patamar até 2019 (IPEADATA, 2021). Portanto, percebe-se que o Brasil cresceu em um ritmo significativamente inferior nas últimas décadas. Por isso, identificar os fatores determinantes do desempenho da economia brasileira no longo prazo, constitui-se em um elemento essencial para se definir as políticas e estratégias elementares e 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 considerada 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 surgem ou são aprimoradas quando ocorre certo tipo 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, para a teoria do capital humano as aptidões adquiridas como resultado desse processo contribuem para o aumento da produtividade da força de trabalho e, por conseguinte, propiciam o incremento do produto de uma economia.

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

[1] Utilizou-se a variação real anual (% a.a.) do Produto Interno Bruto (PIB) a preços de mercado.

identificar algumas questões que suscitam maiores esclarecimentos. Um primeiro aspecto desconsiderado por estes estudos esteve relacionado ao aumento da qualificação e inserção da mulher no mercado de trabalho. É preciso considerar que os incentivos criados para a permanência dos jovens nas escolas, a melhoria das condições socioeconômicas das famílias e a retomada da atividade econômica, foram alguns dos principais elementos que estimularam o ingresso de mulheres no mercado de trabalho que até então não integravam a população economicamente ativa (ONU MULHERES, 2016).

Nas últimas três décadas, o mercado de trabalho no Brasil se ampliou vertiginosamente para as mulheres. Ao analisar a evolução das estatísticas apresentadas pelos Censos de 1980 e 2010, o percentual de mulheres ocupadas2 em relação ao total passou de 26% para 44% (ONU MULHERES, 2016). De acordo com Alvez (2013), ao analisar o comportamento das taxas de participação na população economicamente ativa (PEA)3 para homens e mulheres, entre 1950 e 2010, observou-se a redução das taxas masculinas, que decaíram de 80,8% para 67,1% no final do período. Por outro lado, a taxa de participação da mulher saltou de 13,6% em 1950 para 48,9% em 2010.

Outra realidade acerca dos diferenciais de formação do capital humano, reside na constatação de que a partir da década de 1990, verificou-se pela primeira vez um menor número de mulheres entre os analfabetos e o maior percentual de mulheres no ensino superior em comparação aos homens (SOARES, MELO E BANDEIRA, 2014). Outra evidência importante do melhor posicionamento da mulher em termos educacionais pode ser percebida ao analisar a média de anos de estudo. “Entre 2004 e 2014, as que detinham mais de 8 anos de estudo passaram de 48% para 64%, enquanto entre os homens os percentuais para o mesmo período evoluíram de 37% para 51% (TEIXEIRA, 2016).

Portanto, a contribuição e originalidade deste trabalho residem na abordagem e superação das seguintes questões: (i) as análises empíricas do crescimento com capital humano e que empregaram dados nacionais, não consideraram até o momento, os diferenciais de formação e de contribuição do capital humano fazendo a distinção entre a força de trabalho masculina e feminina; (ii) a literatura empírica nacional admitiu a hipótese de que uma alteração no nível de acumulação de capital humano em um determinado ano só é capaz de afetar o produto nacional no mesmo ano considerado como, por exemplo: Gonçalves, Seabra e Teixeira (1998), Souza (1999), 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).

---

[2] Indica o percentual de mulheres em idade ativa que se encontram ocupadas.

[3] “Número de pessoas consideradas ‘ativas’ no mercado de trabalho, grupo que inclui todas aquelas com 10 anos ou mais de idade que estavam procurando ocupação ou trabalhando na semana de referência da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad/IBGE), estimado a partir dos microdados da pesquisa” É importante mencionar que essa taxa de participação está associada ao indicador de taxa de atividade (IBGE, 2019).

Assim, no presente estudo admite-se que o impacto do investimento em capital humano pode assumir diferente magnitude entre a amostra masculina e feminina, além de levar algum tempo para gerar resultados em termos de aumento da produtividade e, consequentemente, na 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 (HILL, GRIFFITHS E JUDGE, 2003).

Tendo em vista esses pressupostos teóricos, 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. Empregando dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA) para os anos de 1993 a 2014, a ideia consistiu em analisar a relação entre o crescimento econômico e indicadores de educação, considerando a amostra de força de trabalho masculina e feminina, e a hipótese de que o investimento neste tipo de capital leva algum tempo para maturar e, consequentemente, gerar resultados em termos de desempenho econômico.

Além desta introdução, o trabalho foi organizado em mais seis capítulos. No segundo capítulo foi observado as condições de vida dos homens e das mulheres no país, por meio da apresentação de alguns indicadores socioeconômicos. No terceiro capítulo foi discutido a importância do capital humano para o crescimento econômico, assim como a apresentação dos principais modelos de crescimento econômico que serviram de base para a análise empírica do crescimento. No quarto capítulo, foram apresentados os dados, a metodologia e as estatísticas descritivas da amostra analisada. Em seguida, foram apresentados os resultados da análise empírica e, finalmente, o sexto capítulo tratou das considerações finais.

2. OS DIFERENCIAIS NAS CONDIÇÕES DE VIDA EM NÚMEROS

Nesta seção, o objetivo foi analisar as condições de vida dos homens e das mulheres no país, por meio da análise de alguns indicadores socioeconômicos disponíveis. Com a intenção de identificar as persistentes desigualdades sociais evidenciadas nos mais distintos aspectos da vida da população, as estatísticas empregadas foram organizadas de acordo com as seguintes dimensões:

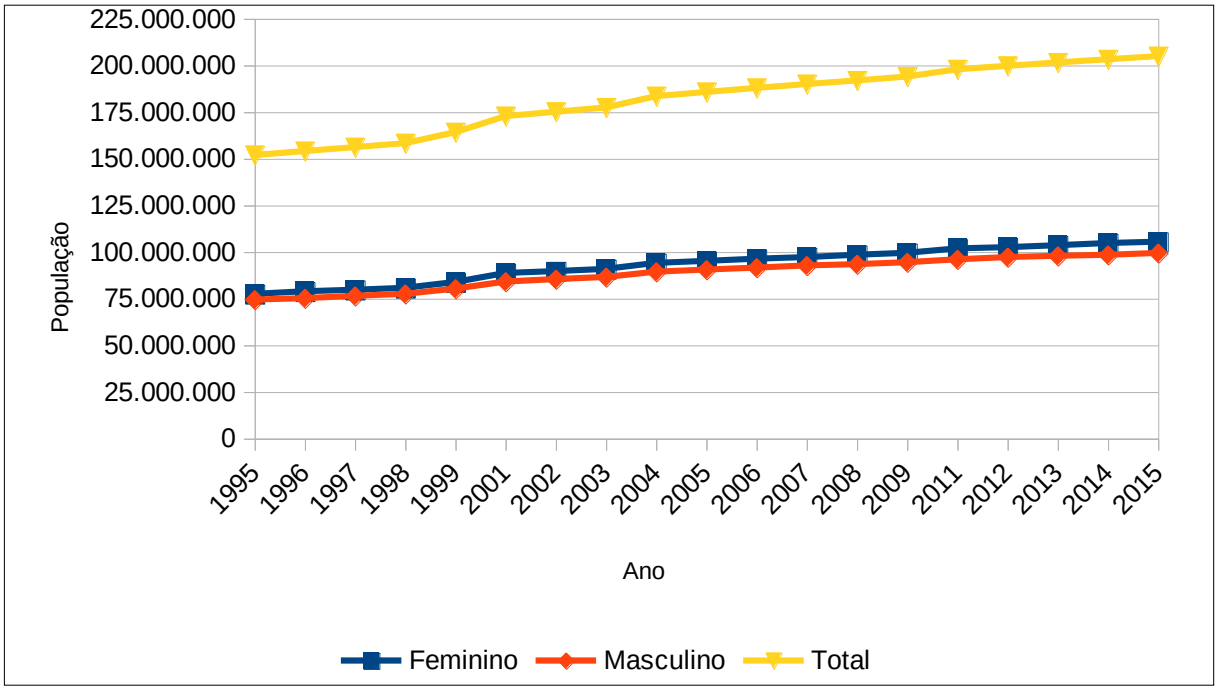
população, renda e trabalho, educação e saúde. Para o cumprimento dessa proposta, foram utilizadas as informações levantadas pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD) para o período 1995-2019 e que foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.1 População

A Figura 1 fornece as estatísticas a respeito da população feminina e masculina entre os anos de 1995 e 2015. Desta maneira, verificou-se que o quantitativo da população masculina e feminina cresceu progressivamente ao longo do período. Outra evidência clara foi que a população feminina sempre foi superior a população masculina ao longo do período analisado.

Mais especificamente, em se tratando da população feminina, observou-se o número de 77.490.755 em 1995 e 105.449.966 em 2015, significando uma variação de 36,08% entre o período inicial e final da amostra. Além disso, constatou-se uma taxa de crescimento anual dessa estatística de 1,62% a.a. Por outro lado, a população masculina saltou de 74.412.118 para 99.405.689, o que representou uma variação percentual entre os valores de 33,59% e uma taxa de crescimento anual de 1,52%.

Figura 1 - População feminina e masculina - Brasil, 1995 a 2015.



Fonte: IBGE/PNAD.
* a PNAD não foi realizada nos anos de 2000 e 2010.
** em 2004 a PNAD passa a contemplar a população rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.
*** as pessoas com cor/raça não declarada não foram consideradas.

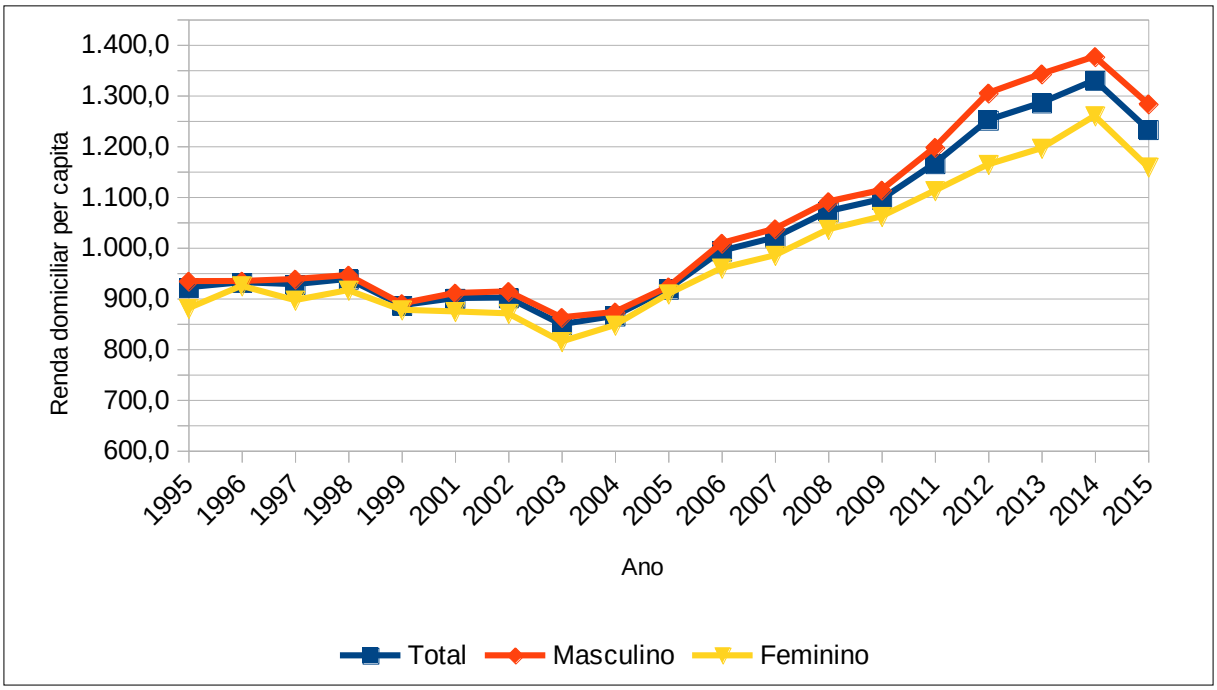
2.2 Renda e trabalho

Já a Figura 2, fornece informações sobre a média da renda domiciliar per capita por gênero do chefe de família entre 1995 e 2015. Tendo isso em vista, verificou-se que a diferença entre a renda média domiciliar das mulheres e dos homens chefes de família, aumentou ao longo do período. Além disso, observou-se que a média inerente a população masculina é mais de duas vezes superior que a média associada à população feminina.

No ano inicial da amostra (2005), essa diferença foi de apenas R$ 53,7, pois a renda média inerente aos homens foi de R$ 933,7, enquanto das mulheres a estatística foi de R$ 880,0. Por sua vez, no ano de 2015 a renda média associada às mulheres assumiu o valor de 1.158,70, enquanto dos homens foi de R$ 1.283,30. Isso resultou na diferença de R$ 124,60 nas médias observadas.

No geral, a variação da renda feminina entre o ano inicial e final da amostra foi de 31,67%, sendo que para a amostra masculina a variação foi razoavelmente superior (37,44%). Em outras palavras, a taxa de crescimento da renda domiciliar para a população masculina no período foi de 1,67% a.a, sendo que para a população feminina a taxa foi de 1,45%. É interessante observar o declínio das estatísticas para ambas as amostras de 1995 a 2003. Após este ciclo, nota-se que a média da renda domiciliar per capita assumiu uma trajetória ascendente por quase uma década.

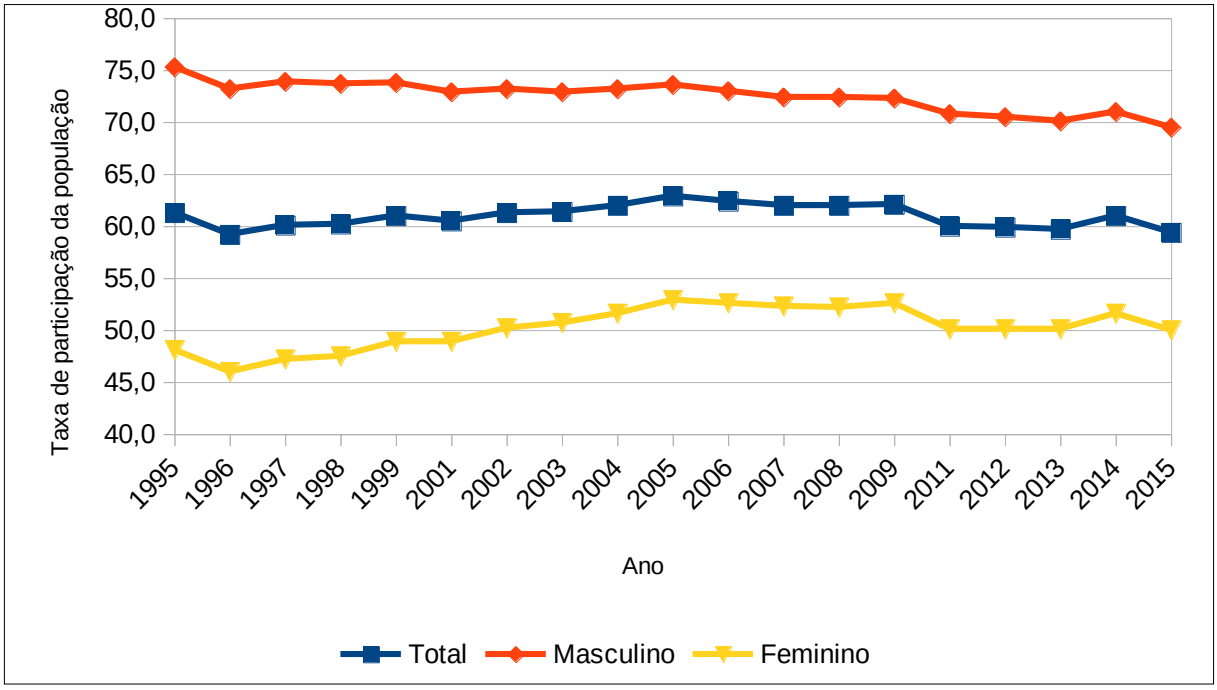
Figura 2 - Renda domiciliar per capita média por gênero/as chefes de família - Brasil, 1995 a 2015.



Fonte: IBGE/PNAD.
* a PNAD não foi realizada nos anos de 2000 e 2010.
** em 2004 a PNAD passa a contemplar a população rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.
**** renda domiciliar per capita deflacionada com base no INPC, período de referência set./2015.

Em se tratando da Figura 3, foram plotadas informações sobre a participação da população por sexo de 10 anos ou mais de idade que estão disponíveis para trabalhar entre os anos de 1995 e 2015. Assim, contatou-se que no período inicial (1995) a participação da população feminina foi cerca de 48%, uma fração consideravelmente inferior a parcela de participação de 75% da população masculina. Porém, ao longo dos anos nota-se que a participação feminina aumentou progressivamente até o ano de 2005, estabilizando a taxa em um determinado patamar no restante do período analisado. Por outro lado, as estatísticas para a população masculina decaíram sensivelmente. Mais detalhadamente, ao comparar as estatísticas entre os valores iniciais e finais da amostra analisada, a taxa de participação masculina diminuiu de 75,3% para 69,5%, enquanto a participação de mulheres aumentou de 48,1% para 50%.

Figura 3 - Taxa de participação da população de 10 anos ou mais de idade, por sexo - Brasil, 1995 a 2015.



Fonte: IBGE/PNAD.
* a PNAD não foi realizada nos anos de 2000 e 2010.
** em 2004 a PNAD passa a contemplar a população rural de Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Amapá.
*** a taxa de participação é o quociente entre a população economicamente ativa e a população total, na faixa etária determinada.

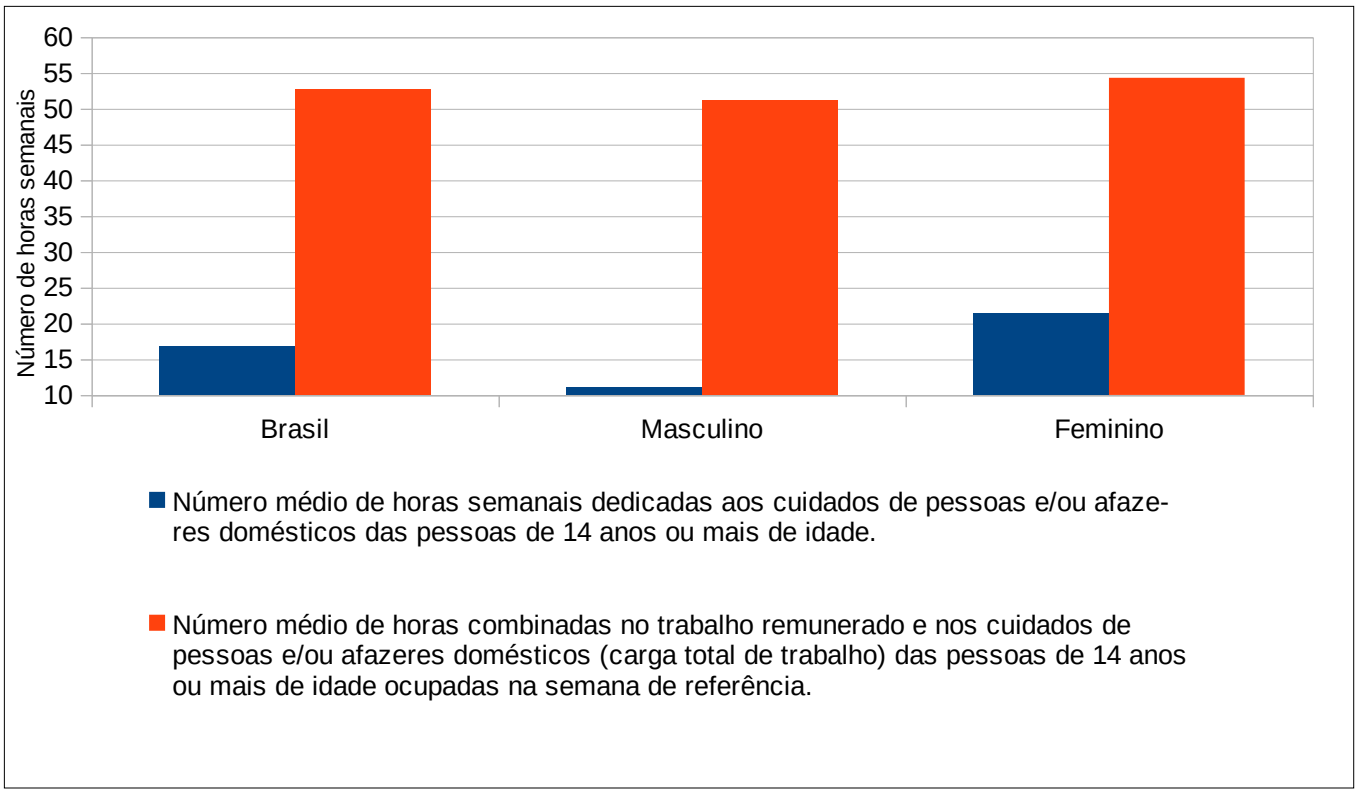
Por meio da Figura 4, foram registradas as estatísticas dos diferenciais para a amostra masculina e feminina em termos da média de horas semanais dedicadas das pessoas de 14 anos ou mais de idade

em duas categorias de trabalho no ano de 2019: a) cuidados de pessoas e/ou afazeres domésticos; e b) trabalho remunerado e cuidados de pessoas e/ou afazeres domésticos (carga total de trabalho).

Assim, verificou-se que a média de carga horária despendida pelas mulheres foi superior a média indicada para os homens nas duas categorias de trabalho especificadas. Ao considerar a carga horária de trabalho total (soma da carga horária de trabalho remunerado e carga horária destinada aos cuidados de pessoas e/ou afazeres domésticos), as mulheres dedicaram na média 54,3 horas semanais na semana de referência, enquanto os homens despenderam 51,2 horas.

No que diz respeito ao trabalho inerente aos cuidados de pessoas e/ou afazeres domésticos, verificou-se uma discrepância mais significativa entre as médias. Enquanto as mulheres dedicaram na média 21,4 h/s, os homens reservaram uma carga horária inferior de 11h/s.

Figura 4 - Número médio de horas semanais dedicadas das pessoas de 14 anos ou mais de idade – Brasil, 2019.



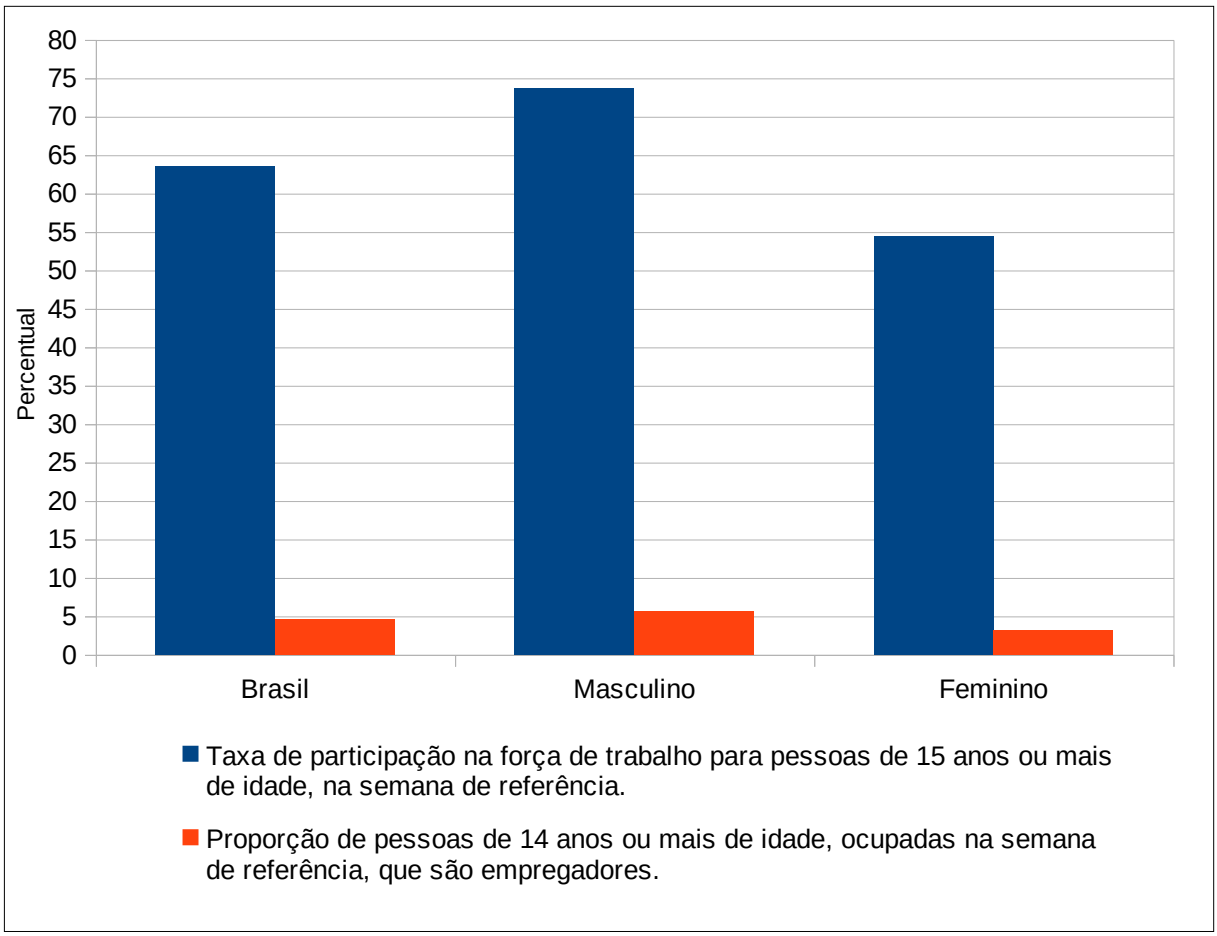
Fonte: IBGE/PNAD.

Em relação a Figura 5, foram apresentados dois indicadores de desempenho no mercado de trabalho por sexo para o ano de 2019: a) taxa de participação na força de trabalho para pessoas de 15 anos ou mais; e b) proporção de pessoas ocupadas de 14 anos ou mais ocupadas na semana de referência, que são empregadores.

Ao observar a taxa de participação na força de trabalho que capta o percentual de pessoas que estão disponíveis para trabalhar e que podem ser absorvidas pelo mercado de trabalho na faixa de idade correspondente, observou-se a existência de uma parcela significativamente superior da população masculina se comparada a feminina. No ano de 2019, a taxa de participação masculina foi de 75% aproximadamente, enquanto a estatística feminina ficou próxima de 55%.

Não obstante, a taxa de população ocupada que são empregadores também sinaliza a predominância da população masculina no ano analisado. Verificou-se que cerca de 6% da população masculina ocupada na respectiva faixa de idade foi empregadora no ano de referência, enquanto a metade deste percentual (3%), aproximadamente, foi compreendida pela população feminina.

Figura 5 – Taxa de participação na força de trabalho para pessoas de 15 anos ou mais e proporção de pessoas ocupadas de 14 anos ou mais ocupadas, que são empregadores – Brasil, 2019.

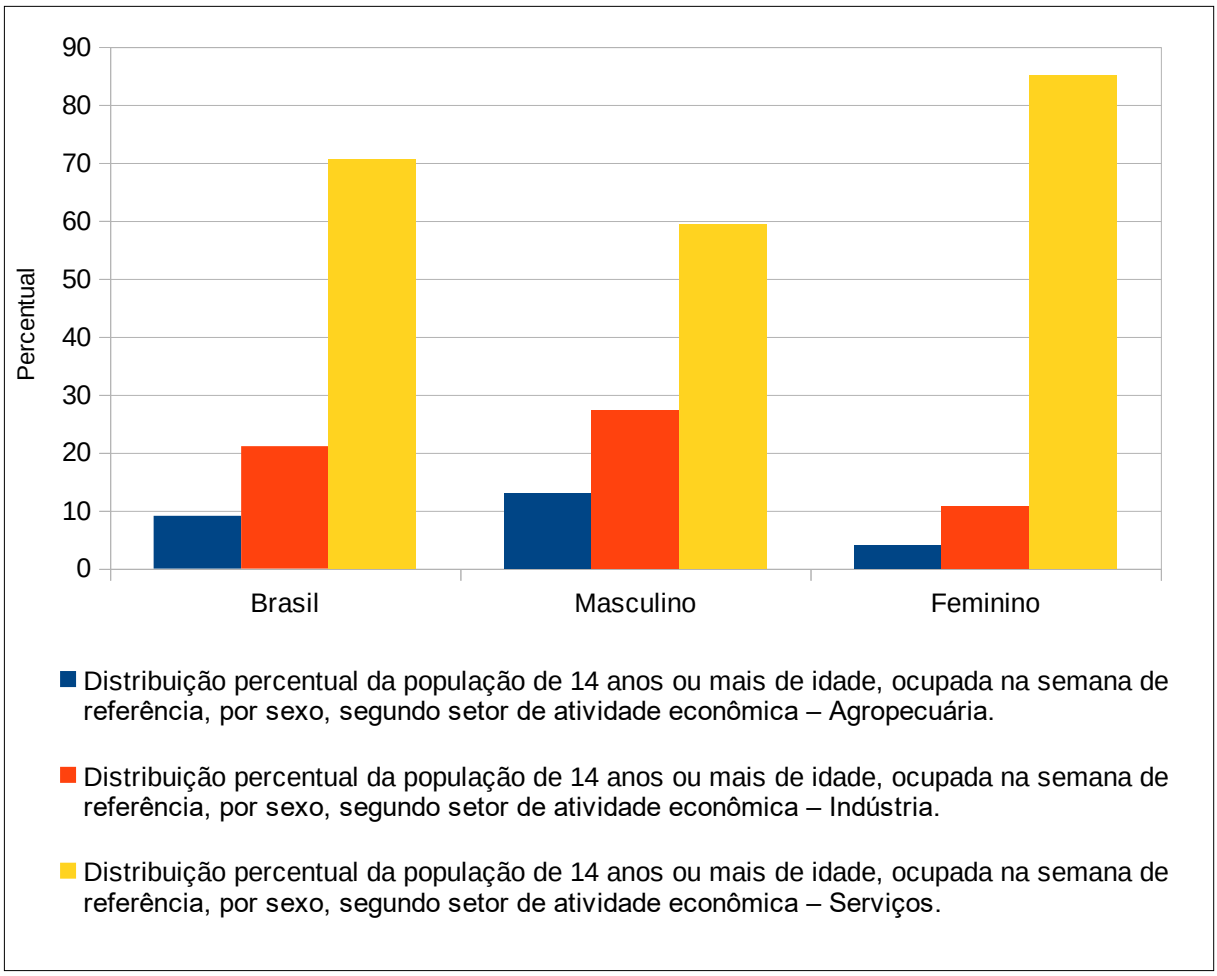


Fonte: IBGE/PNAD.
*A taxa de participação da força de trabalho mede o percentual de pessoas da força de trabalho na população em idade de trabalhar.
**A taxa de ocupação que são empregadores mede o percentual de pessoas ocupadas na população em idade de trabalhar e que empregam trabalhadores.

Já na Figura 6, foram apresentados os percentuais da população de 14 anos ou mais de idade, ocupada na semana de referência, segundo o setor de atividade econômica no ano de 2019. No geral, as estatísticas indicaram que os setores agropecuário e industrial foram predominantemente ocupados por homens neste ano de referência.

Mais especificamente, verificou-se que 13% da população masculina de 14 anos ou mais de idade estava trabalhando no setor primário (agropecuário), enquanto a população feminina apresentou o engajamento neste tipo de atividade de apenas 4,1%. Em se tratando do setor industrial (setor secundário), o percentual da população masculina ocupada foi de 27,4%, sendo que a população feminina apresentou uma taxa de 10,7%. Em contrapartida, a proporção de mulheres ocupadas no setor de serviços (setor terciário) foi maior (85,1%) que o percentual de homens (59,1%).

Figura 6 – Distribuição percentual da população de 14 anos ou mais de idade, ocupada na semana de referência, segundo setor de atividade econômica – Brasil, 2019.



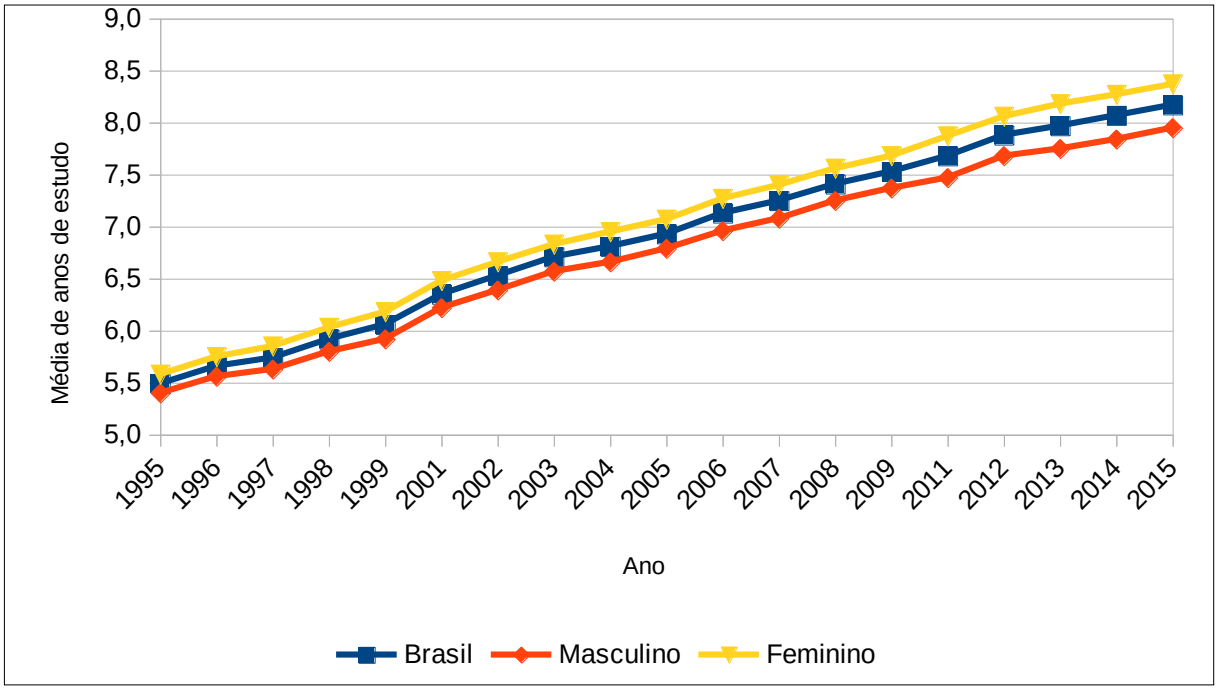
Fonte: IBGE/PNAD.
*A taxa de ocupação mede o percentual de pessoas ocupadas na população em idade de trabalhar.

2.3 Educação

Por sua vez, a Figura 7 fornece a média de anos de estudo das pessoas de 15 anos ou mais de idade para a população masculina e feminina durante o período de 1995 a 2015. As estatísticas plotadas no gráfico mostram claramente que o tempo de educação formal de ambos os gêneros cresceu progressivamente ao longo deste período. Neste ensejo é importante notar que no período analisado as médias de anos de estudo da população feminina sempre foram superiores aos valores registrados para a amostra masculina.

Todavia, a diferença entre as taxas de crescimento anual dessas medidas não foi significativa entre estes dois segmentos. A taxa de crescimento para a média de anos de estudo da população feminina foi de 2,13% a.a, enquanto a taxa para a população masculina foi de 2,04% a.a. A média de anos de estudo das mulheres saltou de 5,6 anos no início do período (2005) para 8,4 anos no ano de 2015, representando uma variação de 50%. Já a média para a população masculina foi registrada com o valor inicial de 5,4 anos e alcançou o valor de 8,0 anos no final do período analisado, o que significou uma variação de 47,22% no valor da estatística.

Figura 7 - Média de anos de estudo das pessoas de 15 anos ou mais de idade - Brasil, 1995 a 2015.



Fonte: IBGE/PNAD.

2.4 Saúde

Finalmente, cabe destacar alguns indicadores de saúde geral da população por sexo no ano de 2019. No que diz respeito à matéria de mortalidade para a população com idade inferior a cinco anos de idade, identificou-se que os homens tenderiam a apresentar uma maior vitimização (15,1%) se comparados às mulheres (12,8%). Outra evidência encontrada foi que dentre a população com 20 anos ou mais, as mulheres apresentaram um maior quadro de obesidade (30,2%) se comparadas à situação dos homens (22,8%). Finalmente, constatou-se que a população feminina tende a viver muito mais que os homens após os 60 anos de idade. Enquanto a população feminina vive na média mais 24 anos após os 60, a população masculina possui a expectativa de viver na média mais 21 anos, aproximadamente.

3. CAPITAL HUMANO, PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO ECONÔMICO

A relação entre ganhos de produtividade e o investimento em processos formais de educação, tornou-se objeto de interesse de muitos pesquisadores. Mais precisamente, surgiram estudos que procuraram formalizar o efeito do capital humano sobre o nível de renda e a taxa de crescimento no final dos anos 50 e início da década de 60 (NAKABASHI e FIGUEIREDO, 2008; ALMEIDA, 2005). Nesse contexto, os pesquisados da teoria do crescimento aproveitaram o fundamento teórico para o termo *capital humano* que foi inicialmente empregado por três acadêmicos da Universidade de Chicago: Jacob Mincer, Gary Becker e Theodore Schultz. Tendo em vista essas considerações, o presente capítulo procurou apresentar os modelos teóricos que introduziram o capital humano na análise do crescimento econômico.

3.1 A importância do capital humano para o crescimento econômico

Inicialmente, o termo capital humano foi incorporado na análise econômica no intuito de compreender a dinâmica da distribuição de renda entre os indivíduos. O estudo seminal de Mincer (1958), intitulado de "*Investment in Human Capital and Personal Income Distribution*", procurou associar o retorno dos trabalhadores em termos salariais e os seus níveis de instrução. De acordo com o autor "[...] a dispersão da renda [...] deve estar relacionada positivamente com a quantidade média

de investimento em capital humano" (1958, p. 301, tradução nossa)[4] e que "a evidência empírica é claramente consistente com as implicações do modelo sobre os efeitos da educação, ocupação e idade nos padrões de distribuição de renda pessoal" (1958, p. 302, tradução nossa)[5].

Contudo, o aumento dos níveis educacionais também pode gerar um aumento da renda na perspectiva agregada. Basicamente, o investimento em capital humano pode contribuir para o aumento do produto por três diferentes vias. Uma primeira via de efeito do capital humano sobre o produto ocorre pelo aumento da produtividade dos trabalhadores. Schultz (1962) alegou que nem todas as capacidades que uma pessoa dispõe para desempenhar suas atividades econômicas surgem no momento imediato de seu nascimento, mas aparecem em decorrência de um investimento pessoal. No momento em que as pessoas tomam a decisão de investir em si mesmas por meio de processos educacionais ou de treinamento, elas possivelmente melhoram as suas habilidades de produtores e consumidores. Nessa perspectiva, as aptidões adquiridas por meio da educação causam um impacto positivo na produtividade da força de trabalho e, por conseguinte, contribuem diretamente para o incremento do produto.

A segunda via pela qual o acúmulo de capital humano contribuiria para o aumento da renda agregada ocorre pelo desenvolvimento do processo de adoção e difusão de novas tecnologias. Nelson e Phelps (1966) salientaram que entre as diferentes categorias de trabalho, o grau de adaptação e aprendizado exigido frente às mudanças tecnológicas que são impostas é completamente diferente. Quando há ausência de mudanças no processo produtivo, as habilidades adquiridas nos primeiros anos de escolaridade, supostamente seriam suficientes para que o profissional exerça a sua função com total competência.

Por outro lado, certas atividades requerem habilidades específicas e um contínuo aperfeiçoamento em decorrência das inovações e mudanças nos processos produtivos. Tendo isso em vista, o profissional que trabalha em setores que são sensíveis a essas mudanças, devem expandir os seus conhecimentos para absorver novos processos produtivos e as novas tecnologias. Nesse contexto, os processos formais de educação são extremamente importantes.

A terceira via que associa o acúmulo de capital humano e o crescimento se baseia na ideia de que sociedades mais privilegiadas em termos de níveis educacionais tornam os indivíduos mais capazes de lidarem com situações de desequilíbrios econômicos. Para Schultz (1975), situações de desequilíbrio podem ocorrer quando há excesso de oferta ou demanda nos mercados de bens, serviços e trabalho. A capacidade de superar essas situações de desequilíbrio está associada intimamente com

---

[4] "[...] Income dispersion [...] must be positively related to the average amount of investment in human capital in them" (MINCER, 1958).

[5] "The empirical evidence is clearly consistent with the implications of the model about the effects of education, occupation, and age on patterns of personal income distribution" (MINCER, 1958).

o nível educacional, pois pessoas mais instruídas seriam capazes de identificar esses desequilíbrios. Além disso, estariam aptas, em meio a uma conjuntura de instabilidade, para calcular os custos e benefícios esperados das decisões possíveis e, assim, tirar vantagens desse momento de contingência.

A literatura especializada que relacionou o investimento em capital humano com ganhos de produtividade pode ser agrupada em duas frentes de estudo, ambas complementares entre si, que possibilitam a construção de um link teórico entre a decisão individual do investimento em educação e o aumento da renda agregada. Uma primeira abordagem diz respeito aos modelos teóricos microeconômicos que analisam a distribuição de renda entre trabalhadores com diferentes níveis de escolarização e, consequentemente, a associação entre investimento em educação e retorno salarial[6]. A segunda abordagem descreveu os mecanismos pelos quais o capital humano pode afetar o crescimento econômico. Nessa abordagem, foram introduzidas às equações macroeconômicas que incorporaram o capital humano e que serviram de base para a formalização dos modelos de crescimento econômico que serão abordados na seção seguinte.

3.2 Modelos de crescimento econômico

A literatura sobre os determinantes do crescimento econômico é significativamente ampla ao considerar o número de trabalhos que discutiram o tema. O marco teórico nos remete pioneiramente aos estudos clássicos da economia, em que terra, capital e trabalho são elementos básicos para a produção e geração de riquezas. Esta seção tem por finalidade discutir os principais elementos e características básicas que permeiam os modelos de crescimento e que inspiraram as análises empíricas. Assim, será apresentado o arcabouço teórico que formalizou a relação entre acumulação de capital humano e o crescimento econômico e, por conseguinte, subsidiou a relação entre qualidade da educação e crescimento da renda per capita em termos agregados. Mais precisamente, este capítulo apresentou os seguintes modelos de crescimento econômico: o modelo de Solow, modelo de Mankiw, Romer e Weil, e o modelo de Romer.

Nesse ensejo, é importante destacar que os modelos de crescimento neoclássicos estão fundamentados em um conjunto de pressupostos básicos: (a) concorrência perfeita e pleno emprego em todos os mercados; (b) economia fechada e sem governo; (c) função de produção com rendimentos constantes à escala e rendimentos decrescentes quando se altera apenas um dos fatores; (d) a economia produz um único bem com apenas três fatores: capital fixo (K), trabalho (L) e terra (N); e

[6] Ver Becker (1975).

(e) fatores de produção são homogêneos, divisíveis e imperfeitamente substituíveis entre si (SOUZA, 2005).

3.2.1 Modelo de Solow

Em 1956, Robert Solow publicou um artigo seminal intitulado "*A Contribution to the Theory of Economic Growth*". Nesse trabalho, foi desenvolvido um modelo teórico sustentado pelas premissas neoclássicas, que possibilitou a compreensão da dinâmica do processo de crescimento econômico entre diferentes países.

Para compreender o modelo de Solow, é necessário apresentar preliminarmente as suas hipóteses básicas: a) a taxa de crescimento da força de trabalho é exógena no modelo e foi expressa por g_L; b) a função de produção é $y = F(K,L)$; c) o investimento e a poupança são frações fixas do produto.

O modelo foi construído em torno de duas equações básicas: função de produção e a equação de acumulação de capital. A função de produção descreve como os insumos se combinam para gerar o produto da economia. Nesse sentido, a função de produção no formato Cobb-Douglas foi definida da seguinte forma:

$$Y = F(K, L) = K^{\alpha} L^{1-\alpha} \tag{1}$$

em que os insumos são classificados em duas categorias: capital *(K)* e trabalho *(L)*. O coeficiente α assume valores entre 0 e 1. No modelo admite-se que a função de produção apresenta retornos constantes à escala. Isso significa que se todos os insumos forem duplicados, o produto dobrará (JONES, 2000).

A análise de Solow buscou explicar a dinâmica do comportamento do produto por trabalhador, ou produto *per capita*. Deste modo, a equação 1 foi rearranjada em termos de produto por trabalhador e de capital por trabalhador, o que torna possível formalizar a equação de produção na forma intensiva:

$$y = k^{\alpha} \tag{2}$$

em que y é o produto por trabalhador $\left(\frac{Y}{L}\right)$ e (k) refere-se ao capital por trabalhador $\left(\frac{K}{L}\right)$. A função mostra que adicionar unidades de capital por trabalhador, as empresas geram mais produto por trabalhador. No entanto, admite-se que os retornos ao capital por trabalhador são decrescentes. Isso significa que a cada unidade adicional de capital por trabalhador, o produto gerado por esse trabalhador cresce em uma proporção menor.

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

$$\dot{K} = sY - dK \tag{3}$$

em que a variação do capital $\dot{K}$é igual ao montante de investimento bruto *(sY)* e do montante da depreciação do capital (dK). De acordo com Solow, os trabalhadores/consumidores poupam uma fração constante *(s)* de sua renda combinada de salários e aluguéis. Portanto, em uma economia fechada, a poupança gerada nesta economia é igual ao investimento e todo investimento realizado é destinado a acumulação de capital. O terceiro e último termo é o montante da depreciação do capital que ocorre durante o processo produtivo *(dK)*. O termo $\dot{K}$ é a versão contínua no tempo de $K_{t+1} - K_t$, ou seja, 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:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \tag{4}$$

De acordo com essa equação, a acumulação de capital por trabalhador é determinada, a cada período, por três termos: O investimento por trabalhador *(sy)* que afeta positivamente o capital, a depreciação *(dk)* que provoca uma redução no capital por trabalhador, e o termo novo que expressa o aumento na taxa de crescimento populacional *(n)* que causa uma redução na acumulação de capital por trabalhador, caso não ocorrer novos investimentos devido ao aumento de novos trabalhadores diminuir o montante de capital por trabalhador. No modelo de Solow, o termo $(n + d)k$é denominado de taxa de investimento de manutenção, que representa o montante de investimento que deve ser realizado para manter o mesmo nível de estoque de capital por unidade de trabalho efetivo ($\dot{k}$).

A equação (4) mostra que se o montante de investimento por trabalhador *(sy)* for superior ao montante necessário para se manter constante o capital por trabalhador *(n + d) k,* a taxa de crescimento do capital aumenta ao longo do tempo. Esse crescimento continuará até o ponto em que o investimento bruto e a taxa do investimento de manutenção se igualem *(sy) = (n + d)k* , de modo que $\dot{k}$= 0. Isso significa que a taxa de crescimento do capital por trabalho efetivo permanece constante.

Nesse ensejo, quando o investimento bruto e a taxa do investimento de manutenção se igualam – e o montante de capital por trabalho permanece constante – a economia encontra-se no estado estacionário *(k^*)*, estado em que os investimentos realizados apenas compensam a depreciação do capital fixo.

A dinâmica da transição do modelo deixa explícito que, quanto mais a economia se encontra abaixo do valor de *k* no estado estacionário, tanto mais rápido será o crescimento verificado. De maneira análoga, quanto mais acima a economia se encontrar do valor de *k* no estado estacionário, tanto mais rapidamente *k* declinará.

Para gerar crescimento sustentado da renda per capita no modelo, Solow incorporou o progresso tecnológico (A) à função de produção. É importante ressaltar que o insumo tecnologia foi considerado como "aumentador de trabalho", uma vez que o país ao avançar tecnologicamente contribui para que a unidade de trabalho seja mais produtiva. Cabe ressaltar que uma hipótese importante do modelo de Solow é que progresso tecnológico é exógeno ao modelo. Em outras palavras, o progresso tecnológico e suas implicações não são explicadas pelo modelo.

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

$$Y = F(K, AL) = K^{\alpha} \tag{5}$$

No modelo de Solow com incorporação do progresso tecnológico, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem à taxa do progresso tecnológico exógeno, g.

Para descrever a equação de acumulação de capital, a notação g_x, representa a taxa de crescimento de uma variável x ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado. Deve-se notar que a variável $\tilde{k}$ representa a razão entre capital por trabalhador e a tecnologia, ou capital-tecnologia.

$$\tilde{k} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k} \tag{6}$$

Para responder as questões chave do crescimento, o modelo de Solow recorre a diferenças nas taxas de investimento, nas taxas de crescimento populacional e das diferenças exógenas de progresso tecnológico. De acordo com Solow, alguns países crescem mais porque investem mais e tem menor taxa de crescimento populacional, o que permite acumular mais capital por trabalhador aumentando a produtividade da mão-de-obra.

O crescimento sustentado é dado a partir do progresso tecnológico, sem este o crescimento *per* capita cessaria à medida que se manifestassem os retornos decrescentes ao capital. Assim, o progresso tecnológico pode compensar a tendência declinante do produto marginal do capital. Todavia, como o progresso tecnológico é exógeno ao modelo, é possível encontrar uma explicação a partir da dinâmica de transição. Ao considerar uma economia qualquer em que a taxa de crescimento do investimento é positiva, será possível observar o crescimento do produto enquanto a economia faz uma transição para uma razão produto-tecnologia mais elevada.

3.2.2 Modelo de Mankiw, Romer e Weil.

Em 1992, foi publicado por Gregory Mankiw, David Romer e David Weil o trabalho denominado de "*A Contribuition to the Empirics of Economic Growth*" em que as implicações empíricas do modelo de Solow foram avaliadas. Neste artigo, os autores observaram que o modelo

de Solow se ajustava bem aos dados. Contudo, argumentaram que as magnitudes dos efeitos estariam incorretas, pois a análise empírica estaria superestimando os efeitos da medida de capital físico.

Makiw, Romer e Weil (1992) observaram que o ajustamento do modelo poderia ser melhorado ao incluir o capital humano. Em primeiro lugar, quando não se introduz a medida de capital humano, o capital físico aparece como o fator mais relevante na explicação do crescimento. Isso significa que as estimativas do efeito da acumulação de capital físico estariam superestimadas no modelo de Solow. Além disso, discutiram que o processo de crescimento também seria explicado pelo nível de instrução e qualificação da força de trabalho.

Tendo como base estas considerações, para testar o modelo estendido de Solow os autores Mankiw, Romer e Weil incluíram uma *proxy* da acumulação do capital humano como uma variável explanatória adicional nas regressões *cross-country*. Ao incorporar a variável de acumulação do capital humano constataram que ela está correlacionada com as taxas de crescimento da poupança e população. Ao considerar essas hipóteses, observaram que o modelo de crescimento com a medida de capital humano forneceu estimativas mais confiáveis. Deste modo, observou-se que o modelo estendido de Solow fornece uma explicação mais consistente a respeito do motivo de alguns países serem mais ricos, enquanto outros são pobres (MANKIW; ROMER; WEIL, 1992, p. 3).

Deste modo, a função de produção do tipo Cobb-Douglas com capital humano assume a seguinte forma:

$$Y(t) = K_t^{\alpha} H \tag{7}$$

em que Y é o produto, L é o trabalho, A é o nível de tecnologia ou eficiência, e H é o estoque de capital humano. Os parâmetros α, β e 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, respectivamente).

A quantidade do estoque de capital humano (H), ou o insumo trabalho qualificado é explicada pela seguinte equação:

$$H = e^{\varphi u} L \tag{8}$$

em que φ é uma constante positiva, u é a fração de tempo que as pessoas dedicam ao aprendizado de novas habilidades e L a quantidade de trabalho usado na produção. Nesse ensejo, cabe uma ressalva a respeito do significado da variável H. A função acima apresentada só terá validade se a mão de obra for qualificada. Em outras palavras, caso o valor for zero, toda a mão de obra dessa economia será caracterizada como não qualificada. Diante disso, admite-se que as pessoas dessa economia acumulam capital humano ao dedicar tempo de estudo e ao adquirir novas habilidades para melhorar as atividades de produção e consumo (JONES, 2000).

A expressão que explica a dinâmica do produto por trabalhador assume a seguinte forma

$$y = k^{\alpha} \tag{9}$$

em que as letras minúsculas equivalem às variáveis divididas pelo estoque de trabalho não-qualificado (y=$\frac{Y}{AL}$; k=$\frac{K}{AL}$; e h=$\frac{H}{AL}$. Neste momento, y e k crescerão a uma taxa constante, g, a taxa do progresso tecnológico.

Por fim, conclui-se que a introdução de capital humano não muda a estrutura básica do modelo de Solow, pois para um país obter altas taxas de crescimento deve obter altas taxas de investimento em capital físico, baixas taxas de crescimento populacional e altos níveis de tecnologia. Contudo, no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) o produto também depende da acumulação de capital humano. Apesar disso, no estado estacionário o produto per capita cresce à taxa do progresso tecnológico que é exógena.

3.2.3 O modelo de Romer

Os modelos apresentados até aqui não responderam satisfatoriamente a algumas questões centrais sobre o crescimento econômico. O principal resultado dos modelos observados até o momento foi que a acumulação do capital físico não é suficiente para explicar o crescimento no longo prazo. Tendo isso em vista, o único determinante do crescimento é a variável tecnológica *(A)* denominada como "aumentadora de trabalho", cujo comportamento é exógeno ao modelo.

A partir da segunda metade dos anos 80 houve um recrudescimento do interesse no crescimento econômico por parte dos autores neoclássicos. Neste contexto, as denominadas "novas teorias do crescimento" surgiram de forma a contornar a incapacidade do modelo de Solow de produzir "endogenamente" uma trajetória de crescimento contínuo para o nível de renda per capita. O modelo que será apresentado a seguir difere dos demais modelos ao interpretar explicitamente a eficácia do trabalho por meio do acúmulo do conhecimento e na modelagem dos determinantes da sua evolução ao longo do tempo.

A partir de 1986, Paul Romer elaborou em uma série de artigos, um modelo de crescimento com uma equação básica para explicar a dinâmica do progresso tecnológico. Seu artigo publicado em 1986 "*Increasing Returns and long-run growth*" difere do modelo de crescimento de Solow ao considerar que a produção de bens de consumo em função do estoque de conhecimento e de outros insumos exibe retornos crescentes. De acordo com o autor, ao contrário dos modelos em que o capital exibe uma produtividade marginal decrescente, o conhecimento cresce sem limites. Mesmo que todos os outros insumos sejam mantidos constantes, não seria razoável parar em algum estado estável onde

o conhecimento é constante e nenhuma nova pesquisa é realizada. Essencialmente, trata-se de um modelo de equilíbrio competitivo com mudanças tecnológicas endógenas (ROMER, 1986).

Em seu o artigo publicado em 1990 "*Endogenous Technological Change*", Romer parte de três premissas para dar uma explicação endógena da fonte da mudança tecnológica. A primeira é que a mudança tecnológica proporciona o incentivo para a acumulação contínua de capital e, em conjunto, a acumulação de capital e a mudança tecnológica são responsáveis por grande parte do aumento da produção por hora trabalhada. A segunda premissa é que a mudança tecnológica surge em grande parte por causa de ações intencionais tomadas por pessoas que respondem a incentivos de mercado. A terceira e mais fundamental premissa é que as instruções para trabalhar com matérias-primas são inerentemente diferentes de outros bens econômicos. Uma vez que o custo de criar um novo conjunto de instruções foi incorrido, as novas ideias podem ser usadas repetidamente sem custo adicional. Desenvolver novas e melhores ideias equivale a incorrer em custos fixos. Esta propriedade é considerada a característica definidora da tecnologia.

O modelo é caracterizado por duas partes principais: uma equação que descreve a função de produção e um conjunto de funções que descrevem a evolução dos insumos da função de produção ao longo do tempo. A função de produção agregada do modelo de Romer descreve como o estoque de capital (*K*) e o trabalho (*Ly*) se combinam para gerar produto, *Y*, usando o estoque de ideias *(A):*

$$Y = K^{\alpha} \tag{10}$$

A função de acumulação de capital é idêntica a do modelo de Solow. Isso significa que a acumulação de capital físico aumenta à medida que a parcela de renda que as pessoas poupam, *Sk*, é superior à depreciação do capital *d*:

$$\dot{K} = S_k Y - dK. \tag{11}$$

Dado o nível de tecnologia *(A)*, a função de produção apresenta retornos constantes à escala para *K* e *Ly*. O diferencial é que a variável *A* também se constitui em um insumo de produção. Portanto, o termo *A* que antes crescia de forma exógena e a uma taxa constante, agora cresce de forma endógena. Assim, *A* é o estoque de conhecimento ou o número de ideias que foram inventadas ao longo de um período de tempo. Não obstante, o termo *A* é a taxa de crescimento da criação de novas ideias que depende do número de trabalhadores que descobrem novas ideias (*LA*) multiplicado pela proporção de novas ideias criadas pelos cientistas (δ). Tem-se então,

$$A = \overline{\delta} L_{A.} \tag{12}$$

Desta forma, o emprego da mão de obra pode ser direcionado para a criação de ideias ou para a geração de produto, e a economia enfrenta a seguinte restrição de recursos:

$$L_A + L_Y = L \tag{13}$$

As ideias geradas no passado podem aumentar a produtividade dos pesquisadores no presente. Neste contexto, δ seria uma função crescente de A. Mais detalhadamente, talvez as ideias mais óbvias sejam descobertas primeiro e as ideias posteriores sejam cada vez mais difíceis de gerar, sendo assim δ seria uma função decrescente de A.

Para formalizar a taxa à qual os pesquisadores geram novas ideias, Romer sugeriu a seguinte equação:

$$\overline{\delta} = \delta A^{\emptyset} \tag{14}$$

em que δ e $\emptyset$ são constantes. Nesta equação o valor de $\emptyset$ implica diferentes interpretações a respeito da evolução do progresso tecnológico ao longo do tempo: (i) $\emptyset>0$: a produtividade da pesquisa aumenta com o numero de ideias já geradas; (ii) $\emptyset<0$: indica que ideias subsequentes se tornam cada vez mais difíceis no decorrer do tempo; (iii) $\emptyset=0$: significa que as ideias mais óbvias sejam descobertas primeiro, compensando exatamente o fato de que as ideias antigas possam facilitar a geração de novas ideias, ou seja, a produtividade da pesquisa não depende do estoque de conhecimento.

Outro diferencial do modelo de Romer se refere à taxa de crescimento populacional. Para um melhor entendimento, descreve-se primeiramente a função de produção geral para as ideias e, em seguida, será aprofundada a questão do crescimento populacional.

$$A = \delta L_A^{\lambda} A^{\varphi} \tag{15}$$

Como comentado anteriormente, a produtividade média da pesquisa também poderá ser dependente do numero de pesquisadores em qualquer ponto do tempo. Em que λ é um parâmetro que assume um valor entre 0 e 1. Logo, a taxa de crescimento dessa economia é determinada pelos parâmetros da função de produção de ideias e pela taxa de crescimento de pesquisadores que em última instância, é dada pela taxa de crescimento da população.

$$g_A = \frac{\lambda n}{1-\emptyset} \tag{16}$$

Mas se levarmos em consideração um caso específico em que $\lambda = 0$ e $\emptyset = 0$, então $g_A = n = \delta$. Isso quer dizer que a produtividade dos pesquisadores será a constante δ e a produtividade de um pesquisador hoje será independente do estoque de ideias geradas no passado. Seguindo esse raciocínio, a função de produção geral de ideias passa a apresentar a seguinte forma:

$$A = \delta L_A \tag{17}$$

Com isso, o modelo de Romer supõe que a produtividade da pesquisa é proporcional ao estoque de ideias, a produtividade dos pesquisadores cresce com o decorrer do tempo, mesmo se a taxa de crescimento do número de pesquisadores for constante. O crescimento econômico é gerado com base no aumento do número de pesquisadores, que por sua vez aumenta o número de novas ideias.

Uma das principais contribuições da nova teoria do crescimento foi destacar que as ideias são diferentes de outros bens econômicos. Em outras palavras, as ideias são definidas como bens não rivais. Com essa característica, o bem pode ser utilizado por uma ou mais pessoas sem qualquer custo adicional. Romer propõe um modelo em que seja determinado o valor do "transbordamento de conhecimento", introduzindo a busca de novas ideias por pesquisadores interessados em lucrar a partir de suas invenções.

Diante disso, o modelo de crescimento de Romer mostra que a taxa de crescimento é determinada pelos parâmetros de produção de novas ideias e pela taxa de crescimento da população. Observa-se que o crescimento populacional oferece em primeiro momento uma redução da razão capital por trabalhador. Porém, neste modelo deve-se levar em consideração que o número de novas ideias deve crescer ao longo do tempo, pois haverá um maior número de pesquisadores.

4. DADOS, METODOLOGIA E ESTATISTICA DESCRITIVA

Nesta seção, foi apresentada a fonte de dados, a descrição do método de análise e a estatística descritiva das variáveis empregadas na análise empírica.

4.1 Dados

Os dados utilizados para a realização desta pesquisa são provenientes do site do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). Neste site, foram coletadas as seguintes variáveis: (i) PIB a preços constantes - R$ de 2010 (mil); (ii) PIB per capita em R$ de 2010 (mil); (iii) renda domiciliar per capita (média - R$ outubro 2014); (iv) média de anos de estudo da população masculina (homens com 25 anos ou mais); (v) média de anos de estudo da população feminina (mulheres com 25 anos ou mais); (vi) consumo de energia elétrica industrial (em MWh); (vii) população preparada para o PIB Estadual (ponderador) – Pessoa; e (viii) população economicamente ativa (PEA); É importante mencionar que todas as informações estão disponíveis para as 27 unidades federativas do Brasil. O Quadro 1 apresenta um resumo das informações disponíveis, e que foram empregadas para a realização da análise empírica.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas na análise empírica.

Variável	Aspectos	Descrição	Organização	Ano
PIB Estadual per capita - R$ de 2010 (mil)*	*Proxy* de crescimento econômico	PIB Estadual a preços constantes (série calculada pelo Ipeadata) dividido pela população.	Estadual	1985 a 2019

PIB Estadual a preços constantes*	*Proxy* de crescimento econômico	PIB Estadual a preços constantes - R$ de 2010 (mil) (série calculada pelo Ipeadata)	Estadual	1985 a 2019
Renda domiciliar per capita - média - R$ outubro 2014**	*Proxy* de crescimento econômico	Renda média mensal da população. Série calculada a partir das respostas à Pnad/IBGE, com valores reais aos preços vigentes na realização da última edição da pesquisa.	Estadual	1981 a 2014
Anos de estudo - média - pessoas 25 anos ou mais – homens**	*Proxy* do acúmulo de capital humano para a força de trabalho masculina	Razão entre o somatório do número de anos de estudo completados pelos homens que tem 25 ou mais anos de idade e o número de homens nessa faixa etária.	Estadual	1981 a 2014
Anos de estudo - média - pessoas 25 anos ou mais – mulheres**	*Proxy* do acúmulo de capital humano para a força de trabalho feminina	Razão entre o somatório do número de anos de estudo completados pelas mulheres que tem 25 ou mais anos de idade e o número de mulheres nessa faixa etária.	Estadual	1981 a 2014
Consumo de energia – Industrial***	Proxy de acúmulo de capital físico	Consumo de energia elétrica - industrial - MWh - Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional (MME).	Estadual	1981 a 2020
População preparada para o PIB Estadual	Variável empregada para ponderar o consumo de energia industrial pela população.	Número de pessoas	Estadual	1985 a 2019
População economicamente ativa (PEA)	Força de trabalho	Número de pessoas consideradas "ativas" no mercado de trabalho, grupo que inclui todas aquelas com 10 anos ou mais de idade que estavam procurando ocupação ou trabalhando na semana de referência da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.	Estadual	1993 a 2014

Fonte: Elaboração própria.
*No dia 1º de janeiro de 1989 foi instalado o Estado do Tocantins. Portanto, as informações estão disponíveis a partir deste ano;
**As informações para o Estado de Tocantins estão disponíveis a partir do ano de 1992. Além disso, informações amostrais estão indisponíveis para os anos de 1994, 2000 e 2010;
***As informações para o Estado de Tocantins estão disponíveis a partir do ano de 1989. No ano de 1997, não foram registrados valores para toda a amostra.

4.2 Metodologia

O objetivo deste trabalho foi analisar empiricamente os diferenciais de formação e de contribuição do capital humano da força de trabalho masculina e feminina sobre o crescimento econômico dos estados brasileiros. Portanto, é preciso mencionar que nesta pesquisa foi desenvolvida

uma análise de regressão que é o método estatístico que permite o exame da relação estatística entre duas ou mais variáveis.

Mais detalhadamente, para Gujarati e Porter (2011), a análise de regressão diz respeito ao estudo da dependência de uma variável, a variável dependente, em relação a uma ou mais variáveis, as variáveis explicativas, visando estimar e/ou prever o valor médio (da população) da primeira em termos dos valores conhecidos ou fixados (em amostragens repetidas) das segundas.

As informações coletadas foram organizadas na forma de dados em painel, que combina dados de corte transversal (*cross-section*) e de séries temporais (*time-series*). Isso significa que as informações foram disponibilizadas para várias unidades de análise *i* (estados) ao longo de vários períodos de tempo *t* (anos).

Devido a indisponibilidade de informações para certas unidades de análise *i* em determinados anos *t*, conforme a descrição do período de disponibilidade das variáveis fornecida pelo Quadro 1, foram excluídas todas as observações *missings* do banco de dados. O resultado foi a consolidação de um painel de dados balanceado[7] de 1993 a 2014, mas com lacunas (*gaps*) na série temporal. Após esta formatação, observou-se um total de 486 observações no banco de dados final.

Não obstante, especificou-se duas equações básicas inspiradas na forma funcional tradicional da função de produção de Mankin, Romer e Weil (1992) para elucidar a proposta de pesquisa:

$$Y_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 Hm_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{18}$$

$$Y_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 K_{i,t} + \beta_3 Hf_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{19}$$

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 com informações disponíveis, sendo $t = 1993, \ldots, 2014$.

Neste contexto, $Y_{i,t}$ pode representar três possíveis variáveis dependentes: PIB per capita, a renda domiciliar per capita e a produtividade da força de trabalho (PIB Estadual a preços constantes dividido pela população economicamente ativa). Nesta pesquisa, foram especificadas três diferentes variáveis explicativas. $K_{i,t}$ representa a medida *proxy* de acúmulo de capital físico (consumo de energia elétrica industrial em MWh dividido pela população). $Hm_{i,t}$ representa a medida *proxy* empregada para captar o processo de formação do capital humano inerente a força de trabalho masculina: média de anos de estudo dos homens com 25 anos ou mais. Por sua vez, $Hf_{i,t}$ representa a medida inserida para refletir o processo de formação do capital humano intrínseco a mão de obra feminina: média de anos de estudo das mulheres com 25 anos ou mais. $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro aleatório que representa todas as variáveis omitidas no modelo, mas que coletivamente afetam *Y*.

---

[7] Considera-se um painel balanceado se cada unidade de análise *i* do corte transversal (*cross-section*) tem o mesmo número de observações (GUJARATI E PORTER, 2011, P. 589).

É importante ressaltar que o emprego do consumo industrial de energia elétrica por pessoa como *proxy* da acumulação de capital físico, ocorreu devido a ideia de que os estados com um nível mais intenso de utilização de máquinas e equipamentos que contribuem para a expansão do processo produtivo, são aqueles que tendem a apresentar um maior consumo de energia elétrica industrial. Todavia, existe uma crítica em relação a essa estratégia, uma vez que o avanço tecnológico atualiza/transforma os equipamentos e os processos produtivos de forma a gastarem menos energia com o passar do tempo (BARRETO, NOGUEIRA E ROSA, 2000).

De acordo com a Equação (18), o parâmetro β_1 é o intercepto. Fornece a média de $Y_{i,t}$ se os valores de $K_{i,t}$, $Hm_{i,t}$ e $Hf_{i,t}$ fossem fixados em zero. Obviamente, a interpretação econômica de β_1 deve ser feita com cautela, pois não existiria sentido econômico analisar a variação em $Y_{i,t}$ quando o nível de acumulação de capital físico e humano fosse nulo. Os coeficientes de regressão β_2 e β_3 são conhecidos como coeficientes parciais de regressão ou coeficientes parciais angulares. β_2 mede a variação no valor médio de Y, $E(Y)$, por unidade de variação em $K_{i,t}$, mantendo-se os valores de $Hm_{i,t}$ e $Hf_{i,t}$ constantes. Por sua vez, β_3 mede a variação do valor médio de Y por unidade de variação em $Hm_{i,t}$, mantendo-se constante os valores de $K_{i,t}$ quando a Equação 18 é estimada. Finalmente, no contexto da Equação 19, β_3 fornece a variação do valor médio de Y quando $Hf_{i,t}$ varia em uma unidade, mantendo fixo os valores de $K_{i,t}$.

4.2.1 A relevância do "tempo" ou "defasagem" na análise econômica

Na análise econômica, a dependência estatística de uma variável Y (a variável dependente) em relação as variáveis explicativas raramente são estabelecidas de forma imediata. Frequentemente, Y responde as variáveis explicativas ao longo do tempo (GUJARATI E PORTER, 2011).

Em outras palavras, as decisões econômicas podem gerar consequências que se difundem no decorrer de um período. Por isso, esses efeitos não ocorrem de forma instantânea, mas são distribuídos sobre períodos futuros. Utilizando uma notação básica para captar essas ideias, políticas ou decisões econômicas tomadas em um ponto no tempo, t, exerce impactos sobre a economia no tempo t, mas também nos períodos $t+1$, $t+2$, e assim por diante (HILL, GRIFFITHS, JUDGE, 2003).

A título de exemplo, pode-se representar esse efeito defasado sinalizando que uma mudança na variável de acumulação de capital humano $H_{i,t}$ tem um efeito sobre a atividade econômica $Y_{i,t}$, $Y_{i,t+1}$, $Y_{i,t+2}$ e, assim sucessivamente, até que o efeito atinja um determinado nível de maturação. De forma análoga, pode-se supor que $Y_{i,t} = f(H_{i,t}, H_{i,t-1}, H_{i,t-2} \dots)$. Assim, modelos especificados para captar essas ideias são denominados de modelos dinâmicos ou modelo de defasagens distribuídas.

De acordo com Gujarati e Porter (2011, p. 618), existem três razões principais para que as defasagens ocorram, são elas: razões psicológicas, razões tecnológicas e razões institucionais. Devido as suas características psicológicas, as pessoas não mudam instantaneamente o seu processo de decisão devido as alterações súbitas nas variáveis econômicas, pois a mudança de comportamento pode envolver certa perda de utilidade no processo. Geralmente, os indivíduos não possuem informações a priori se essas alterações no ambiente econômico serão permanentes ou transitórias. Por esse motivo, depois de transcorrido um período razoável, os agentes econômicos podem naturalmente se adaptar diante das mudanças de cenários e de projeções.

No que diz respeito aos motivos de natureza tecnológica, argumenta-se que alterações significativas no preço dos produtos, especialmente aqueles que são mais intensivos neste recurso, podem colocar os consumidores potenciais em um exercício de intensa avaliação do mercado correspondente. Em ocasião da assimetria de informações, as pessoas podem estar cautelosas sobre a efetivação da compra até que sejam coletadas informações sobre os preços e atributos associados as marcas concorrentes. Ademais, o tempo de espera pode variar, dependendo das expectativas de entrada de produtos inovadores e, inclusive, a respeito do ciclo de vida em que se encontra cada produto avaliado.

Finalmente, as estruturas e as características institucionais quem permeiam as atividades econômicas contribuem para defasagens. Por exemplo, o estabelecimento de contratos e convênios pode enrijecer o processo decisório das empresas em se tratando da alocação/substituição de recursos mediante alterações socioeconômicas no contexto em que atuam. Outro exemplo, pode estar associado ao investimento em ativos financeiros com diferentes prazos de retorno e de rentabilidade dependente da condução da política macroeconômica. Em virtude das expectativas a respeito de cenários futuros, dos cálculos de retorno e de risco relativo a cada opção, os agentes apresentarão diferentes reações à medida que dados e informações forem sendo absorvidas e incorporadas ao longo do tempo na conformação da decisão de investimento.

Diante desses motivos, a defasagem desempenha papel preponderante na análise econômica, pois permite inserir a metodologia de curto e de longo prazo na investigação empírica de fenômenos econômicos.

4.2.2 Estimação de modelos com defasagens distribuídas.

Com a intenção de captar o efeito defasado das medidas de acumulação de capital físico e humano sobre as medidas de crescimento econômico ao nível dos estados brasileiros, definiu-se o seguinte modelo de regressão com defasagens distribuídas:

$$\ln(Y_{i,t}) = \beta_1 + \alpha_1 ln(K_{i,t}) + \alpha_2 ln(K_{i,t-1}) + \cdots + \alpha_n ln(K_{i,t-n}) + \gamma_1 \ln(Hm_{i,t}) + \gamma_2 \ln(Hm_{i,t-1}) + \cdots + \gamma_n \ln(Hm_{i,t-n}) + \varepsilon_{i,t} \quad (20)$$

$$\ln(Y_{i,t}) = \beta_1 + \alpha_1 ln(K_{i,t}) + \alpha_2 ln(K_{i,t-1}) + \cdots + \alpha_n ln(K_{i,t-n}) + \delta_1 \ln(Hf_{i,t}) + \delta_2 \ln(Hf_{i,t-1}) + \cdots + \delta_n \ln(Hf_{i,t-n}) + \varepsilon_{i,t} \quad (21)$$

Nessas especificações, o subscrito *n* se refere ao número de defasagens, sendo *n = 1, 2, ...,N*. Ademais, a forma funcional escolhida foi o modelo log-log. Neste caso, temos um modelo de elasticidade constante. Em outras palavras, os coeficientes $\alpha's$, $\gamma's$ e $\delta's$ fornecem a magnitude de quanto uma mudança em termos percentuais de *K, Hm e Hf*, respectivamente, provoca uma alteração em termos percentuais na quantidade de *Y*.

É importante mencionar que os coeficientes α_2 a α_n, γ_2 a γ_n e δ_2 a δ_n são chamados de pesos da defasagem distribuída inerente à medida de capital físico, capital humano da força de trabalho masculina e capital humano da força de trabalho feminina, respectivamente. Esses parâmetros medem o efeito de variações do capital físico e humano em anos anteriores. No que diz respeito aos sinais, espera-se que os coeficientes $\alpha's$, $\gamma's$ e $\delta's$ apresentem valores positivos. Isso significa que as medidas de acúmulo de capital físico e humano tendem a apresentar uma relação positiva com as medidas de crescimento econômico.

Nesta pesquisa, admite-se adicionalmente que $E(\varepsilon_t) = 0, var(\varepsilon_t) = \sigma^2$ e $cov(\varepsilon_t, \varepsilon_s) = 0$. Se o modelo tem *i* observações sobre os valores de $Y_{i,t}$ 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.

As equações 20 e 21 podem ser estimadas pelo método de MQO (Mínimos Quadrados Ordinários), desde que o termo de erro ε_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 explicativas. 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. Nesta pesquisa, será considerado um método de estimação que reduz os efeitos da colinearidade, ao considerar que os pesos da defasagem seguem 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 polinomialmente (HILL, GRIFFITHS, JUDGE, 2003).

4.2.1 Defasagens Distribuídas Polinomialmente (Modelo de Almon)

A aplicação de uma forma a uma distribuição defasada diminui os efeitos da colinearidade. No modelo de Almon, sugere-se a escolha de um polinômio de segunda ordem para representar o padrão de pesos de defasagem. Então, o efeito sobre $E(Y_{i,t})$ de uma variação em $H_{i,t-1}$, por exemplo, pode ser explicada da seguinte forma:

$$6E\left(Y_{i,t}\right)/6H_{i,t-1} = \beta_i = Y_0 + Y_{1i} + Y_{2i}^2,\ i = 0, \dots, n \tag{22}$$

A título de exemplo, admite-se que a duração da defasagem seja *n = 4* períodos. Então, o modelo de defasagem finita assume a seguinte forma:

$$Y_{i,t} = a + \beta_0 H_{i,t} + \beta_1 H_{i,t-1} + \beta_2 H_{i,t-2} + \beta_3 H_{i,t-3} + \beta_4 H_{i,t-4} + \varepsilon_t,\ \ n = 5, \dots, T \tag{23}$$

As relações se tornam

$$\begin{gathered}\beta_0 = Y_{0i} = 0\\ \beta_1 = Y_{0i} + Y_{1i} + Y_{2i} = 1\\ \beta_2 = Y_{0i} + 2Y_{1i} + 4Y_{2i} = 2\\ \beta_3 = Y_{0i} + 3Y_{1i} + 9Y_{2i} = 3\\ \beta_4 = Y_{0i} + 4Y_{1i} + 16Y_{2i} = 4\end{gathered} \tag{24}$$

Para estimar os parâmetros que descrevem a defasagem polinomial, Y_0, Y_1 e Y_2, substituir as equações de (24) no modelo de defasagem finita (23) para alcançar a seguinte expressão:

$$\begin{gathered}Y_t = a + Y_{0i}H_{i,t} + (Y_{0i} + Y_{1i} + Y_{2i})H_{i,t-1} + (Y_{0i} + 2Y_{1i} + 4Y_{2i})H_{i,t-2} + (Y_{0i} + 3Y_{1i} + 9Y_{2i})H_{i,t-3} +\\ (Y_{0i} + 4Y_{1i} + 16Y_{2i})H_{i,t-4} + \varepsilon_t = a + Y_{0i}Z_0 + Y_{1i}Z_1 + Y_{2i}Z_2 + \varepsilon_t\end{gathered} \tag{25}$$

Nessa equação, definem-se as variáveis construídas Z_{tk} como:

$$\begin{gathered}Z_{t0} = H_{i,t} + H_{i,t-1} + H_{i,t-2} + H_{i,t-3} + H_{i,t-4}\\ Z_{t1} = H_{i,t-1} + 2H_{i,t-2} + 3H_{i,t-3} + 4H_{i,t-4}\\ Z_{t2} = H_{i,t-1} + 4H_{i,t-2} + 9H_{i,t-3} + 16H_{i,t-4}\end{gathered} \tag{26}$$

Uma vez criadas essas variáveis, estimam-se os coeficientes polinomiais aplicando-se mínimos quadrados a (22), obtendo:

$$\beta_t = Y_{0i} + Y_{1i} + Y_{2i}\ , i = 0, \dots, n \tag{27}$$

Qualquer que seja o grau do polinômio, o processo geral é uma extensão do que foi descrito para o polinômio quadrático. Nesta pesquisa, os modelos polinomiais com defasagens distribuídas de Shirley Almon serão estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com erros-padrão robustos. Por fim é preciso destacar que será utilizado um polinômio de segunda ordem para representar o padrão de pesos de defasagem dos modelos especificados nas Equações 20 e 21.

4.3 Estatísticas descritivas

Nesta seção, procurou-se apresentar algumas características gerais da amostra analisada, bem como extrair algumas inferências sobre a relação entre o investimento em capital humano e as medidas de crescimento econômico dos estados brasileiros.

Tendo isso em vista, a Tabela 1 apresenta o número de observações, as médias, os desvios-padrão, os máximos e mínimos de cada variável que será empregada na análise empírica. Com a intenção de elucidar o papel de cada uma das variáveis nesta pesquisa, inseriu-se uma coluna para identificar a notação correspondente, conforme as Equações 18 e 19, com a intenção de familiarizar o leitor com o processo de estimação dos modelos que será realizado no capítulo seguinte.

Nesse ensejo é importante mencionar que as estatísticas fornecidas para os estados federativos, consideraram todas as informações disponíveis para cada variável entre os anos de 1981 e 2020. Portanto, uma primeira característica da amostra de dados analisada diz respeito a variação do número de observações disponíveis para cada variável, conforme a descrição da abrangência temporal realizada no Quadro 1. Diante dessa constatação, foi preciso formatar o banco de dados para torná-lo um painel de dados balanceado.

Portanto, é preciso enfatizar que as estimativas a serem realizadas considerarão obrigatoriamente a compatibilidade temporal na disponibilidade de informações. Por exemplo, a análise empírica considerará as estatísticas de um estado *i* para um determinado ano *t*, caso existir para essa mesma unidade de análise *i* e para o mesmo ano *t*, informações disponíveis para todas as variáveis incluídas no modelo.

Tabela 1 – Estatística descritivas da amostra

Notação	Variável	Observações	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
$Y_{i,t}$	PIB Estadual per capita	941	13.022,50	8.141,57	3.788,23	47.997,13
	Renda domiciliar per capita	800	657,85	298,62	169,16	2.279,69

	Produtividade da força de trabalho	513	29.503,77	15.005,20	8.900,23	102.930,90
$Hm_{i,t}$	Média - anos de estudo - homens	800	5,28	1,62	1,55	10,02
$Hf_{i,t}$	Média - anos de estudo - mulheres	800	5,48	1,62	1,84	10,13
$K_{i,t}$	Consumo de energia elétrica industrial per capita	914	0,51	0,41	0,01	1,66

Fonte: IPEADATA (2021).

Nos modelos de duas variáveis (modelo de regressão simples), uma variável chamada variável dependente, é expressa como função linear de uma outra variável, denominada de variável explicativa. Nesta abordagem, a forma funcional da relação entre essas duas variáveis pode muitas vezes ser verificada por meio da construção de um gráfico de dispersão (GUJARATI E PORTER, 2011). Assim, a Figura 8 fornece seis gráficos de dispersão para observar de forma preliminar como as diversas variáveis empregadas para captar o crescimento econômico dos estados brasileiros ($Y_{i,t}$) estão relacionadas com as medidas de acumulação de capital humano da força de trabalho masculina ($Hm_{i,t}$) e feminina ($Hf_{i,t}$) para um mesmo ano *t*.

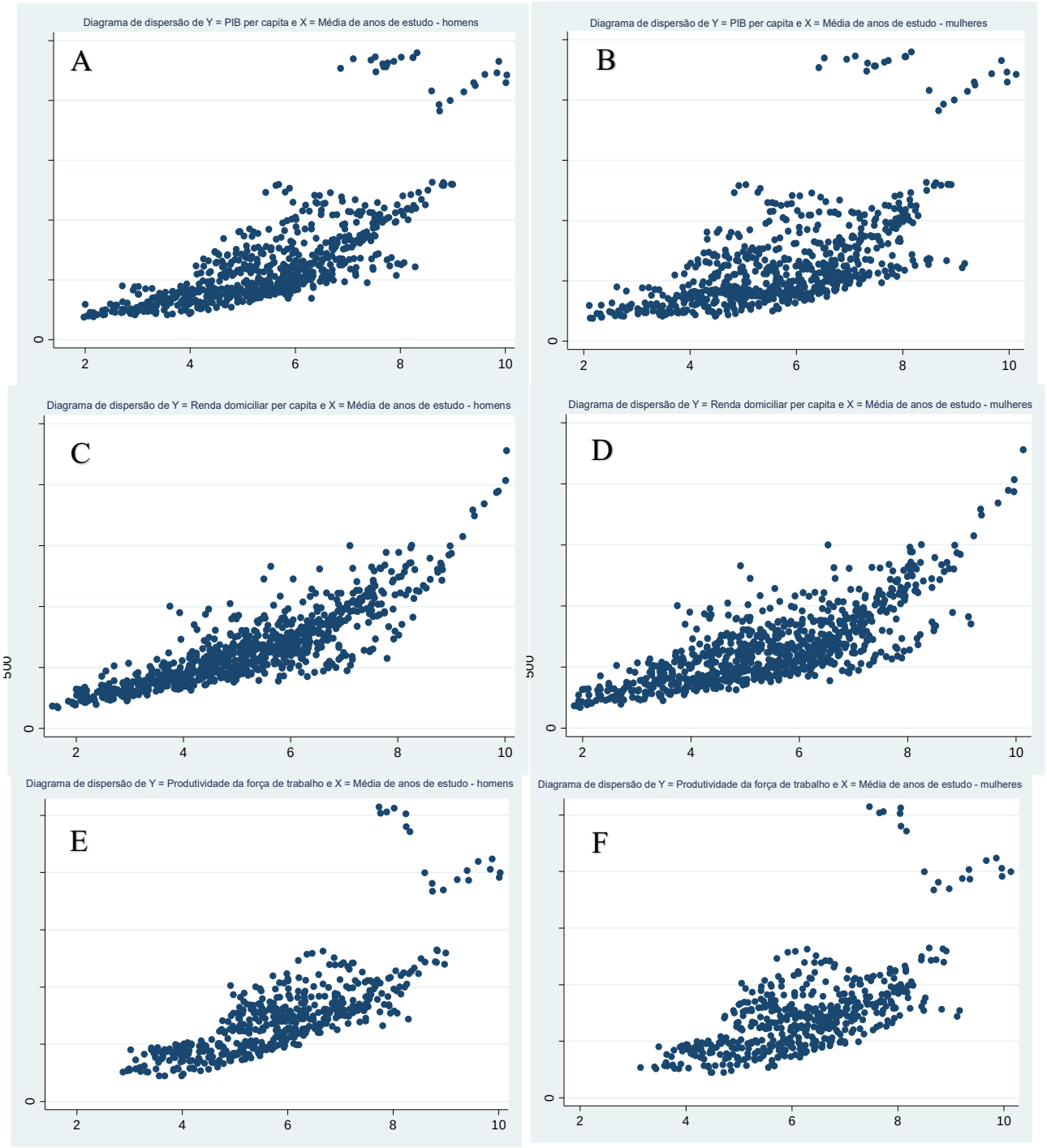
É importante mencionar que nos eixos verticais (eixos *Y*) dos gráficos, foram plotados os valores inerentes as variáveis de crescimento econômico, enquanto nos eixos horizontais (eixos *X*) foram registrados os valores para as medidas de capital humano. Deste modo, nos gráficos A, C e E constam as informações que relacionam as medidas de crescimento econômico a formação de capital humano da força de trabalho masculina (média de anos de estudo dos homens). Por sua vez, os gráficos B, D e F consideram a acumulação de capital humano da força de trabalho feminina (média de anos de estudo das mulheres). Finalmente, cabe explicar que cada ponto plotado no gráfico corresponde a um par de valores que associa o valor da variável do eixo *Y* ao valor da variável do eixo *X* correspondente a uma determinada unidade de análise (estado *i*) em um determinado ano *t*.

Resumidamente, observa-se que em todos os gráficos existiu uma clara evidência de uma relação positiva entre as medidas de crescimento econômico e as variáveis *proxies* de acumulação de capital humano para a força de trabalho masculina e feminina, o que corroborou a hipótese teórica do modelo de Makiw, Romer e Weil (1992). Em outras palavras, à medida que a média dos anos de estudo da força de trabalho masculina e feminina aumentou, os valores das medidas *proxies* de crescimento econômico tendem a aumentar.

Um detalhe interessante foi que nos gráficos que consideraram o PIB per capita (gráficos A e B) e a produtividade da força de trabalho (gráficos E e F), a partir da média de anos de estudo de 7 anos, aproximadamente, certos pontos ficaram mais dispersos da nuvem. Mais especificamente, verificou-se que para certas observações, quando a média de anos de estudo é superior a sete, existiram certos estados que apresentaram um desempenho econômico destoante da maior parte da

amostra em termos de PIB per capita e produtividade para determinados anos *t*. Portanto, no que diz respeito a este conjunto de observações em específico, é possível cogitar que outros fatores desempenharam papel relevante na explicação dos diferenciais de produto per capita e de produtividade quando a média de anos de estudo da força de trabalho (masculina e feminina) foi superior a 7 anos.

Figura 8 – Gráficos de dispersão



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEADATA (2021).

Finalmente, observou-se que para os gráficos envolvendo a renda domiciliar per capita (gráficos C e D), a relação entre as variáveis assumiu uma forma definidamente positiva e mais robusta. Neste sentido, percebe-se que a distribuição dos pontos foi menos dispersa. Ademais, a partir da média de anos de estudo de 7 anos, aproximadamente, a relação entre as variáveis se estabelece de forma mais crescente. Essa evidência pode sugerir que uma especificação exponencial seja mais apropriada que um modelo linear nos parâmetros, conforme a proposta das Equações 18 e 19.

A Tabela 2 fornece os coeficientes de correlação entre as variáveis a serem utilizadas na análise de regressão. É importante notar que a "análise de correlação, cujo principal objetivo é medir a força ou o grau de associação linear entre duas variáveis está estreitamente relacionada à análise de regressão, mas conceitualmente é muito diferente" (GUJARATI E PORTER, 2011, P. 43). O coeficiente de correlação (r)[8] mede a força da associação (linear) entre duas variáveis. Assim, é oportuno neste trabalho calcular o coeficiente de correlação entre as medidas de crescimento econômico ($Y_{i,t}$) e as variáveis proxies de acumulação de capital humano.

De acordo com as estatísticas calculadas, todos os coeficientes de correlação entre as medidas de crescimento econômico e de capital humano assumiram valores positivos, conforme o esperado. Nesse ensejo é importante enfatizar que os coeficientes envolvendo a acumulação de capital humano da força de trabalho masculina ($Hm_{i,t}$) foram superiores as estatísticas apresentadas quando se considerou a acumulação de capital humano da força de trabalho feminina ($Hf_{i,t}$).

Mais especificamente, as maiores correlações foram aquelas que envolveram a renda domiciliar per capita. Ao considerar o coeficiente de correlação de 0,85 entre a renda domiciliar per capital ($Y_{i,t}$) e a média de anos de estudo da força de trabalho masculina ($Hm_{i,t}$), significa que nos períodos que apresentaram um aumento da média de anos de estudo tenderiam a sinalizar um aumento consideravelmente robusto na renda domiciliar per capita.

Apesar destes resultados favoráveis em termos de corroboração da hipótese teórica de uma relação positiva entre crescimento e as medidas de acumulação de capital humano para os estados brasileiros, deve-se salientar que a análise de correlação simples entre pares de valores não levou em consideração outros fatores que podem estar afetando a determinação do desempenho econômico das unidades de análise. Além disso, a abordagem de correlação desenvolvida nesta seção não considerou a ideia de defasagem na relação entre crescimento e as medidas de educação.

---

[8] O valor de r está sempre entre -1 e 1, com $r = 0$ correspondendo à não associação. É empregado o termo correlação positiva quando $r > 0$, e correlação negativa quando $r < 0$. Quanto maior o valor de r (positivo ou negativo), mais forte a associação. No extremo, se $r = 1$ ou $r = -1$, então todos os pontos no gráfico de dispersão caem exatamente numa linha reta. No caso de $r = 0$, significa que não existe associação linear (GUJARATI E PORTER, 2011).

Tabela 2 – Coeficientes de correlação

		$Y_{i,t}$			$Hm_{i,t}$	$Hf_{i,t}$	$K_{i,t}$
		PIB Estadual per capita	Renda domiciliar per capita	Produtividade da força de trabalho	Média - anos de estudo - homens	Média - anos de estudo - mulheres	Consumo de energia elétrica industrial per capita
$Y_{i,t}$	PIB Estadual per capita	1,00					
	Renda domiciliar per capita	0,83	1,00				
	Produtividade da força de trabalho	0,94	0,80	1,00			
$Hm_{i,t}$	Média - anos de estudo - homens	0,73	0,85	0,76	1,00		
$Hf_{i,t}$	Média - anos de estudo - mulheres	0,61	0,76	0,65	0,96	1,00	
$K_{i,t}$	Consumo de energia elétrica industrial per capita	0,18	0,19	0,07	0,20	0,15	1,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEADATA (2021).

5. RESULTADOS DA ANÁLISE EMPÍRICA

Nesse capítulo, foram apresentados os resultados da pesquisa. Conforme o enunciado, o trabalho tem como objetivo analisar empiricamente com ênfase nos diferenciais de formação e de contribuição do capital humano entre a força de trabalho masculina e feminina, o efeito sobre o crescimento econômico, renda familiar per capita e produtividade dos estados brasileiros no período de 1993 a 2014 com base no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (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 impactos na dinâmica do crescimento econômico.

Com a intenção de captar o efeito defasado das medidas de acumulação de capital físico e humano sobre as medidas de crescimento ao nível dos estados brasileiros, foram estimados os

seguintes Modelos de Shirley Almon pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com erros robustos:

$$\ln(Y_{i,t}) = \beta_1 + \alpha_1 ln(K_{i,t}) + \alpha_2 ln(K_{i,t-1}) + \cdots + \alpha_n ln(K_{i,t-20}) + \gamma_1 \ln(Hm_{i,t}) + \gamma_2 \ln(Hhm_{i,t-1}) + \cdots + \gamma_n \ln(Hm_{i,t-20}) + \varepsilon_{i,t} \quad (28)$$

$$\ln(Y_{i,t}) = \beta_1 + \alpha_1 ln(K_{i,t}) + \alpha_2 ln(K_{i,t-1}) + \cdots + \alpha_n ln(K_{i,t-20}) + \delta_1 \ln(Hf_{i,t}) + \delta_2 \ln(Hf_{i,t-1}) + \cdots + \delta_n \ln(Hf_{i,t-20}) + \varepsilon_{i,t} \quad (29)$$

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 = 1993,..., 2014. Além disso, o modelo sinaliza que existem até 20 defasagens, tanto para as medidas de capital humano ($Hm_{i,t}$ e $Hf_{i,t}$) como para a variável *proxy* de capital físico ($K_{i,t}$). 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. Portanto, a estratégia de análise consiste inicialmente em estimar as Equações (28) e (29) pelo método de MQO com erros robustos tendo o PIB per capita como variável dependente. Em seguida, foi inserida em ambas as especificações a medida de renda domiciliar per capita. Por fim, a análise de regressão considerou a medida *proxy* de produtividade da força de trabalho nas duas equações.

5.1 Crescimento do produto e acumulação de capital humano

A Tabela 3 do Anexo apresenta os resultados das estimativas das Equações 28 e 29 e que consideraram o logaritmo do Produto Interno Bruto (PIB) per capita como variável dependente dos modelos. Assim, temos a coluna de valores para os coeficientes estimados da Equação 28 que possui a medida de acumulação de capital humano para a força de trabalho masculina (Hm) e os resultados para os parâmetros da Equação 29 que considerou a medida de capital humano para a força de trabalho feminina (Hf). Os valores entre parêntesis correspondem aos erros-padrão dos coeficientes estimados. Por fim, cabe destacar que no final da tabela temos as estatísticas para os Coeficientes de Determinação (R^2)[9] para ambas as equações e o número de observações utilizadas (N) no processo de estimação.

[9] O Coeficiente de Determinação (R^2) múltiplo mede a qualidade do ajustamento da equação de regressão. Em outras palavras, fornece a proporção ou o percentual da variação total da variável dependente que é explicada pelas variáveis explicativas do modelo. É importante mencionar que o R^2 se situa entre 0 e 1. Caso obtivermos o valor de 1, isso significa que a linha de regressão ajustada explicou 100% da variação da variável dependente do modelo. Portanto, pode-se

Inicialmente, ao conferir a qualidade de ajustamento dos modelos, observou-se que as estatísticas associadas ao R^2 assumiram os valores de 0,786 e 0,766 para as Equações 28 e 29, respectivamente. Isso significa que 78,6% e 76,6% das variações no logaritmo do PIB per capita foram explicadas pelas variáveis de seus respectivos modelos. Assim, nota-se que os modelos de defasagem distribuída propostos pelas Equações 28 e 29 apresentaram um poder explicativo razoavelmente alto da variação do produto dos estados brasileiros.

Em termos de significância estatística dos parâmetros estimados, ambos os modelos apresentaram resultados consideravelmente robustos. Em se tratando dos coeficientes associados as medidas de acumulação de capital humano ($Hm_{i,t}$ e $Hf_{i,t}$), apenas os coeficientes das variáveis com 18, 19 e 20 defasagens não foram estatisticamente significativos. Além disso, todos os coeficientes estatisticamente significativos apresentaram valores com sinais positivos, conforme o esperado. No que diz respeito aos coeficientes da medida *proxy* de acumulação de capital físico ($K_{i,t}$), somente os parâmetros das 6ª e 15ª defasagem não apresentaram valores significativos.

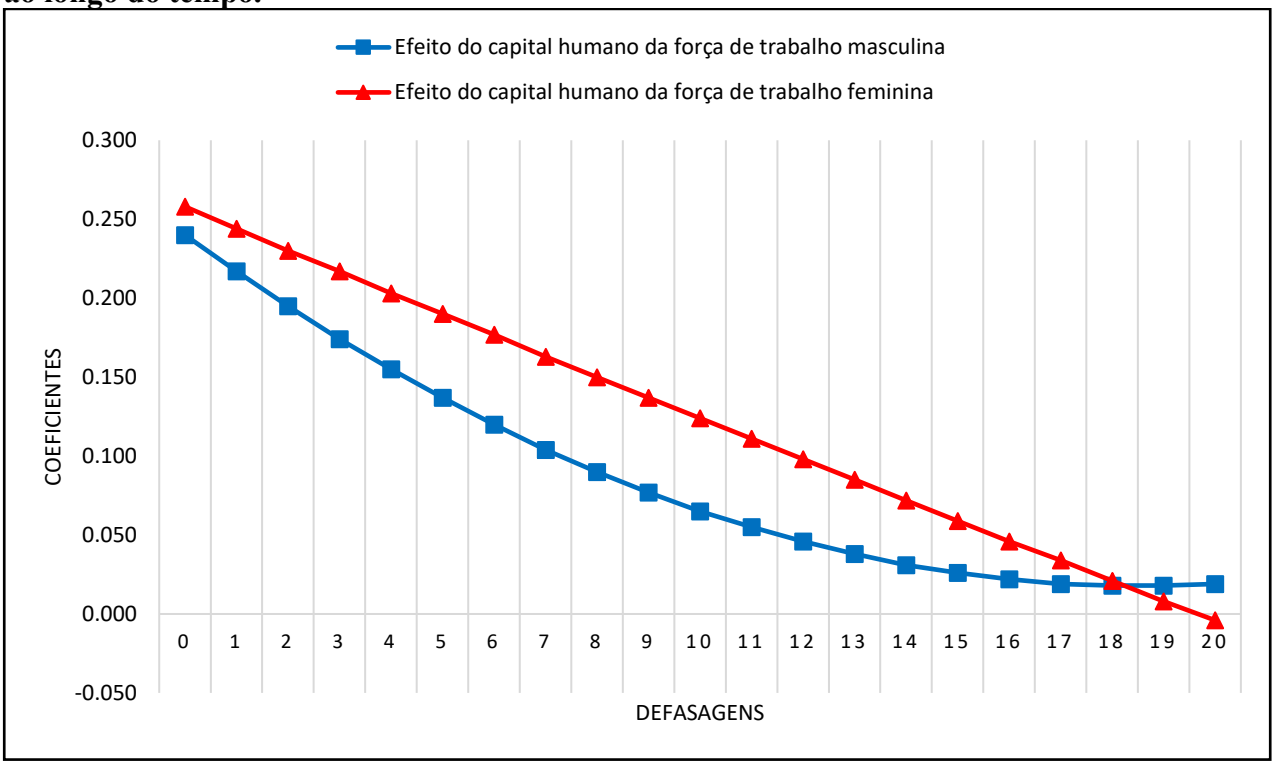
Para compreender como as variáveis *proxies* de acumulação de capital humano se comportaram ao longo do tempo em relação ao produto dos estados brasileiros, construiu-se um gráfico que plota os valores dos parâmetros estimados para as variáveis Hm e Hf em relação a cada período de defasagem. Assim, na Figura 9 temos os valores dos coeficientes de Hm_t e Hf_t associados a defasagem 0. Por sua vez, os valores dos coeficientes de Hm_{t-1} e Hf_{t-1} estão associados a 1ª defasagem e, assim, sucessivamente até chegar aos valores da 20ª defasagem (Hm_{t-20} e Hf_{t-20}). Para diferenciar o efeito da acumulação de capital humano entre a força de trabalho masculina e feminina, os valores dos parâmetros associados a medida Hm da Equação 28 foram plotados na cor azul. Já os valores dos parâmetros associados a medida Hf da Equação 29 correspondem aos pontos de cor vermelha.

Do ponto de vista dos resultados fornecidos pela Equação 28 que fornece o efeito do capital humano da força de trabalho masculina ao longo do tempo, ao considerarmos o valor do parâmetro Hm_t (defasagem 0) que estima a variação percentual do PIB per capita no tempo *t* provocada por mudanças percentuais no capital humano no mesmo período *t*, constatou-se que o aumento de 1% na média de anos de estudo provocou na média um aumento de 0,240% no PIB per capita. Ao analisar o efeito percentual do capital humano da força de trabalho masculina inerente ao período *t-1* (defasagem 1), verificou-se que um aumento de 1% na média de anos de estudo da força de trabalho masculina provocou na média um impacto positivo de 0,217% no PIB per capita do ano *t*.

---

argumentar que a qualidade do ajustamento é "melhor" quanto mais próximo o R^2 situar-se de l (GUJARATI E PORTER, 2011).

Figura 9 – A relação entre produto e anos de estudo da força de trabalho masculina e feminina ao longo do tempo.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEADATA (2021).

Ao avaliar o efeito do capital humano da força de trabalho feminina ao longo do tempo (Equação 29), verificou-se ao analisar o valor do parâmetro Hf_t (defasagem 0) que o aumento de 1% na média de anos de estudo da força de trabalho feminina no ano *t* ocasionou na média um aumento de 0,258% no PIB per capita do período *t*. Todavia, o efeito de um aumento de 1% na média de anos de estudo da força de trabalho feminina no período *t-1* (defasagem 1), provocou na média uma expansão de 0,244% no PIB per capita do ano *t*.

No que diz respeito aos diferenciais de contribuição do capital humano da força de trabalho masculina e feminina para o crescimento do produto ao longo do tempo, percebe-se que uma primeira evidência encontrada por meio da Figura 9, consiste no maior impacto exercido pela força de trabalho feminina até a 18ª defasagem. Nota-se que os coeficientes da variável Hf caem de 0,258 (defasagem 0) para 0,021 (defasagem 18). Por outro lado, os valores para os parâmetros da medida Hm ficaram entre 0,240 (defasagem 0) e 0,018 (defasagem 18).

Com isso, pode-se elucidar uma segunda evidência proporcionada pela Figura 9 a respeito do comportamento do produto em relação ao capital humano. De acordo com os resultados encontrados, observou-se uma maior contribuição, tanto para Hm como para Hf, de curto prazo para a expansão do produto dos estados brasileiros. Observa-se que variações na acumulação do capital humano geraram um efeito superior sobre o produto do ano *t* quando as alterações neste fator ocorreram nos períodos próximos ao tempo *t* (defasagens menores). Contudo, à medida que nos distanciamos do

tempo *t*, o impacto de variações na média de anos de estudo sobre o PIB per capita vai apresentando uma trajetória decrescente, tanto para a contribuição da força de trabalho masculina como para a feminina. Um detalhe foi que o decréscimo da contribuição de Hf ao longo do tempo ocorreu a taxas maiores se comparado a queda da contribuição de Hm à medida que se caminha para um ponto mais distante de *t*.

5.2 Crescimento da renda domiciliar per capita e acumulação de capital humano

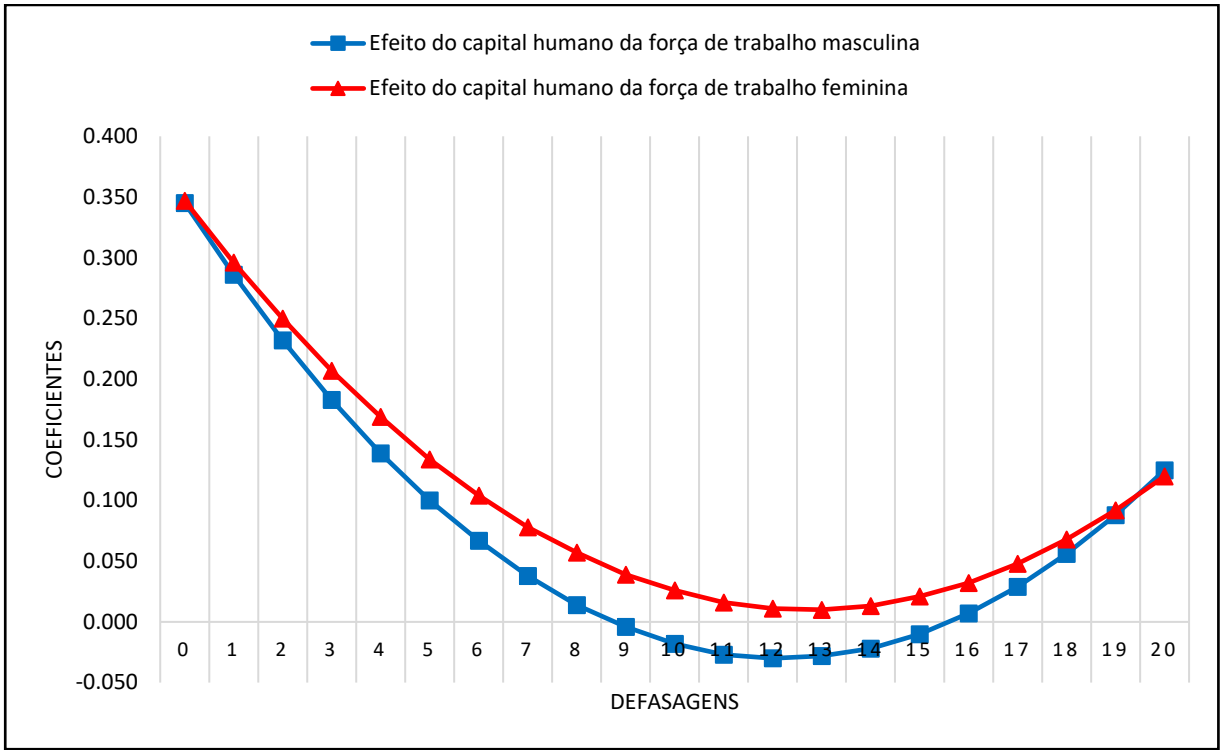
As estimativas das Equações 28 e 29 fornecidas pela Tabela 4, permitem analisar o comportamento da renda domiciliar per capita dos estados brasileiros em relação a medida de acumulação de capital humano da força de trabalho masculina (Hm) e feminina (Hf), respectivamente.

Inicialmente, percebe-se que o poder explicativo representado pelos Coeficientes de Determinação (R^2) para os modelos que empregaram o logaritmo da renda domiciliar per capita como variável dependente (Tabela 4), foram de 71,6% e 75,8% para as especificações que consideraram o capital humano para os trabalhadores (Equação 28) e trabalhadoras (Equação 29), respectivamente. Portanto, a qualidade de ajustamento dos dados empregados para explicar a variação da renda domiciliar per capita, foi bastante similar ao observado para as especificações com o PIB per capita (Tabela 3).

No geral, os resultados apresentados pela Tabela 4 foram consideravelmente robustos em termos de significância estatística. Na especificação que considerou o capital humano para a força de trabalho masculina (Equação 28), apenas os valores dos coeficientes inerentes a Hm_{t-9}, Hm_{t-15} e Hm_{t-16} não foram significantes. É interessante notar que os coeficientes associados as variáveis Hm_{t-9}, Hm_{t-10}, Hm_{t-11}, Hm_{t-12}, Hm_{t-13}, Hm_{t-14} e Hm_{t-15} assumiram valores negativos. No que diz respeito ao modelo que empregou a medida de capital humano para a força de trabalho feminina (Equação 29), somente os valores dos coeficientes vinculados a Hf_{t-12} e Hf_{t-13} foram insignificantes estatisticamente. Além disso, todos os coeficientes assumiram valores positivos, conforme o esperado.

Para entender como a relação entre renda domiciliar per capita e capital humano para as unidades de análise se comportaram ao longo do tempo, foi construído a Figura 10 que plota os valores dos parâmetros estimados das Equações 28 e 29 no eixo vertical e os seus respectivos períodos de defasagem no eixo horizontal. Assim, os pontos em azul mostram a contribuição das medidas de capital humano para a força de trabalho masculina (Hm). Já os efeitos da acumulação de capital humano para a força de trabalho feminina (Hf) foram expressos em vermelho.

Figura 10 – A relação entre renda domiciliar per capita e anos de estudo da força de trabalho masculina e feminina ao longo do tempo.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEADATA (2021).

Ao analisarmos a contribuição de variações no capital humano da força de trabalho masculina (Hm) no tempo t (defasagem 0) sobre a expansão percentual da renda domiciliar no mesmo período de tempo *t*, conclui-se que um aumento de 1% na média de anos de estudo da mão de obra masculina no tempo t provocou um aumento de 0,345% 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 0,286% na renda domiciliar per capita dos estados brasileiros no tempo *t*.

Em se tratando do impacto das variações decorrentes no capital humano da força de trabalho feminina (Hf) no tempo *t* (defasagem 0) sobre a renda domiciliar per capita no mesmo período *t*, verificou-se que um aumento de 1% na média de anos de estudo da mão de obra feminina ocasionou uma elevação de 0,347% na renda domiciliar per capita. Ao considerar o coeficiente da variável com uma defasagem (Hf_{t-1}), observou-se que a expansão de 1% na média de anos de estudo gerou um crescimento de 0,296% na renda domiciliar.

Assim como o observado para os modelos que incorporaram o PIB per capita (Tabela 3), a Figura 10 mostra que a contribuição do capital humano inerente a força de trabalho feminina foi superior ao efeito para a força de trabalho masculina ao considerar todas as defasagens, com exceção de Hf_{t-20}.

No que diz respeito à relação entre capital humano e renda domiciliar per capita, observou-se um padrão diferente daquele observado para a associação envolvendo o produto per capita (Figura 9). A Figura 10 mostra que a interação entre as variáveis apresenta o formato de uma parábola com concavidade voltada para cima (formato de U), tanto na perspectiva do capital humano masculino (Equação 28) como para o capital humano feminino (Equação 29).

Percebe-se que a contribuição do capital humano é superior para as variáveis com defasagens próximas ao tempo *t* (defasagens menores). Contudo, o efeito das medidas de capital humano vai diminuindo até alcançar o coeficiente de menor valor. O efeito do capital humano para a força de trabalho masculina atingiu o seu menor valor (-0,030) na 12ª defasagem. Já a contribuição da medida de capital humano da força de trabalho feminina alcançou o seu valor mínimo (0,010) na 13ª defasagem. Após esses pontos de mínimo, o impacto do capital humano de ambos os grupos começa a aumentar até a variável com maior defasagem (*t-20*).

Diante desses resultados, pode-se cogitar que a variação do nível da renda per capita dos domicílios brasileiros em virtude de alterações no nível educacional da força de trabalho masculina e feminina está mais suscetível a um caráter cíclico ao considerar o horizonte de 20 anos de defasagens, quando comparamos a dinâmica de comportamento da relação entre produto e capital humano (Figura 9).

5.3 Crescimento da produtividade da força de trabalho e acumulação de capital humano

A Tabela 5 fornece os resultados da análise de regressão e que considerou o logaritmo da produtividade da força de trabalho como variável dependente para as Equações 28 e 29. Nesse ensejo, cabe enfatizar que os modelos que incorporaram a produtividade da força de trabalho foram aqueles que apresentaram os maiores Coeficientes de Determinação (R^2) em relação ao conjunto de regressões apresentadas anteriormente (Tabelas 3 e 4). Neste caso, constatou-se que 82,6% e 80,1% das variações no logaritmo da produtividade foram explicadas pelas variáveis dos modelos representados pelas Equações 28 e 29, respectivamente.

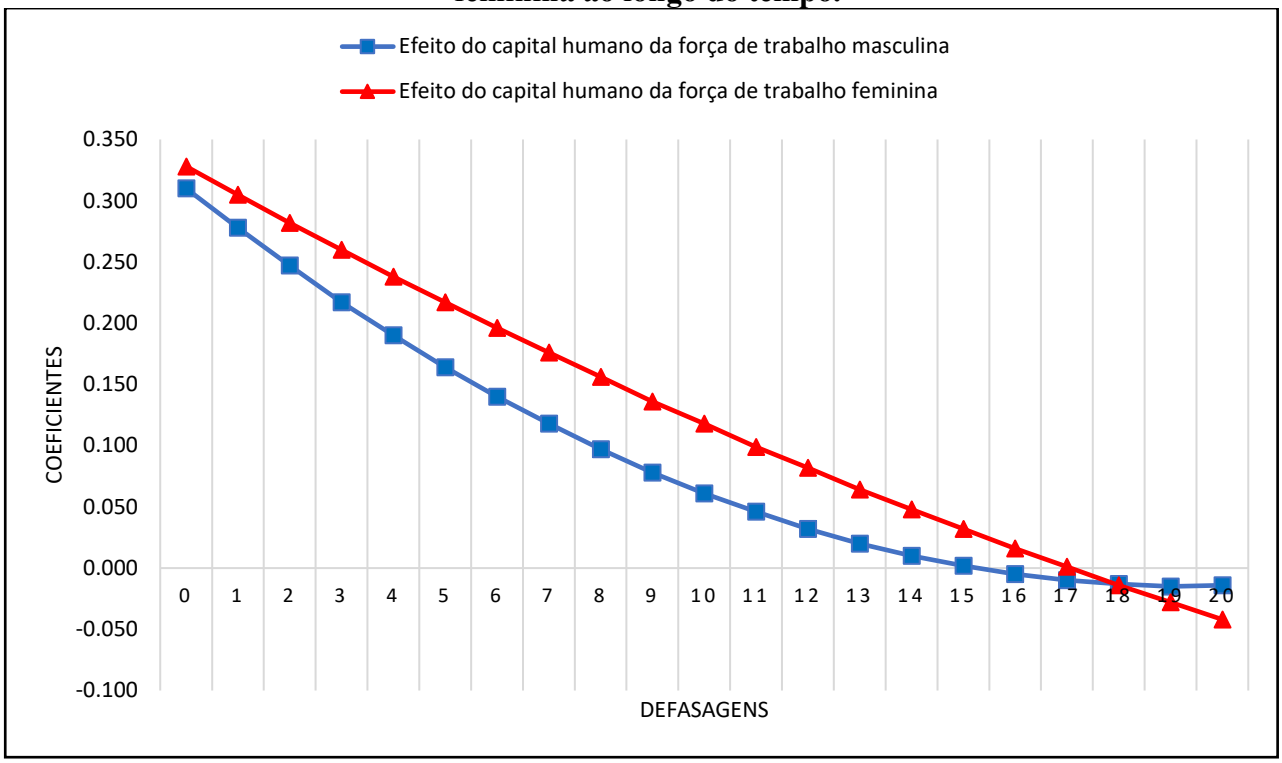
Em se tratando das estimativas apresentadas pela Tabela 5, no geral os modelos continuaram a apresentar robustez em matéria de significância estatística dos coeficientes associados a medida de capital humano. Mais especificamente, ao considerar o modelo que introduziu as medidas

educacionais associadas a amostra masculina (Equação 28), as variáveis relacionadas as defasagens *t-15*, *t-16*, *t-17*, *1-18*, *t-19* e *t-20* foram estatisticamente insignificantes. No que diz respeito aos resultados alcançados por meio da estimação da Equação 29, apenas os coeficientes das variáveis Hf_{t-17} e Hf_{t-18} foram insignificantes estatisticamente. Mas diferentemente das estimativas obtidas por meio dos modelos que consideraram como variáveis dependentes o produto per capita (Tabela 3) e a renda domiciliar per capita (Tabela 4), as variáveis *proxies* de acúmulo de capital físico perderam signficância estatística no âmbito dos resultados fornecidos pela Tabela 5.

A Figura 11 fornece os diferenciais de efeito do capital humano sobre a produtividade ao longo do tempo para a força de trabalho masculina e feminina. Os pontos em azul correspondem aos coeficientes das medidas de Hm estimados por meio da Equação 28, enquanto os pontos em vermelho estão associados aos valores dos parâmetros da variável Hf (Equação 29). No que diz respeito aos ganhos de produtividade que poderiam ser decorrentes do investimento em Hm e Hm, a Figura 11 mostra que os parâmetros assumiram valores que apresentaram um padrão de distribuição muito similar ao observado para os modelos que adotaram o PIB per capita como variável dependente (Figura 9).

Isso significa que a magnitude da relação entre produtividade e investimento em capital humano decresce à medida que aumentamos o período de defasagem considerado. Portanto, a acumulação de capital humano exerce um maior efeito no curto prazo (defasagens próximas ao período *t*), sendo que a sua contribuição diminui gradualmente até torna-se inexpressiva à medida que nos aproximamos da defasagem *t-17.* Outras duas evidências identificadas na análise da dinâmica do produto (Figura 9), foram mantidas ao observar o comportamento da produtividade em relação as medidas de capital humano, quais sejam: a) no geral, a contribuição do investimento educacional realizado pela mão de obra feminina foi superior ao impacto exercido pelas variações no acúmulo de capital humano da força de trabalho masculina; b) ao analisar os valores dos coeficientes associados a Hf, percebe-se a possibilidade de traçar uma relação linear e negativa ao longo do tempo. Diferentemente, a queda do impacto estimado para o investimento educacional da força de trabalho masculina é mais suave à medida que nos distanciamentos do tempo *t*.

Figura 11 – A relação entre produtividade e anos de estudo da força de trabalho masculina e feminina ao longo do tempo.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do IPEADATA (2021).

6. CONCLUSÕES

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 1993 e 2014, com ênfase na distinção de formação e de contribuição da força de trabalho masculina e feminina. Dentre os fatores que motivaram o desenvolvimento desta pesquisa, pode-se destacar: a) a tentativa de identificar os fatores determinantes do desempenho da economia brasileira no longo prazo; b) o aumento da qualificação e inserção da mulher no mercado de trabalho; c) a hipótese de que o investimento em capital humano leva algum tempo para maturar e, consequentemente, gerar efeitos na dinâmica econômica; d) emprego de dados nacionais ao nível dos estados brasileiros.

Para o desenvolvimento da análise empírica, foram elaboradas várias especificações inspiradas no modelo de Mankiw, Romer e Wheil (1992) com defasagens distribuídas, conforme a estrutura sugerida pelo modelo de defasagem distribuída de Almon ou modelo de defasagem distribuída polinomialmente. Tendo isso em vista, a análise de regressão consistiu em estimar o modelo de Almon por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com erros-padrão robustos.

Uma primeira constatação proveniente da análise empírica foi que os modelos inspirados no Modelo de Romer, Mankiw e Wheil (1992), propiciaram um alto retorno em termos de aderência entre a amostra de dados e as especificações econométricas propostas. Em outras palavras, os modelos permitiram uma abordagem integralmente parcimoniosa para explicar a dinâmica econômica dos estados brasileiros, por meio do emprego de apenas duas medidas (capital físico e capital humano) e suas respectivas defasagens como variáveis explicativas.

De acordo com o critério proporcionado pelos Coeficientes de Determinação (R^2), os modelos propostos apresentaram uma alta qualidade de ajustamento aos dados. Considerando as diferentes especificações para a inferência da relação entre as medidas de crescimento econômico e o acúmulo de capital humano, observou-se que as estatísticas para o R^2 ficaram entre 75,8% e 82,6%, indicando um alto poder explicativo da abordagem empírica desenvolvida. Além disso, os resultados das estimativas foram altamente robustos em termos de significância estatística para as medidas empregadas para captar o investimento em capital humano (H_m e H_f). Finalmente, cabe destacar que os sinais dos parâmetros associados a essas medidas, foram quase sempre positivos, conforme o arcabouço teórico. Nos casos em que os coeficientes forneceram valores com sinais negativos, geralmente não apresentaram significância estatística.

Apesar desses resultados favoráveis, as estimativas fornecidas pelo presente trabalho devem ser analisadas com cautela. Em outras palavras, é preciso discorrer sobre as fragilidades apresentadas pela metodologia de pesquisa e, consequentemente, suas implicações sobre os resultados. Uma primeira questão foi que ocorreu uma perda considerável no número de observações da amostra analisada devido a dois motivos: a) incompatibilidade temporal na disponibilidade das variáveis empregadas na análise empírica; b) ausência de informações registradas para algumas unidades de análise em determinados anos da amostra. A diminuição do número de observações pode ter interferido na magnitude e na robustez estatística dos coeficientes estimados.

Em segundo lugar, apesar dos resultados satisfatórios em termos de qualidade do ajustamento das regressões, podem existir outras variáveis que foram importantes para explicar a dinâmica de crescimento dos estados brasileiros, mas que não foram inseridas nos modelos. Assim, sugere-se a realização do teste Reset para identificação da presença do viés de omissão de variáveis relevantes. Portanto, para avaliar a possibilidade de obter estimativas mais precisas, seria oportuno testar outras especificações com a intenção de observar a robustez dos parâmetros associados as variáveis explicativas de interesse.

Em quarto lugar, deve-se cogitar a possibilidade de existência dos problemas de autocorrelação e de heterocedasticidade na amostra analisada. Uma maneira viável de corrigir estes problemas seria a aplicação do procedimento de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) e o Modelo

Autoregressivo com Heterocedasticidade Condicional (ARHC), respectivamente. Por fim, a Figura 8 pode sugerir a presença de *outliers* que estariam viesando os resultados obtidos. O ideal seria adotar um critério para detectar e excluir essas informações.

Apesar da identificação desses aspectos que nos levam a ponderar os resultados encontrados, seria possível considerar que as evidências empíricas apontadas pela presente pesquisa sejam razoáveis do ponto de vista da análise econômica? Uma primeira constatação que encontra amparo do ponto de vista teórico e empírico, está associada a clara evidência de que o aumento dos investimentos em processos formais de educação ao longo do tempo, tanto pela perspectiva da força de trabalho masculina como da feminina, contribuem diretamente para a expansão do produto, da renda domiciliar per capita e da produtividade dos estados brasileiros. Em que pese a observação de que alguns parâmetros das variáveis defasadas de acumulação de capital humano apresentaram sinais negativos, a magnitude do valor foi tão pequena que o efeito pode ser classificado como desprezível.

Uma segunda evidência que merece ser enfatizada diz respeito a maior contribuição do investimento em capital humano da força de trabalho feminina em detrimento da força de trabalho masculina. O interessante a notar foi que esse resultado se manteve para as três medidas de explicação da dinâmica econômica: produto, renda e produtividade. A princípio, poderíamos contestar estes resultados, devido a um possível efeito quantitativo do capital humano inerente a força de trabalho masculina. Como a taxa de participação e de ocupação[10] dos homens no mercado de trabalho é significativamente superior, poderíamos esperar que os coeficientes inerentes a força de trabalho masculina fossem superiores.

Todavia, a evidência de um maior efeito para as medidas educacionais da força de trabalho feminina pode estar refletindo exatamente o fenômeno do aumento da qualificação e inserção da mulher no mercado de trabalho a partir da década de 90. Desta maneira, os coeficientes das estimativas podem estar captando um maior efeito marginal da qualificação das mulheres, tanto na questão de ingresso no mercado de trabalho (expectativa salarial) como de impacto produtivo. Além disso, como a força de trabalho masculina é quantitativamente superior, pode ser o caso dela ocupar uma fatia maior dos postos que exigem menor qualificação e que são poucos intensivos no uso de tecnologias.

A terceira evidência de destaque esteve associada a uma maior contribuição do capital humano para a expansão do produto e da produtividade no curto prazo. Observou-se um maior impacto sobre o produto/produtividade do ano *t* ocasionadas por alterações no nível educacional da força de trabalho que aconteceram nos períodos próximos ao tempo *t* (defasagens menores). É importante ressaltar que

[10] De acordo com a Figura 6, dentre a população de 14 anos ou mais de idade, ocupada na semana de referência, apenas o setor de serviços apresentou uma maior taxa de ocupação das mulheres no ano de 2019.

essa evidência contraria o pressuposto inicial de que o impacto do investimento em capital humano leva algum tempo para gerar maiores resultados em termos de expansão do produto/produtividade.

Contudo, uma possível explicação para estes resultados poderia estar associada a estrutura do mercado de trabalho brasileiro. No geral, o país tem apresentado grandes oscilações na oferta de trabalho. Além disso, no geral as vagas disponíveis exigem baixa qualificação do trabalhador e, portanto, correspondem a postos de trabalho que não passam por grandes transformações em termos de absorção/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. Seguindo essa linha de raciocínio, acredita-se que nessas circunstâncias, o indivíduo contribuiria para o incremento do produto/produtividade durante um curto período, devido a função desempenhada não exigir o desenvolvimento de habilidades específicas. Assim, esse trabalhador não teria grandes expectativas de retorno salarial no médio/longo prazo, devido à facilidade de realocar e empregar outro indivíduo para desempenhar a mesma função.

Outra possível explicação 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. Neste contexto macroeconômico, o efeito de longo prazo do investimento agregado em educação poderia estar diminuindo em termos de ganhos de produtividade e de rendimento salarial, pois no geral as capacidades exigidas para desempenhar determinadas tarefas rotineiras exigiriam pouco conhecimento e treinamento por parte da força de trabalho.

Uma última evidência consistiu na observação que a relação entre renda domiciliar per capita e o investimento em educação ao longo do tempo apresentou um formato de uma parábola com concavidade voltada para cima (formato de U). Isso significou que os ganhos de renda domiciliar per capita no ano t responderam de maneira mais efetiva a mudanças nos níveis de educação ao considerar um horizonte de tempo próximo ao ano t (curto prazo). Contudo, existem indícios de que estes ganhos também poderiam ser maiores nos anos mais distantes do período t (longo prazo). A narrativa de uma possível explicação para a interpretação dessa relação ao longo do tempo passa pela compreensão dos treinamentos genéricos e específicos (BECKER, 1975).

O processo de treinamento genérico consiste naquele que propicia informações e habilidades para a realização de tarefas que exigem pouco ou moderado conhecimento e, portanto, que não geram ganhos de produtividade em larga escala, seja no curto ou no longo prazo. Neste caso, não existe expectativa de grandes retornos salariais, pois existe a possibilidade de o treinado transferir-se de uma empresa para outra, assim que o treinamento fosse concluído. Isso poderia ocorrer, pois os

conhecimentos adquiridos pelo empregado também seriam úteis para a geração de um pequeno ganho adicional imediato em qualquer outra instituição. Já o treinamento específico, fornece habilidades que promovem a mudança no patamar da produtividade e, por isso, possibilitam um cenário de melhores expectativas salariais no longo prazo. Nesta categoria, podem ser considerados os cursos de graduação e de pós-graduação, por exemplo. Um outro diferencial se refere as maiores despesas financeiras por parte dos indivíduos que desejam concluir o treinamento específico se comparado ao genérico.

Portanto, os ganhos de renda domiciliar no período *t* e que foram decorrentes de alterações no nível de capital humano nos períodos próximos a *t,* podem estar refletindo o investimento em treinamento genérico que propiciaria pequenos retornos no curto prazo. Contudo, percebe-se que os ganhos em termos de renda domiciliar diminuem ao longo do tempo, pois o investimento em capital humano ocorre via grandes despesas para a continuidade/conclusão de treinamentos específicos que possivelmente oneram o orçamento familiar. Não obstante, à medida que ocorre a conclusão desses processos de treinamento, a liquidação das despesas decorrentes, o ganho de experiência, a maturação do investimento e a consolidação de uma maior expectativa de retorno salarial, a renda do domicílio pode crescer no longo prazo. Assim, pode ser que a interpretação do caráter cíclico da relação entre renda e capital humano observada nesta pesquisa, deve obrigatoriamente considerar o tipo de treinamento realizado, o ciclo de renda do trabalhador, o período de maturação do investimento e as expectativas de retorno salarial associada a função exercida.

Apesar das tentativas de explicar as evidências empíricas encontradas, este estudo constituiu-se em um primeiro passo para se compreender o efeito da acumulação de capital humano da força de trabalho masculina e feminina ao longo do tempo ao nível dos estados brasileiros. A contribuição e originalidade do presente trabalho consistiram na utilização de dados nacionais e na estimação de modelos 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.

7. REFERÊNCIAS

ALBERNAZ, A; FERREIRA, F.H.G; FRANCO, C. **Qualidade e equidade na educação fundamental brasileira.** Rio de Janeiro: Maio, 2002. Disponível em: <http://www.dbd.puc-rio.br/depto_economia/td455.pdf> Acesso em: 5 mar. 2018.

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.

ALMEIDA, A. G. **Crescimento econômico, capital humano e qualidades da educação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Econômicas) – FCE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **O crescimento da PEA e a redução do hiato de gênero nas taxas de atividade no mercado de trabalho**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br>. Acesso em: 17 dez. 2019.

BARRETO, F. A. F. D.; NOGUEIRA, C. A. G.; ROSA, A. L. T. Crescimento e Capital Humano: Evidências Empíricas Recentes para o Brasil numa Perspectiva Regional. Fortaleza: CAEN/UFC, **Estudos Econômicos**, São Paulo, n.14, p. 1-18, 2000.

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.

CRUZ, I. S.; SANTANA, J. R. Fatores determinantes do crescimento econômico: uma análise para os estados nordestinos (1991-2006). In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 9., 2011, Natal. **Anais do IX Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. Natal: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2011.p. 1-19.

DIAS, J.; DIAS, M. H. A. Crescimento econômico e as políticas de distribuição de renda e investimento em educação nos estados brasileiros: teoria e análise econométrica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 701-743, out./dez. 2007.

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.

FELÍCIO, F. de; FERNANDES, R. **O efeito da qualidade da escola sobre o desempenho escolar: Uma avaliação do ensino fundamental no estado de São Paulo.** Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia, 2005.

GONÇALVES, F. O.; SEABRA, F.; TEIXEIRA, J. R. Capital humano e crescimento endógeno da economia brasileira: 1970-1995. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 16, n. 29, p.139-148, mar. 1998.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica**. 5 ed., Amgh Editora, 2011.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores educacionais. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 dez. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEADATA). Dados regionais e sociais. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 16 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS (INEP). Indicadores

educacionais. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 19 dez 2018.

JONES, C. I. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

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.

MENEZES-FILHO, N. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil.** IFB, 2007.

MINCER, J. Investment in Human Capital and Personal Income Distribuition. **Journal of Political Economy**, v. 66, n. 4, pp. 281-302, ago., 1958.

NAKABASHI, L.; FELIPE, E. Capital Humano nos Municípios Paranaenses. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 25, n. 47, p. 7-22, set. 2007.

NAKABASHI, L.; FIGUEIREDO, L. Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento**. Economia Aplicada**, v. 12, n. 1, p. 151-171, 2008.

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

ONU MULHERES. **Mais igualdade para as mulheres brasileiras: caminhos de transformação econômica e social**. Brasília: Entidade das Nações Unidas para a Igualdade de Gênero e o Empoderamento das Mulheres, 2016.

PEREIRA, M. T; LOPES, J. L. **A importância do capital humano para o crescimento econômico**. IX EPCT - Encontro de Produção Científica e Tecnológica. Campo Mourão, 2014.

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

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, Chicago v. 98, n. 5, S71-S102. , oct., 1990.

ROMER, P. Increasing Returns and long-run growth. **The Journal of Political Economy**, Chicago, v. 94, n. 5, pp. 1002-1037, oct,. 1986.

SCHULTZ, Theodore W. Capital Formation by Education. Investment in human capital. **American Economic Review**. Washington, v. 51, n. 1, p. 1-17, Mar. 1961.

SCHULTZ, Theodore W. Capital Formation by Education. ***Journal of Political Economy****, Chicago, v. 68, n. 6, p. 571-583, Dec. 1960.*

SCHULTZ, Theodore W. Capital Formation by Education. Reflections on Investment in Man. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 70, n. 5, p. 1-8, Oct. 1962.

SCHULTZ, Theodore W. Capital Formation by Education. The Value of the Ability to Deal with Disequilibria. **Journal of Economic Literature**, Washington, v. 13, n. 3, p. 827-846, Sep. 1975.

SCHULTZ, Theodore W. Reflections on Investmenr in Man. Journal of Political Economy, Chicago, v. 70, n. 5, p. 1-8, Oct. 1962.

SILVA, R. da; TEIXEIRA, Érika. Educação e crescimento econômico: uma análise econométrica para

os municípios de São Paulo (1980-2000). **Jovens Pesquisadores**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2006.

SOARES, Cristiane; MELO, Hildete P.; BANDEIRA, Lourdes. **O trabalho das mulheres brasileiras: uma abordagem a partir dos censos demográficos de 1872 a 2010.** Anais do XIX Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABET), São Pedro-SP, Brasil, 24 a 28 de novembro de 2014. Disponível em: http://abep.info/files/trabalhos/trabalho_completo/TC-8-31-577- 551.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

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

SOUZA, M. R. P. Análise da Variável Escolaridade como Fator Determinante do Crescimento Econômico. **Revista das Faculdades FAE**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 47-56, dez. 1999.

SOUZA, N. J**. Desenvolvimento Econômico.** 5a ed. São Paulo: Atlas, 2005.

TEIXEIRA, Marilane Oliveira. Avanços e continuidades para as mulheres no mundo do trabalho (2004-2014). **Revista da ABET**, v. 15, n. 1, 2016.

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 dez. 2019.

8. ANEXOS

Tabela 3 – Crescimento do produto, capital humano e capital físico. (continua)

ln $(Y_{i,t})$ = ln PIB per capita	Modelo de Almon com K_t e Hm_t (Equação 28)	ln $(Y_{i,t})$ = ln PIB per capita	Modelo de Almon com K_t e Hf_t (Equação 29)
ln K_t	0,040* (0,005)	ln K_t	0,049* (0,005)
ln K_{t-1}	0,031* (0,003)	ln K_{t-1}	0,038* (0,004)
ln K_{t-2}	0,022* (0,002)	ln K_{t-2}	0,028* (0,003)
ln K_{t-3}	0,015* (0,002)	ln K_{t-3}	0,020* (0,002)
ln K_{t-4}	0,009* (0,001)	ln K_{t-4}	0,012* (0,001)
ln K_{t-5}	0,003* (0,001)	ln K_{t-5}	0,006* (0,001)
ln K_{t-6}	-0,001 (0,001)	ln K_{t-6}	0,000 (0,001)
ln K_{t-7}	-0,005* (0,002)	K_{t-7}	-0,004** (0,002)
ln K_{t-8}	-0,008*	K_{t-8}	-0,007*

	(0,002)		(0,002)
ln K_{t-9}	-0,010* (0,002)	K_{t-9}	-0,010* (0,002)
ln K_{t-10}	-0,011* (0,002)	K_{t-10}	-0,011* (0,002)
ln K_{t-11}	-0,011* (0,002)	K_{t-11}	-0,011* (0,002)
ln K_{t-12}	-0,010* (0,002)	K_{t-12}	-0,010* (0,002)
ln K_{t-13}	-0,008* (0,002)	K_{t-13}	-0,008* (0,002)
ln K_{t-14}	-0,005* (0,001)	K_{t-14}	-0,005* (0,001)
ln K_{t-15}	-0,002 (0,001)	K_{t-15}	-0,001 (0,001)
ln K_{t-16}	0,003** (0,001)	K_{t-16}	0,005* (0,001)
ln K_{t-17}	0,008* (0,002)	K_{t-17}	0,011* (0,002)
ln K_{t-18}	0,014* (0,002)	K_{t-18}	0,018* (0,003)
ln K_{t-19}	0,022* (0,003)	K_{t-19}	0,027* (0,004)

Tabela 3 – Crescimento do produto, capital humano e capital físico. (continua)

ln K_{t-20}	0,030* (0,005)	ln K_{t-20}	0,036* (0,005)
ln Hm_t	0,240* (0,018)	ln Hf_t	0,258* (0,020)
ln Hm_{t-1}	0,217* (0,015)	ln Hf_{t-1}	0,244* (0,016)
ln Hm_{t-2}	0,195* (0,012)	ln Hf_{t-2}	0,230* (0,013)
ln Hm_{t-3}	0,174* (0,009)	ln Hf_{t-3}	0,217* (0,011)
ln Hm_{t-4}	0,155* (0,008)	ln Hf_{t-4}	0,203* (0,010)
ln Hm_{t-5}	0,137* (0,007)	ln Hf_{t-5}	0,190* (0,009)
ln Hm_{t-6}	0,120* (0,007)	ln Hf_{t-6}	0,177* (0,008)
ln Hm_{t-7}	0,104* (0,007)	ln Hf_{t-7}	0,163* (0,008)
ln Hm_{t-8}	0,090* (0,008)	ln Hf_{t-8}	0,150* (0,008)
ln Hm_{t-9}	0,077* (0,008)	ln Hf_{t-9}	0,137* (0,008)
ln Hm_{t-10}	0,065* (0,008)	ln Hf_{t-10}	0,124* (0,009)

ln Hm_{t-11}	0,055* (0,008)	ln Hf_{t-11}	0,111* (0,009)
ln Hm_{t-12}	0,046* (0,008)	ln Hf_{t-12}	0,098* (0,009)
ln Hm_{t-13}	0,038* (0,007)	ln Hf_{t-13}	0,085* (0,009)
ln Hm_{t-14}	0,031* (0,007)	ln Hf_{t-14}	0,072* (0,009)
ln Hm_{t-15}	0,026* (0,007)	ln Hf_{t-15}	0,059* (0,009)
ln Hm_{t-16}	0,022* (0,008)	ln Hf_{t-16}	0,046* (0,010)
ln Hm_{t-17}	0,019** (0,008)	ln Hf_{t-17}	0,034* (0,012)
ln Hm_{t-18}	0,018 (0,012)	ln Hf_{t-18}	0,021 (0,014)

Tabela 3 – Crescimento do produto, capital humano e capital físico. (conclusão)

ln Hm_{t-19}	0,018 (0,015)	ln Hf_{t-19}	0,008 (0,017)
ln Hm_{t-20}	0,019 (0,018)	ln Hf_{t-20}	-0,004 (0,020)
ln β_1	6,228* (0,115)	Ln β_1	4,802* (0,168)
N	466	N	466
R^2	0,786	R^2	0,766

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

Tabela 4 – Crescimento da renda domiciliar, capital humano e capital físico. (continua)

ln ($Y_{i,t}$) = ln renda domiciliar per capita	Modelo de Almon com K_t e Hm_t (Equação 28)	ln ($Y_{i,t}$) = ln renda domiciliar per capita	Modelo de Almon com K_t e Hf_t (Equação 29)
ln K_t	-0,002 (0,004)	ln K_t	0,008** (0,004)
ln K_{t-1}	-0,002	ln K_{t-1}	0,005***

	(0,003)		(0,003)
ln K_{t-2}	-0,003 (0,002)	ln K_{t-2}	0,003 (0,002)
ln K_{t-3}	-0,003** (0,001)	ln K_{t-3}	0,001 (0,001)
ln K_{t-4}	-0,003* (0,001)	ln K_{t-4}	-0,001 (0,001)
ln K_{t-5}	-0,003* (0,001)	ln K_{t-5}	-0,002** (0,001)
ln K_{t-6}	-0,003* (0,001)	ln K_{t-6}	-0,003** (0,001)
ln K_{t-7}	-0,003*** (0,001)	ln K_{t-7}	-0,003** (0,001)
ln K_{t-8}	-0,002 (0,002)	ln K_{t-8}	-0,003*** (0,002)
ln K_{t-9}	-0,001 (0,002)	ln K_{t-9}	-0,003 (0,002)
ln K_{t-10}	-0,001 (0,002)	ln K_{t-10}	-0,002 (0,002)
ln K_{t-11}	0,000 (0,002)	ln K_{t-11}	-0,000 (0,002)
ln K_{t-12}	0,002 (0,002)	ln K_{t-12}	0,001 (0,002)
ln K_{t-13}	0,003** (0,001)	ln K_{t-13}	0,003** (0,001)
ln K_{t-14}	0,004* (0,001)	ln K_{t-14}	0,006* (0,001)
ln K_{t-15}	0,006* (0,001)	ln K_{t-15}	0,009* (0,001)
ln K_{t-16}	0,008* (0,001)	ln K_{t-16}	0,012* (0,001)
ln K_{t-17}	0,010* (0,001)	ln K_{t-17}	0,015* (0,001)
ln K_{t-18}	0,012* (0,002)	ln K_{t-18}	0,019* (0,002)
ln K_{t-19}	0,014* (0,003)	ln K_{t-19}	0,024* (0,003)

Tabela 4 – Crescimento da renda domiciliar, capital humano e capital físico. (continua)

ln K_{t20}	0,017* (0,004)	ln K_{t20}	0,029* (0,004)
ln Hm_t	0,345* (0,015)	ln Hf_t	0,347* (0,016)
ln Hm_{t-1}	0,286* (0,012)	ln Hf_{t-1}	0,296* (0,013)
ln Hm_{t-2}	0,232* (0,010)	ln Hf_{t-2}	0,250* (0,011)

ln Hm_{t-3}	0,183* (0,008)	ln Hf_{t-3}	0,207* (0,009)
ln Hm_{t-4}	0,139* (0,007)	ln Hf_{t-4}	0,169* (0,008)
ln Hm_{t-5}	0,100* (0,006)	ln Hf_{t-5}	0,134* (0,007)
ln Hm_{t-6}	0,067* (0,006)	ln Hf_{t-6}	0,104* (0,007)
ln Hm_{t-7}	0,038* (0,006)	ln Hf_{t-7}	0,078* (0,007)
ln Hm_{t-8}	0,014** (0,006)	ln Hf_{t-8}	0,057* (0,007)
ln Hm_{t-9}	-0,004 (0,007)	ln Hf_{t-9}	0,039* (0,007)
ln Hm_{t-10}	-0,018* (0,007)	ln Hf_{t-10}	0,026* (0,007)
ln Hm_{t-11}	-0,027* (0,007)	ln Hf_{t-11}	0,016** (0,007)
ln Hm_{t-12}	-0,030* (0,006)	ln Hf_{t-12}	0,011 (0,007)
ln Hm_{t-13}	-0,028* (0,006)	ln Hf_{t-13}	0,010 (0,007)
ln Hm_{t-14}	-0,022* (0,006)	ln Hf_{t-14}	0,013*** (0,007)
ln Hm_{t-15}	-0,010 (0,006)	ln Hf_{t-15}	0,021* (0,008)
ln Hm_{t-16}	0,007 (0,007)	ln Hf_{t-16}	0,032* (0,008)
ln Hm_{t-17}	0,029* (0,008)	ln Hf_{t-17}	0,048* (0,010)
ln Hm_{t-18}	0,056* (0,010)	ln Hf_{t-18}	0,068* (0,011)
ln Hm_{t-19}	0,088* (0,013)	ln Hf_{t-19}	0,092* (0,014)

Tabela 4 – Crescimento da renda domiciliar, capital humano e capital físico. (conclusão)

ln Hm_{t-20}	0,125* (0,016)	ln Hf_{t-20}	0,120* (0,017)
ln β_1	3,829* (0,098)	ln β_1	2,750* (0,138)
N	466	*N*	466
R^2	0,761	R^2	0,758

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

Tabela 5 – Crescimento da produtividade, capital humano e capital físico. (continua)

ln $(Y_{i,t})$ = ln produtividade	Modelo de Almon com K_t e Hm_t (Equação 28)	ln $(Y_{i,t})$ = ln produtividade	Modelo de Almon com K_t e Hf_t (Equação 29)
ln K_t	0,002 (0,004)	ln K_t	0,009** (0,004)
ln K_{t-1}	0,002 (0,003)	ln K_{t-1}	0,008* (0,003)
ln K_{t-2}	0,002 (0,002)	ln K_{t-2}	0,007* (0,002)
ln K_{t-3}	0,002 (0,001)	ln K_{t-3}	0,006* (0,001)
ln K_{t-4}	0,002*** (0,001)	ln K_{t-4}	0,006* (0,001)
ln K_{t-5}	0,001 (0,001)	ln K_{t-5}	0,005* (0,001)
ln K_{t-6}	0,001 (0,001)	ln K_{t-6}	0,004* (0,001)
ln K_{t-7}	0,001 (0,001)	ln K_{t-7}	0,003** (0,001)
ln K_{t-8}	0,001 (0,002)	ln K_{t-8}	0,003 (0,002)
ln K_{t-9}	0,000 (0,002)	ln K_{t-9}	0,002 (0,002)
ln K_{t-10}	-0,000 (0,002)	ln K_{t-10}	0,002 (0,002)
ln K_{t-11}	-0,001 (0,002)	ln K_{t-11}	0,001 (0,002)
ln K_{t-12}	-0,001 (0,002)	ln K_{t-12}	0,001 (0,002)
ln K_{t-13}	-0,002 (0,001)	ln K_{t-13}	0,000 (0,001)
ln K_{t-14}	-0,002** (0,001)	ln K_{t-14}	0,000 (0,001)
ln K_{t-15}	-0,003* (0,001)	ln K_{t-15}	-0,000 (0,001)
ln K_{t-16}	-0,004* (0,001)	ln K_{t-16}	-0,000 (0,001)
ln K_{t-17}	-0,004* (0,001)	ln K_{t-17}	-0,000 (0,001)
ln K_{t-18}	-0,005** (0,002)	ln K_{t-18}	-0,000 (0,002)
ln K_{t-19}	-0,006** (0,003)	ln K_{t-19}	-0,000 (0,003)
ln K_{t-20}	-0,007*** (0,004)	ln K_{t-20}	-0,000 (0,004)
ln Hm_t	0,310* (0,015)	ln Hf_t	0,328* (0,016)

Tabela 5 – Crescimento da produtividade, capital humano e capital físico. (continua)

ln Hm_{t-1}	0,278* (0,012)	ln Hf_{t-1}	0,305* (0,013)
ln Hm_{t-2}	0,247* (0,009)	ln Hf_{t-2}	0,282* (0,011)
ln Hm_{t-3}	0,217* (0,008)	ln Hf_{t-3}	0,260* (0,009)
ln Hm_{t-4}	0,190* (0,006)	ln Hf_{t-4}	0,238* (0,008)
ln Hm_{t-5}	0,164* (0,006)	ln Hf_{t-5}	0,217* (0,007)
ln Hm_{t-6}	0,140* (0,006)	ln Hf_{t-6}	0,196* (0,007)
ln Hm_{t-7}	0,118* (0,006)	ln Hf_{t-7}	0,176* (0,007)
ln Hm_{t-8}	0,097* (0,006)	ln Hf_{t-8}	0,156* (0,007)
ln Hm_{t-9}	0,078* (0,006)	ln Hf_{t-9}	0,136* (0,007)
ln Hm_{t-10}	0,061* (0,006)	ln Hf_{t-10}	0,118* (0,007)
ln Hm_{t-11}	0,046* (0,006)	ln Hf_{t-11}	0,099* (0,007)
ln Hm_{t-12}	0,032* (0,006)	ln Hf_{t-12}	0,082* (0,007)
ln Hm_{t-13}	0,020* (0,006)	ln Hf_{t-13}	0,064* (0,007)
ln Hm_{t-14}	0,010*** (0,006)	ln Hf_{t-14}	0,048* (0,007)
ln Hm_{t-15}	0,002 (0,006)	ln Hf_{t-15}	0,032* (0,008)
ln Hm_{t-16}	-0,005 (0,007)	ln Hf_{t-16}	0,016*** (0,008)
ln Hm_{t-17}	-0,010 (0,008)	ln Hf_{t-17}	0,001 (0,010)
ln Hm_{t-18}	-0,013 (0,010)	ln Hf_{t-18}	-0,014 (0,012)
ln Hm_{t-19}	-0,015 (0,012)	ln Hf_{t-19}	-0,028** (0,012)
ln Hm_{t-20}	-0,014 (0,015)	ln Hf_{t-20}	-0,042** (0,017)

Tabela 5 – Crescimento da produtividade da força de trabalho, capital humano e capital físico.

(conclusão)

$\ln \beta_1$	6,739* (0,093)	$\ln \beta_1$	5,383* (0,139)
N	466	N	466
R^2	0,826	R^2	0,801

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